



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**EVALUACIÓN TECNOLÓGICO - FINANCIERA DE  
SERVICIOS 3G DE TELEFONÍA MÓVIL EN MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO:  
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES  
P R E S E N T A:  
ARLEY ANGÉLICA DE LA ROSA CAMACHO**

**Directora de Tesis: Ing. María Del Rosario Barragán Paz**



**Ciudad Universitaria, México D.F.**

**MAYO DE 2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

# Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México,  
mi alma máter.

A la facultad de ingeniería de Ciudad Universitaria,  
mi espacio, mi casa, mi tiempo, mi fuente de conocimiento y  
mi formación de profesionista.

A la Ingeniera María del Rosario Barragán Paz, directora de esta tesis,  
por su guía, su paciencia y su dedicación que me llevaron a concluir este trabajo.

A los profesores que me instruyeron durante mi estancia en la facultad,  
en agradecimiento por sus palabras didácticas y su guía.

---

---

# Dedicatorias

A mis padres Ernestina e Irineo,  
que siempre me fortalecieron con su amor, apoyo y comprensión.

A mis hermanos Luis Alberto y Daniel,  
porque me se también querida por ellos.

A mis abuelitos Tayde y Margarito,  
porque los considero como mis padres.

A mis tíos Margarita, Agustín, Martín, Carmen,  
Eduardo, Enrique, Omar y Cesar,  
compartiendo con ellos este suceso,  
mis logros son también suyos.

A mis primos Vanessa, Alejandro, Elisa, Gabriel, Melody,  
Nohemi, Valerie, Angel, Nathaniel, Andrea,  
Nicholas, Cesar, Stephanie, Ricardo,  
Adrián, Paola y Samantha.  
haciendo votos para que cada uno realice sus más grandes sueños.

---

---

A mi sobrina Sofía,  
porque su llegada me ha dado alegría.

A Ulises,  
quien me ha dado un buen ejemplo del desempeño  
profesional además de su confianza y aprecio.

A mis amigos David Blanco, Luis Neumann, Jacob Baños,  
Alejandro Monsivais, Alma Santillán, Arturo Ortega,  
Carlos López, Cesar Rojo, Eduardo Carmona, Faustino Platas,  
Fernando Cortés, Irasema Olvera, José Espinosa, José Mendoza,  
Jesús Morfín, Jesús Martínez, Jorge Méndez, Jorge Mason,  
Mari Carmen Luna Pérez, Maribel Miranda, Marlene Rodríguez,  
Oscar Rivas, Paola Rodríguez, Pedro Cámara, Raymond Herrasti,  
Ricardo Sepúlveda, Roberto Ramírez, Rocío Gutiérrez Vélez,  
Rosa Miranda, Verónica Santillán, Victor Leyva,  
Victor Negrete y Zaira Estrada,  
ellos y yo en cariño mutuo e incondicional.

A Sebastián,  
mi inolvidable y querido amigo durante esos años arduos de estudio.

---

# ÍNDICE

**Introducción**

**Prefacio**

**Objetivos**

**Metodología**

**Capítulo I**

**Antecedentes generales de la telefonía celular**

1.1 Historia de la telefonía móvil

1.1.1 Tecnología celular de primera generación (1G)

1.1.2 Tecnología celular de segunda generación (2G)

1.1.3 Tecnología celular intermedia (2.5G)

1.1.4 Tecnología celular de tercera generación (3G)

**Capítulo II**

**Conceptos básicos**

2.1 Sistemas celulares

2.2 Célula o celda

2.3 La red celular

2.3.1 Radio

2.3.2 Conmutación

2.3.3 Transmisión

- 2.3.4 Operación y mantenimiento
- 2.3.5 Explotación
- 2.4 El sistema de celdas
- 2.5 División de celdas (cell-splitting)
- 2.6 Cluster o racimo
- 2.7 Cobertura
- 2.8 Capacidad
- 2.9 Señalización
  - 2.9.1 Señalización destinada a la gestión de la interfaz de radio
  - 2.9.2 Señalización destinada a la gestión de la localización
- 2.10 Interferencia
  - 2.10.1 Interferencia co-canal y capacidad del sistema
  - 2.10.2 Interferencia entre canales adyacentes
  - 2.10.3 Control de potencia para la reducción de interferencias
- 2.11 Atenuantes de la señal
  - 2.11.1 Reflexión
  - 2.11.2 Difracción
  - 2.11.3 Multitrayectorias
  - 2.11.4 Esparcimiento
- 2.12 Reutilización de frecuencias
- 2.13 Hand-over, handoff o traspaso
- 2.14 Repetidores
- 2.15 HLR
- 2.16 VLR

2.17 Área de localización

2.18 Registro

2.19 Roaming

## **Capítulo III**

### **El sistema GSM**

3.1 Historia de la tecnología GSM

3.2 La evolución del GSM

3.3 Arquitectura del sistema GSM

3.3.1 La estación móvil (MS)

3.3.2 La estación base (BSS)

3.3.2.1 Transceptor de la estación base (BTS)

3.3.2.2 Controlador de la estación base (BSC)

3.3.3 El subsistema de conmutación y red (NSS)

3.3.3.1 Centro de conmutación de servicios móviles (MSC)

3.3.3.2 Registro de localización de abonados (HLR)

3.3.3.2.1 Centro de autenticación (AUC)

3.3.3.3 Registro de localización de visitantes (VLR)

3.3.3.4 Central de conmutación móvil de cabecera "gateway" (GMSC)

3.3.3.5 Unidad de interfuncionamiento (UI)

3.3.3.6 Registro de identificación de equipos o (EIR)

3.3.4 El centro de operaciones y mantenimiento (OSS)

3.3.5 Centro de gestión de red (NMC)

3.3.6 Interfaces del sistema

3.3.6.1 Interface radio (Interface UM)

3.3.6.2 Interface entre la SMS y el BSS (interface A)

3.3.6.3 Interface entre el BSC y la BTS (interface A-bis)

3.3.6.4 Interface entre la MSC y el VLR asociado (interface B)

3.3.6.5 Interface entre el HLR y la SMC (interface C)

3.3.6.6 Interface entre el HLR y el VLR (interface D)

3.3.6.7 Interface SMC (interface E)

3.4 Ventajas de GSM

3.5 Costos de servicios de segunda generación de telefonía móvil en México

## **Capítulo IV**

### **Telefonía celular de tercera generación**

4.1 Estandarización de los sistemas 3G

4.1.1 Expectativas de la tercera generación

4.1.2 Elementos esenciales de las IMT-2000

4.2 Tecnologías de tercera generación

4.2.1 CDMA2000 (Code Division Multiple Access 2000)

4.2.2 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access )

4.2.3 UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)

4.2.3.1 El foro UMTS

4.2.3.2 Ventajas de UMTS

4.2.3.3 Claves de la puesta en marcha hacia el sistema UMTS

4.2.3.4 Razones de UMTS

4.2.3.5 El camino hacia UMTS

4.2.3.6 Compañías que ofrecen productos UMTS

## **Capítulo V**

### **La telefonía celular en México**

#### 5.1 Cobertura

##### 5.1.1 Servicios adicionales

##### 5.1.2 Marcas y modelos

#### 5.2 La telefonía GSM en México

##### 5.2.1 Operadores GSM en México

###### 5.2.1.1 Telcel

###### 5.2.1.2 Movistar

#### 5.3 Tercera generación de telefonía celular en México

##### 5.3.1 Operadores 3G en México

###### 5.3.1.1 Iusacell

## **Capítulo VI**

### **Tendencias y oportunidades de 3G en México**

#### 6.1 Servicios y aplicaciones de 3G en México

##### 6.1.1 Usos y beneficios de 3G en Iusacell

###### 6.1.1.1 Red express 3G

###### 6.1.1.2 Características de 3G de Iusacell

###### 6.1.1.3 Beneficios

###### 6.1.1.4 Aplicaciones 3G

###### 6.1.1.5 Internet

###### 6.1.1.6 Redes corporativas

###### 6.1.1.7 Otras aplicaciones

#### 6.2 Perspectivas de la tercera generación en México

6.2.1 La migración hacia 3G

6.2.1.1 La evolución de GSM hacia 3G

6.2.1.2 La evolución de cdmaOne a 3G

6.2.1.3 La evolución de TDMA/IS-136

6.3 Retos para la tercera generación en México

6.4 Costos de los servicio 3G de telefonía celular en México

6.5 GSM vs 3G.

**Conclusiones**

**Recomendaciones**

**Glosario**

**Bibliografía**

# INTRODUCCIÓN

Las razones para realizar este proyecto de tesis son las de poder aplicar los conocimientos obtenidos durante los años de estudio a lo largo de la carrera, específicamente los relacionados con telefonía móvil y redes de datos. Dichos conocimientos aunados con la recopilación de información referente a las nuevas tecnologías son aplicados a una situación real. Así pues también se pretende que dicha información contribuya a la difusión de las nuevas tecnologías y sus aplicaciones.

Con los adelantos tecnológicos de los últimos años dentro de la inmensa red mundial a la cual llamamos Internet y de la telefonía móvil se asiste ahora a una convergencia cada vez mayor entre estos dos medios de comunicación. Es en este punto donde **UMTS** (*Universal Mobile TeleCommunication System*) representará la unión de ambos en una única plataforma. Dicha convergencia ha sido designada como una de las metas a alcanzar por la tecnología de **3G**, o tercera generación de teléfonos móviles. Esta nueva tecnología permitirá que el usuario pueda acceder a imágenes y videos de manera instantánea , así como acceso de alta velocidad a Internet, calidad de voz casi igual a la de las redes fijas e innumerables otras funciones. Este sistema deberá rebasar por completo a la actual segunda generación tanto en capacidad, como en calidad de todos los servicios que ofrece. Permitiendo el acceso a la información de manera móvil, personalizada y fácil de manejar.

# PREFACIO

Este proyecto está dividido en 6 capítulos:

- En el primer capítulo se proporciona una reseña histórica acerca de la evolución de las comunicaciones móviles.
- En el segundo capítulo se describen los conceptos básicos que se requirieron para la elaboración de este proyecto.
- En el tercer capítulo se hace hincapié en el desarrollo de la tecnología **GSM** (*Global System for Mobile communications*) en la actualidad a nivel mundial, tocando aspectos tanto técnicos como económicos.
- En el cuarto capítulo se establecen las bases e infraestructura básica para la composición de la tercera generación de telefonía celular.
- El quinto capítulo se enfoca a la tecnología **3G** en México que es el tema central de esta tesis, en el cuál se analizan a fondo todos los aspectos de interés de esta tecnología en México.
- En el sexto capítulo se plantea un estudio económico y tecnológico de servicios de tercera generación de telefonía celular en México.

Por último se presentan las conclusiones, recomendaciones y anexos.

# OBJETIVOS

## Objetivo general.

El objetivo de esta investigación es llevar a cabo una comparación de la tecnología y servicios que presentan **GSM** y **3G** en México, así como las ventajas y desventajas que implicaría implementar la tercera generación de telefonía celular en nuestro país.

## Objetivos particulares.

- Definir los conceptos básicos generales de la telefonía móvil.
- Describir el sistema **GSM**.
- Describir los servicios y aplicaciones de la tercera generación de telefonía celular.
- Establecer las perspectivas de la tercera generación en México.
- Abordar los retos para la tercera generación.
- Realizar una comparación de costos y beneficios de la tercera generación de telefonía celular con respecto a **GSM** en México.

# METODOLOGÍA

La metodología que se empleará para este trabajo de investigación, en términos generales, será un análisis descriptivo aplicado al estudio de documentos, una gran parte de este trabajo consistirá en el acopio de información sobre libros o trabajos relacionados con el tema abordado.

En este sentido se trata de un trabajo documental que se apoya fuertemente en el análisis de contenido.

Por otra parte se realizará la investigación de campo para contrastar las vanguardias que predominan en el campo del mercado.

# CAPÍTULO I

## 1 Antecedentes generales de la telefonía celular

Las tecnologías inalámbricas han tenido mucho auge y desarrollo en estos últimos años. Una de ellas ha sido la telefonía celular. Para separar una etapa tecnológica de la otra, la telefonía celular se ha dividido por generaciones. A lo largo de este capítulo se describirán cada una de ellas.

### 1.1 Historia de la telefonía móvil

Una breve introducción histórica de la telefonía móvil nos permite apreciar el enorme impacto que este sistema ha tenido en los últimos años (Tabla 1.1).

En 1946 se inició el primer sistema de telefonía móvil en los Estados Unidos, **AT&T**<sup>1</sup> conectaba usuarios móviles con la **PSTN** (*Public Switched Telephone Network*). Se utilizaban transmisores de gran potencia para cubrir áreas extensas. Durante los años 50 y 60 los laboratorios **AT&T** Bell y otras compañías a lo largo del mundo desarrollaron la teoría y las técnicas de la radiotelefonía celular. El primer sistema implantado se denominó **IMTS** (*Improved Mobile Telephone Service*). Este sistema únicamente podía manejar 6 llamadas a la vez.

Para 1983 la **FCC** (*Federal Communications Commission*) asignó 666 canales dúplex para el **AMPS**<sup>2</sup> (*Advanced Mobile Phone System*).

---

<sup>1</sup> La Corporación **AT&T** (American Telephone and Telegraph) es una compañía norteamericana de telecomunicaciones la cual comenzó con el propósito de manejar la primera red telefónica a larga distancia de los Estados Unidos el 3 de marzo de 1885 en Nueva York. Provee servicios de voz, video, data, e internet a negocios, clientes y agencias del gobierno.

<sup>2</sup> **AMPS**. Estándar americano de telefonía celular analógica

En el año 1986 se añadieron 166 canales. Y a finales de 1991 se introdujo el sistema **D-AMPS** (*Digital Advanced Mobile Phone System*) que permitía hasta tres usuarios por el mismo canal. Este sistema utilizaba **TDMA** (*Time Division Multiple Access*) como acceso al medio.

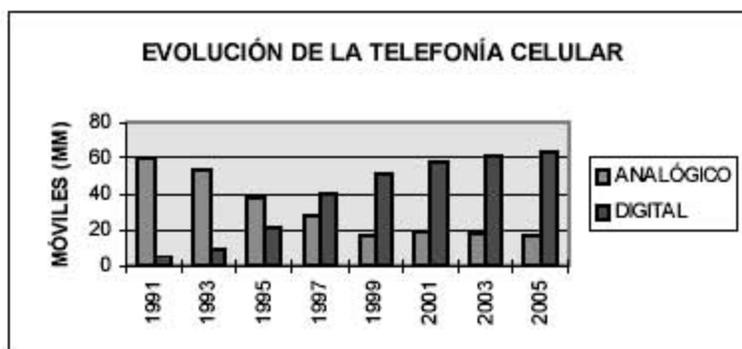
El nuevo **PCS** (*Personal Communications Service*) obtuvo la licencia en 1995 en las bandas de 900/1900 MHz. Y para 1996 más de 82 millones de personas estaban conectadas a redes móviles celulares.

Años 50s y 60s	<b>IMTS</b> (Improved Mobile Telephone Service)
Años 80s	<b>AMPS</b> (Advanced Mobile Phone System)
Año 1991	<b>D-AMPS</b> (Digital Advanced Mobile Phone System)
Año 1995	<b>PCS</b> (Personal Communications Service)

Tabla 1.1 Evolución de la telefonía móvil

Por otro lado cabe mencionar que los desarrollos en telefonía celular no se han ido produciendo según un esquema global, pues tanto en Estados Unidos como Europa y Japón se están usando diferentes frecuencias y protocolos. Para Estados Unidos el estándar fue el sistema **AMPS**, mientras que para Europa no hay un estándar en telefonía analógica, pero sí en telefonía digital debido a que **GSM** (*Global System for Mobile communications*), pretende llegar a ser un estándar global.

Para 1996 en Europa el número de clientes de telefonía celular digital superó a los de teléfonos celulares analógicos como se muestra en la Gráfica 1.1.



Gráfica 1.1 Evolución de la telefonía celular analógica y digital en Europa

En esta última década del siglo XX, la telefonía celular revolucionó las telecomunicaciones; las personas podían satisfacer la necesidad de comunicarse en tiempo real mediante redes inalámbricas, lo que permitió que estando lejos de una línea de teléfono convencional la persona podía estar disponible para emitir y recibir llamadas telefónicas.

La primera y segunda generación de sistemas de comunicación móvil tuvieron como objetivo primordial dar soporte a comunicaciones de voz, y aunque pueden ser usadas para transmitir datos a baja velocidad todavía no satisfacen los requerimientos de transmisión de grandes volúmenes de información a altas velocidades entre terminales inalámbricos y la red fija, necesarios para aplicaciones como videoconferencia, conexión a Internet, gestión multimedia y correo con video y audio. Por otra parte, existe la necesidad de proporcionar capacidad de roaming internacional a usuarios de teléfonos móviles que actualmente pierden conexión o tienen que recurrir a complicados procedimientos cuando viajan a otros países debido al intrincado laberinto de normas móviles en uso por diferentes países. La tercera generación promete ser la respuesta a estos problemas planteados al ofrecer servicios de voz, datos y video a altas velocidades, y quizás el don de la ubicuidad en cuanto a comunicaciones móviles<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> K. J. Van Staalduinen y Trammelen, *Standards for Third generation Mobile Communications*, IEEE Veh. Technol. Conference, 1999, pp. 919-923

### 1.1.1 Tecnología celular de primera generación (1G)

La primera generación de telefonía móvil corresponde a los teléfonos analógicos que tienen únicamente capacidad para la transmisión de voz y no permiten el envío de datos.

En 1971 se propuso el concepto de celular como un avanzado sistema de comunicación móvil. Esta intrigante idea proponía el reemplazo de las estaciones bases ubicadas en el centro de la ciudad por múltiples copias de tales estaciones de menor potencia distribuidas a lo largo del área de cobertura.

Esta primera generación de telefonía móvil hizo su aparición en 1979, y se caracterizó por ser analógica, limitada en capacidad de roaming, y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces de voz era muy baja, como 2400 bauds, la transferencia entre celdas era muy imprecisa, tenían baja capacidad basadas en **FDMA**<sup>4</sup> (*Frequency Divison Multiple Access*), cabe señalar que no había seguridad de ningún tipo en las transmisiones. Por otro lado **AMPS** fue el principal standard de primera generación, el cual se desarrolló entre 1982 y 1992. El sistema analógico empleado todavía en Europa, el **TACS** (*Total Access Communications System*), se basa en **AMPS** el cual como ya se mencionó ofrecía 666 canales divididos en 624 canales de voz y 42 canales de señalización de 30 Khz cada uno.

Los primeros sistemas que alcanzan un desarrollo comercial significativo aparecen en los años ochenta: En Europa con los sistemas **NMT-450** (*Nordic Mobile Telephone - 450*) y en Estados Unidos, el sistema **AMPS**.

En menos de 20 años, la tecnología de telefonía celular ha pasado por tres generaciones; en sus inicios operaba a partir del estándar **AMPS**, bajo un formato analógico que permitía el intercambio de información a través de una tecnología de **FDMA**. No obstante, un grave problema que enfrentó esta tecnología de primera generación fue la “clonación de la programación de los códigos de los aparatos telefónicos”, lo que

---

<sup>4</sup> **FDMA**. Es una técnica de control de acceso al medio en la cual el espectro radioeléctrico se divide en una serie de secciones o ranuras dependiendo del número de usuarios que tengamos en ese momento. La configuración es rígida e invariable pues cada estación debe transmitir siempre con la misma frecuencia central o portadora y es válida cuando se puede garantizar que durante la mayor parte del tiempo, cada una de ellas ocupará activo ese ancho de banda que se le asignó. Por esa razón se llama acceso múltiple con división de frecuencia con asignación fija.

significaba que existía relativa facilidad para usar ilegalmente líneas celulares de terceras personas y realizar llamadas telefónicas, locales y de larga distancia, con cargo al cliente propietario de la línea telefónica, quien no las había realizado.

Otras limitaciones importantes que motivaron la migración hacia la segunda generación de telefonía celular, fueron la falta de nitidez en la transmisión de señal y las interferencias registradas. Por lo general, la operación de estos aparatos demandaba mucha potencia y pilas muy grandes que generaba demasiado calor.

En esta primera generación se dificultó el crecimiento de la oferta del servicio, porque la transmisión de señales por onda ocupaba un espacio considerable en el espectro de frecuencias y no se podían crear más frecuencias de las existentes; situación que ocurre también en la radiodifusión en amplitud modulada, frecuencia modulada y en la televisión abierta.

### 1.1.2 Tecnología celular de segunda Generación (2G)

A partir de 1983 los costos de los celulares se abarataron y por lo tanto se dio un incremento en el consumo de la telefonía celular, en este momento se utilizaba el sistema analógico llamado **AMPS** y al estudiar el sistema, se hicieron predicciones en las cuales para 1990 la capacidad del sistema podría saturarse.

Ante la posible saturación de la demanda del consumidor, existían tres tipos de maneras de expandir el sistema celular:

- Moverse hacia nuevas frecuencias de banda
- Dividir las células existentes en otras más pequeñas
- Introducir una nueva tecnología y hacer más eficiente el ancho de banda

Se estudiaron las tres alternativas; como dividir las células resultaba muy caro y el moverse hacia nuevas frecuencias no se encontraba disponible en ese momento, se optó por la tercera opción como el mejor camino. La **FCC** estimuló la creación de esta tecnología y en 1987 declaró que las licencias de telefonía celular podrían emplear una tecnología

alternativa de la banda de los 800 Mhz, esto logró que la industria de celulares buscara una nueva forma de transmisión que incrementara la eficiencia de las comunicaciones comparadas con el sistema **AMPS**.

En 1988, se creó la **CTIA** (*Celular Technology Industry Association*), organismo que tenía como objetivo introducir la nueva tecnología, productos y servicios, lo cual se logró para 1991.

Los objetivos eran:

- Incrementar la capacidad del sistema comparado con el sistema analógico **AMPS**
- Modo dual y compatibilidad **AMPS/Digital** durante la transmisión de datos
- Nuevas capacidades como fax y servicio de mensajes cortos **SMS** (*Short Message Service*)
- Asegurarse de que el equipo estaría listo para 1991
- Lograr un servicio estándar de alta calidad

Después de largos debates con la **TIA** (*Telecommunications Industry Association*), se creó un sistema de tecnologías híbrido que trabajaría con **TDMA IS-136**, **CDMA IS-195** y el estándar del **GSM** europeo; tomando en cuenta que cada una de estas tecnologías tienen ventajas sobre el **AMPS**.

En los países con más desarrollo en las comunicaciones móviles de Europa, los sistemas celulares experimentaron desde su introducción un continuo desarrollo hasta llegar a un número de usuarios enorme. Así surgió la necesidad de buscar sistemas evolucionados con capacidad de manejo de tráfico elevado. Una de las características comunes en todos los sistemas celulares analógicos ha sido su crecimiento exponencial en cuanto a número de usuarios, estando algunas redes al borde de la saturación especialmente en áreas urbanas muy pobladas. Entonces surgió la necesidad de un sistema más eficiente en términos de usuarios y MHz. Otra característica muy importante era la diversidad de sistemas existentes en los diferentes países que no presentaban compatibilidad de operación. Por estas razones se desarrolló en Europa el estándar **GSM** de comunicaciones móviles que fue desarrollado

en los años 80 y puesto en funcionamiento a principio de los años 90 dando así origen a lo que se conoce como la segunda generación de telefonía móvil.

Todo esto empezó en 1982 cuando se forma la **CEPT** (*Conference Européen des Administrations des Postes et des Telecommunicatios*) la cual tomó la iniciativa de poner en marcha un grupo de trabajo, llamado **GSM**, encargado de especificar un sistema de comunicaciones móviles común para Europa en las banda de los 900 MHz, banda que había sido reservada por la World Administrative Radio Conference en 1978. El **GSM** comenzó como una norma europea para unificar sistemas móviles digitales y fue diseñado para sustituir a más de diez sistemas analógicos en uso y que en la mayoría de los casos eran incompatibles entre sí.

Después de unas pruebas de campo en Francia en 1986 y de la selección del método de acceso **TDMA**<sup>5</sup> en 1987, 18 países firmaron en 1988 un acuerdo de intenciones **MoU** (*Memorandum of understanding*): En este documento los países firmantes se comprometían a cumplir las especificaciones, a adoptar este estándar único y a poner en marcha un servicio comercial **GSM**, que ofrece seguimiento automático de los teléfonos móviles en su desplazamiento por todos los países. Conforme se desarrolló, **GSM** mantuvo el acrónimo, aunque en la actualidad signifique Global System for Mobile communications.

Los objetivos de la **CEPT** fueron los siguientes:

- El sistema debería ser común para todo Europa.
- Debería permitir un gran número de usuarios, en el contexto de la **ISDN** (*Integrated Services Digital Network*).
- Se exigía la implantación de mecanismos de seguridad que garantizaran la privacidad de las comunicaciones de manera que no pudieran ser captadas por personas no autorizadas.

---

<sup>5</sup> **TDMA** o acceso múltiple por división del tiempo es una técnica acceso totalmente digital mediante la cual varias estaciones acceden u ocupan el ancho de banda existente. A diferencia de FDMA donde cada estación transmisora tiene asignada una ranura de frecuencias, normalmente con un ancho de banda diferente, en esta nueva técnica todo un grupo de estaciones tienen asignada una misma ranura, con cierto ancho de banda fijo y se comparte entre ellas secuencialmente en el tiempo; es decir, cada estación tiene asignado un tiempo T para transmitir lo que le guste dentro de la ranura, y cuando su tiempo se agota debe dejar de transmitir para que lo hagan las estaciones que le siguen en la secuencia hasta que les toque nuevamente su turno.

- El uso del espectro debía hacerse de manera eficiente y el sistemas debería tener mayor capacidad de para cursar tráfico que los sistemas anteriores.
- Permitir terminales cada vez más seguros y ligeros.

En Estados Unidos para ese entonces se disponía ya del sistema celular analógico **AMPS** de primera generación con mayores dimensiones en todo el mundo, no obstante, como ocurrió en Europa, se planteó la necesidad de mejorar la capacidad de manejo de tráfico que proporcionan los sistemas analógicos de primera generación. Mientras que en Europa se partió de la necesidad de unificar los diversos estándares que existían de la primera generación y así crearon **GSM** en Estados Unidos no pasaba lo mismo, porque se partió de un único sistema y se aceptaron diversas soluciones que mejoran la capacidad de tráfico. Estas soluciones son totalmente incompatibles entre ellas pero coexisten en el espectro disponible. Cada operador local podrá sustituir canales del primitivo **AMPS** por canales del nuevo sistema. Otra característica fue la aparición de las terminales duales capaces de operar tanto con canales analógicos **AMPS** como con los canales que operan siguiendo el mismo sistema.

La característica más importante de estos nuevos sistemas es que permiten la operación en modo dual. Esto significa que todas las redes pueden proporcionar servicio a los viejos terminales **AMPS** disponiendo para ello de los canales radio analógicos necesarios. El primero de los sistemas apareció en 1991, éste utilizaba la técnica de **TDMA** y fue conocido como **IS-54** o **D-AMPS** ya que utilizaba la misma infraestructura que **AMPS**. Al mismo tiempo que este estándar fue instaurado, se puso en funcionamiento. A mediados de los años 90 se tomo la decisión de utilizar **D-AMPS** en una banda da frecuencias superior y así surgió el **D-AMPS-1900**.

Además de esta tecnología también surgió otro estándar **IS-95** que en vez de usar **TDMA** usaba un nuevo estándar conocido como **CDMA** (*Code Division Multiple Access*) que utiliza acceso múltiple por división de código. Este estándar tenía una capacidad mayor, simplificaba el plano de frecuencias y tenía mayor flexibilidad. Al tener canales más anchos era menos susceptible a la propagación multirayectoria. El estándar fue definido por la **TIA** en 1993 con el nombre de **IS-95**. Se sabe que Qualcomm fue el gran

pionero de **CDMA**, que ya había sido creado en los años 50, pero se dejó de lado hasta que en los años 90 se retomó para el desarrollo de la segunda generación. La primera red comercial **CDMA** fue abierta en 1996 en Corea del Sur., Hong Kong, Singapur. Las primeras redes de 800 y 1900 Mhz de Estados Unidos fueron instaladas en 1996 hasta llegar a las 48 licencias de instalación que hubo en total en el mundo.

Un sistema digital fue desarrollado en Japón para sustituir al existente sistema analógico **NTT** (*Nippon Telegraph and Telephone*), que recibió el nombre de **PDC** (*Pacific Digital cellular*). Surgió de la colaboración de varias empresas como son Ericsson, NEC, entre otras.

Otro sistema digital utilizado en Japón fue el **PHS** (*Personal Handyphone System*). Este estándar, lanzado en 1995, no es una tecnología celular propiamente. **PHS** es un sistema inalámbrico de corto alcance (cada base tiene un alcance de 200 metros), pero de alta calidad y capacidad. Esta tecnología está diseñada para áreas altamente pobladas donde los sistemas celulares pueden presentar problemas de cobertura, con menores costos que los de la telefonía celular. Para marzo de 1999 existían cerca de 5.77 millones de usuarios de **PHS**.

El paso a la segunda generación consistió en lograr una transmisión digital de señales, también se buscaba terminar definitivamente con la clonación de señales y de hecho se logró en aquellos países que introdujeron la tecnología **CDMA**, contrariamente a lo que sucedió en los que operaban la industria celular con **TDMA**. Para esta generación, el ancho de banda para fax y datos era de 9.6 Kbit/s, esto significa un incremento en la capacidad de la red, reducción de tarifas y los primeros servicios de valor añadido, como son los mensajes cortos **SMS**.

Con la tecnología digital **TDMA**, el usuario utiliza todo el ancho de banda del canal de frecuencia asignado para él, lo que permite incrementar la oferta del servicio a un número mayor de clientes.

Un servicio adicional que verdaderamente hizo muy eficiente y atractivo el uso de la telefonía celular de segunda generación, ya sea con tecnología **CDMA** o con **TDMA**, fue la ampliación de la cobertura del Roaming<sup>6</sup>.

Mientras que en la primera generación, los usuarios que se trasladaban a otra ciudad tenían que tramitar otro número telefónico y se les asignaba temporalmente otro aparato para poder hacer sus llamadas. Con la segunda generación se logró la interoperabilidad de las empresas telefónicas, expresado de manera metafórica, las empresas hablaban un lenguaje común para que los celulares, independientemente del lugar de origen y contrato, pudieran interconectarse y establecer el intercambio de señal: el Roaming Internacional.

Una tendencia mundial, si bien no generalizada, consiste en que todas las líneas telefónicas de celulares trabajen bajo los mismos estándares y tecnologías a fin de que independientemente de la ciudad o el país donde se encuentre el cliente, pueda continuar con su servicio.

Cuando un usuario se encuentra en otro país, al iniciar el marcado del número telefónico, un canal de comunicación paralelo integrado al aparato y a la línea empieza a buscar una empresa que le pueda dar el servicio y antes de que el usuario marque (send) y se realice la conexión, éste encuentra a la empresa que le va a dar el servicio. Esto fue posible gracias a la tecnología digital y a los estándares de interoperabilidad. Japón es un ejemplo de cómo opera su tecnología digital con otras, ya que cuando un japonés visita México, no puede hacer llamadas con su celular, situación que ocurre también a la inversa.

Es así que en la segunda generación, al ser de transmisión digital, logra el objetivo de ofrecer el servicio a un mayor número de usuarios, y al requerir menos energía y potencia, los teléfonos móviles se vuelven más pequeños y cómodos.

---

<sup>6</sup> **Roaming.** conexión móvil internacional. Se refiere a que los usuarios de determinado servicio, ya sea Internet, telefonía móvil, etc. pueden hacer uso del mismo fuera del área de cobertura original establecida. Este servicio requiere de pago adicional.

### 1.1.3 Tecnología celular intermedia (2.5G)

A la generación intermedia entre la **2G** y la **3G** se la denomina **2.5G**, y corresponde a mejoras tecnológicas en las redes **2G** actuales tendentes a entregar capacidades **3G**, con una velocidad que puede llegar hasta los 384 kbit/s (ya adecuada para muchas aplicaciones). Esta tecnología se basa en la transmisión de señales e incluye un protocolo similar al usado en Internet, lo que concreta un importante paso para Internet móvil. De esta forma, surgen diversos protocolos de telecomunicación para la transmisión de datos, tanto para la telefonía móvil como para el Internet inalámbrico, dichas tecnologías son conocidas como **WAP** (*Wireless Access Protocol*) y Bluetooth<sup>7</sup>.

En la generación **2.5** es posible el envío-recepción continuo de grupos de datos mediante **IP** (*Internet Protocol*), lo que mejora sustancialmente la navegación a través de la red, permitiendo enviar y recibir imágenes y elementos multimedia a través de sistemas tales como **GPRS** (*General Packet Radio Service*), **HSCSD** (*High Speed Circuit Switched*), **EDGE** (*Enhanced Data Rates for Global Evolution*), **IS-136B** e **IS-95B** entre otros.

Los servicios **EMS** (*Enhanced Messaging Service*) y **MMS** (*Multimedia Message Service*), vinculados a los linderos entre la tecnología telefónica **2.5G** y **3G**, ofrecen mejoras en el servicio **SMS** que les permiten recibir mensajes de texto de dimensiones ilimitadas, inserción de melodías, imágenes e incluso animaciones. En el caso del **MMS**, está posibilitado para el envío y recepción de todo tipo de elementos multimedia, incluidos vídeos; lógicamente, para utilizar **EMS** y **MMS** se requieren terminales de telefonía móvil aptos para tales fines.

La generación **2.5G** se caracteriza por el aumento de la velocidad en la transmisión de datos utilizando redes de conmutación de paquetes. El brinco directo a la tercera generación, fue complicado por lo que se optó por crear una generación intermedia entre la **2G** y **3G**. **EDGE** y **GPRS** son los ejemplos más característicos de esta generación. Las velocidades de transmisión máximas son 384 Kbps para **EDGE** y 115 Kbps para **GPRS**.

---

<sup>7</sup> **Bluetooth**. Especificación para la industria de la informática y de las Telecomunicaciones que describe cómo se pueden interconectar sin necesidad de cables dispositivos como teléfonos móviles, Asistentes Personales Digitales ( PDAs), ordenadores, y muchos otros aparatos, ya sea en el hogar, la oficina, el automóvil..

El sistema característico de los operadores cuya tecnología base es **CDMA** se llama "**CDMA 2000 1X**" y trabaja a una velocidad máxima de 144 Kbps.

#### **1.1.4 Tecnología celular de tercera generación (3G)**

La tercera generación optimiza la transmisión digital de señales con el perfeccionamiento de la tecnología **CDMA**, usada en la segunda generación. Actualmente las tecnologías usadas por diversos países, son **WCDMA** (*Wideband Code Division Multiple Access*) y la **CDMA2000**, aunque no son compatibles entre sí, permiten incrementar la velocidad de transmisión hasta 2Mbps.

Con estas tecnologías, los servicios personales de comunicación introducen la telefonía celular multimedia, además de poder hacer videoconferencia, almacenamiento y transmisión de imágenes en tiempo real.

En nuestros días, la tendencia del comercio electrónico compartirá las transacciones digitales con el comercio móvil, de hecho ya hay navegadores y terminales para las compras móviles. Esta generación ya entró en Estados Unidos, Europa Occidental y Japón, y de acuerdo con investigaciones de la Company Press Releases and Statements, México actualmente se encuentra en el periodo de pruebas, y a finales del próximo año estará en operación.

# CAPÍTULO II

## 2 Conceptos básicos

En este punto se describen los conceptos y definiciones más básicas, cuyo concepto debe estar bien claro a la hora de hablar de telefonía celular. En primer lugar, el nombre de telefonía celular proviene de que la zona de cobertura deseada se divide en zonas más pequeñas llamadas células o celdas. Aunque la mayoría de los conceptos que se relatarán a continuación podrían ser aplicables a otros sistemas de radiocomunicaciones, como podría ser la cobertura, pero en esta ocasión se ha preferido particularizar estos conceptos para el caso de una red celular.<sup>8</sup>

### 2.1 Sistemas celulares

El concepto de sistema celular fue un gran avance en la resolución del problema de la congestión espectral y de la capacidad del usuario ya que ofrecía una gran cantidad de canales de voz en una localización limitada del espectro sin grandes cambios tecnológicos. La idea de un sistema celular consiste en un sistema basado en varios niveles de celdas: un transmisor de gran potencia (celda grande) con muchos transmisores de baja potencia (celdas pequeñas), cada una proporcionando cobertura a sólo una pequeña porción del área de servicio. A cada estación base se le asigna una porción del número total de canales disponibles en el sistema completo, y a las estaciones base cercanas se les asignan diferentes grupos de canales de forma que los canales disponibles son asignados en un número relativamente pequeño de estaciones base vecinas. A las estaciones base vecinas se les asigna diferentes grupos de canales de forma que las interferencias entre las estaciones base y los usuarios móviles bajo su control se reducen. Espaciando sistemáticamente las

---

<sup>8</sup> Kuhlmann Federico, Alonso Antonio, **Información y Telecomunicaciones**, 2ª. Ed., Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 2002.

estaciones base y sus grupos de canales a través de un mercado, los canales disponibles se distribuyen a través de una región y pueden ser reutilizadas tantas veces como sea necesario, siempre que la interferencia entre estaciones con el mismo canal se mantenga por debajo de los niveles aceptables.

Conforme crece la demanda de servicios, se debe incrementar el número de estaciones base, proporcionando una capacidad de radio adicional sin incremento en el espectro asignado. Este principio es el fundamento de todos los modernos sistemas de comunicaciones inalámbricos, y en particular de **GSM** (*Global System for Mobile communications*).

## 2.2 Célula o celda

Célula es cada una de las unidades básicas de cobertura en que se divide un sistema celular (Figura 2.1). Cada célula contiene un transmisor que puede estar en el centro de la célula, si las antenas utilizadas usan un modelo de radiación omnidireccional, o en un vértice de la misma, las antenas tienen un diagrama directivo y transmiten un subconjunto del total de canales disponibles para la red celular a instalar. Cada célula, además de varios canales de tráfico, tendrá uno o más canales de señalización o control para la gestión de los recursos de radio y la movilidad de las terminales de usuarios conectadas a ésta.

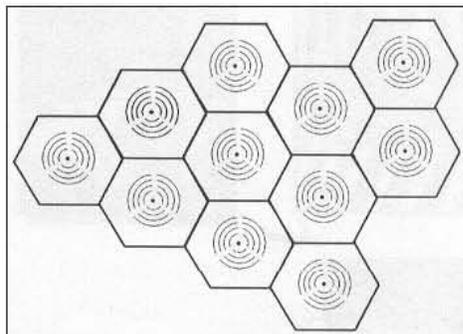


Figura 2.1

El área de las celdas se modela de forma hexagonal, de esta forma es posible agruparlas sin dejar huecos como lo haría un modelo circular (Figura 2.2).

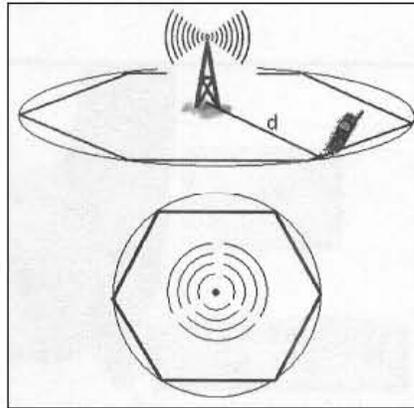


Figura 2.2

## 2.3 La red celular

Bajo este epígrafe se trata de describir, de manera genérica, los diferentes subsistemas de que consta cualquier red celular, teniendo en cuenta sus características básicas.

### 2.3.1 Radio

El subsistema de radio o la radio, es el que realiza el enlace entre las terminales móviles y las redes terrenas. El diseño de esta red es tremendamente importante en la configuración de una red celular, y gran parte del éxito o fracaso de la calidad de una red pasa por la planificación adecuada de este subsistema.

### 2.3.2 Conmutación

La conmutación o estructura de red es el subsistema encargado de llevar las comunicaciones por tierra desde la estación base a la que se conecta el móvil hasta su conexión con la red destino de la llamada (generalmente la red fija) o hacia otra estación base a la que se encuentra conectado otro móvil. Se incluyen dentro de los sistemas de red todas aquellas bases de datos que apoyan a las distintas funciones del sistema.

### **2.3.3 Transmisión**

Es la estructura de enlaces que soporta las comunicaciones entre los diversos elementos de red. Es un elemento importante en la planificación, dado que implica grandes costes de explotación (y al que no se presta la debida importancia por ser poco “llamativo” cuando se explican las funcionalidades y capacidades de una red celular). Este subsistema es común en cualquier red de telecomunicación.

### **2.3.4 Operación y mantenimiento**

Otro de los subsistemas importantes en una red celular es el subsistema de operación y mantenimiento. Suele quedar fuera de todos los planes de estudio, dado que el funcionamiento teórico de la red no necesita de este subsistema. No obstante, no sería posible mantener en un correcto funcionamiento una red de telecomunicaciones sin un sistema de operación y mantenimiento que permita detectar y corregir o al menos, ayudar a solucionar los posibles fallos que se producen a diario en cualquier red.

### **2.3.5 Explotación**

Al igual que el anterior, el subsistema de explotación no suele aparecer en los libros de texto. Es más, los fabricantes de equipos de red sólo dotan a estos de un interfaz hacia el subsistema de explotación, que debe ser comprado o, en el mejor de los casos, desarrollado a medida para el operador.

El subsistema de explotación es el que permitirá al operador cobrar por el uso de su red, así como administrar la base de datos de sus clientes y configurar sus perfiles de usuario en función de las políticas comerciales desarrolladas.

## 2.4 El sistema de celdas

Existe una profusa literatura que dice que las celdas de estos sistemas son hexágonos puros regulares, formando retículas que se agregan unas a otras sin limitación. La realidad es otra, el objetivo de un sistema celular es reutilizar canales, pero al estar estos canales asociados a estaciones base, lo que se hace es repetir estaciones base. Se dice que una estación se repite cuando tiene la misma tabla de frecuencias que otra determinada. Interesa acordar cuantas estaciones como mínimo se necesitan para cubrir una superficie determinada. Pues bien, con tres tipos de estaciones base se puede conseguir ese objetivo sin que queden enfrentadas dos estaciones del mismo tipo, es decir que tengan un mismo grupo de frecuencias.

En condiciones teóricas de terreno llano, las estaciones formarían retículos formando triángulos equiláteros, no obstante la teoría sobre celdas perfectamente hexagonales no se da en la realidad. Las bases se despliegan de forma irregular según el terreno, buscando un mínimo de zonas de sombra. El problema de la red está en determinar la ubicación idónea de las estaciones base para conseguir una mayor cobertura y minimizar las zonas de sombra. Lo habitual de las estaciones base es que tengan un diagrama de radiación omnidireccional, es decir, que transmitan en todas las direcciones con la misma potencia y frecuencias. Si bien y para el mejor aprovechamiento del espectro y de la potencia radiada por las antenas, se puede sectorizar la radiación concentrando la potencia hacia un determinado sector. Se trata así de aprovechar la potencia enviada al móvil, dado que este solo puede estar en un lugar determinado y la potencia enviada en otras direcciones se perdería inútilmente.

Con este sistema se obtiene un más eficiente uso del espectro en zonas de alta densidad de equipos móviles. En este caso la idea es que cada base alimente a tres antenas que radian cada una para un determinado sector en principio de  $120^\circ$ . Este es el caso más común de sectorización, si bien se utilizan además, otras configuraciones. El diagrama de radiación de estas antenas no es uniforme dado que es más intensa en la bisectriz del sector y disminuyendo en los extremos. En la practica en zonas muy congestionadas por la

demanda de comunicaciones móviles los sectores de  $120^\circ$  no son operativos. Normalmente se instalan seis antenas en cada estación base que suponen seis sectores de  $60^\circ$  cada uno en cuyo centro está la estación base de modo que si un móvil sale de un sector y entra en otro que pertenece a la misma estación no se produce handover<sup>9</sup>.

## 2.5 División de celdas (cell-splitting)

Cell-splitting : El splitting es el proceso de subdividir una celda congestionada en celdas más pequeñas, cada una con su propia estación base y la correspondiente reducción en la altura de la antena y de la potencia de transmisión. El splitting incrementa la capacidad de un sistema celular dado que incrementa el número de veces que se reutilizan los canales. Definiendo nuevas celdas que tengan un radio más pequeño que las celdas originales instalando estas pequeñas celdas entre las celdas existentes, se incrementa la capacidad debido al incremento de canales por unidad de área.

Imaginemos que cada celda se reduce de forma que el radio de cada celda se hace la mitad. Para cubrir el área entera de servicio con las celdas más pequeñas, se necesitarían aproximadamente cuatro celdas más. Esto se puede observar si suponemos una celda circular de radio  $R$ . El área cubierta por ese círculo es cuatro veces mayor que el área cubierta por un círculo de radio  $R/2$ . El incremento del número de celdas incrementará el número de clusters en la región de cobertura, que a su vez incrementará el número de canales, y por lo tanto la capacidad en el área de cobertura. El cell-splitting permite al sistema crecer sustituyendo las celdas grandes por otras más pequeñas, sin modificar el esquema de colocación de canales para mantener un factor de reutilización co-canal mínimo entre celdas co-canales.

En cell-splitting, las estaciones base se sitúan en las esquinas de las celdas, y suponemos que el área servida por la estación base  $A$  está saturada de tráfico. Por tanto necesitamos nuevas estaciones base en la zona para incrementar el número de canales en el área y para reducir el área servida por cada estación base. La estación base original ha sido

---

<sup>9</sup> **Handover:** Es la acción de cambio de canal para continuar con una comunicación en curso, ya sea dentro de una celda o hacia una celda adyacente. (Glosario de términos del Reglamento para el Servicio de Telefonía Móvil Celular, RO 10: 24-ago-1998).

rodeada por tres nuevas micro-celdas con sus estaciones base. Las tres celdas más pequeñas se han añadido de forma que se mantenga el plan de reutilización de frecuencias del sistema. En este caso el radio de cada celda es la mitad que el de la celda original.

## 2.6 Cluster o racimo

Lo forman un conjunto de células. Entre todas, agrupan la práctica totalidad de las frecuencias disponibles por la red celular. Sumando varios racimos es como se alcanza la cobertura final del sistema celular, reutilizándose de esta manera las mismas frecuencias en todos los racimos.

## 2.7 Cobertura

En sentido genérico, se entiende por cobertura la zona desde la cual una terminal móvil puede comunicarse con las estaciones base y viceversa. Es en el primer parámetro en que se piensa al diseñar una red de comunicaciones móviles, ya que es la zona que dará servicio a las terminales móviles.

En primer lugar, la cobertura o el radio de alcance de una red es la composición de la suma de todas sus estaciones base. A la hora de planificar una red, desde el punto de vista de la cobertura, el primer dato que se necesita saber es la zona que se desea cubrir, o zona de servicio.

Si se parte de esta única hipótesis, dada un área a cubrir, sería necesario un número de células tal que la suma de las áreas cubiertas por dichas células, a una altura determinada y transmitiendo a su máxima potencia, fuera igual al área a cubrir.

Ahora bien, debemos tener en cuenta que no basta con realizar el cálculo de potencia en el sentido de estación base a móvil; también es necesario que el móvil, en función de su capacidad de transmisión, pueda llegar hasta la estación base. Por ello, la cobertura de la red debe planificarse teniendo en cuenta las condiciones de transmisión en

las que se encuentra el móvil; esto denomina realizando un balance de enlace. Actualmente, las redes se diseñan teniendo en cuenta varios tipos de móviles: la máxima cobertura se ofrece para terminales instaladas en vehículos con antena exterior, también se realizan provisiones para equipos portátiles en el exterior y en el interior de vehículos, sin antena externa.

Debido a las características particulares del trayecto radioeléctrico, únicamente puede hablarse de cobertura en sentido estadístico. Esto implica que, las áreas que se representan teóricamente cubiertas, lo están en un determinado porcentaje de ubicaciones y de tiempo.

Hasta aquí todo es aplicable a casi cualquier sistema que tenga la radio como medio de transmisión. Lo que diferencia a un sistema celular es que, en zonas de alta densidad de tráfico, es capaz de utilizar más eficientemente que otros sistemas el limitado espectro radioeléctrico que tiene asignado. Esto implica un diseño de la red de radio denominado “celular”, que es lo que le da el nombre al sistema. Esto consiste en dividir el área a cubrir en un número de células suficientemente grande, que permita la reutilización de frecuencias. Desde el punto de vista de cobertura, lo que esta división en pequeñas células implica es que la cobertura de cada célula va a estar limitada por interferencia; es decir, el diseño se hará de forma tal que las células que utilizan los mismos canales de radio emitan a una potencia suficientemente baja para no interferirse entre si y a su vez, no interferir a los móviles a los que está dando servicio. En definitiva, el máximo alcance de una célula sólo se podrá conseguir en lugares de poca densidad de tráfico, que no son los más adecuados para este tipo de sistemas.

## **2.8 Capacidad**

Es la cantidad de tráfico que puede soportar este tipo de sistemas. El diseño de una red celular está pensado para soportar, gracias a la compartición de canales y a la división celular, una gran capacidad de tráfico.

Al ser un sistema de concentración de canales, la capacidad por cada bloque de canales se calcula mediante la aplicación de la fórmula de Erlang B, es decir, como un sistema de llamadas perdidas (sin colas).

La capacidad que aporta este tipo de sistemas es función del número de canales utilizado, o ancho de banda disponible, del tamaño de las células y de la configuración en racimos o clusters. La capacidad será mayor cuanto mayor ancho de banda se disponga, cuanto menor sea la célula y cuantas menos células sean necesarias por cluster. Este último parámetro estará fuertemente ligado a la relación de interferencia co-canal que el sistema sea capaz de soportar. Respecto al tamaño de la célula, este estará limitado por la capacidad del protocolo de gestión de la movilidad y por la velocidad a la que se desplacen los móviles en la zona de servicio.

El diseño de la capacidad de los sistemas se realiza por zonas, tomando cada estación base independientemente, suponiendo el caso de tráfico más desfavorable; es decir, el tráfico en la hora más cargada.

## **2.9 Señalización**

Por señalización se entiende toda comunicación dedicada a gestionar los recursos del sistema para permitir la comunicación. Al hablar de comunicaciones celulares, se va a tratar de forma diferente la señalización asociada a la transmisión de radio y la relativa a la propia estructura de red. Ambos tipos de señalización sirven a los mismos propósitos, y sólo se diferencian por el tipo de entidades a las que ponen en comunicación. Funcionalmente, se podría distinguir entre: señalización destinada a la gestión de interfaz de radio y la señalización destinada a la gestión de la localización, los cuales se describen a continuación.

### **2.9.1 Señalización destinada a la gestión de la interfaz de radio**

Dado que el número de canales de radio es mucho menor que el número total de usuarios potenciales, los canales bidireccionales sólo se asignan si se necesitan. Esta es la

principal diferencia con la telefonía estándar, donde cada terminal está continuamente unido a un conmutador haya o no haya llamada en progreso.

En una red móvil como **GSM**, los canales de radio se asignan dinámicamente. En **GSM**, así como en otros sistemas de telefonía celular, el usuario que está en espera permanece atento a las posibles llamadas que se puedan producir escuchando un canal específico. Este canal transporta mensajes llamados mensajes de búsqueda (paging messages): su función es la de advertir que un usuario móvil está siendo llamado. Este canal es emitido en todas las celdas, y el problema de la red es determinar en qué celdas llamar a un móvil cuando se le necesite.

El establecimiento de cualquier llamada, ya sea el móvil origen o destino de la llamada, requiere medios específicos por los cuales la estación móvil pueda acceder al sistema para obtener un canal. En **GSM**, este procedimiento de acceso se realiza sobre un canal específico del móvil a la base. Este canal, que envía además de otra información, los mensajes de búsqueda, es conocido en **GSM** como canal común, dado que lleva información hacia y desde el móvil al mismo tiempo. Los canales asignados durante un periodo de tiempo a un móvil se les llaman canales dedicados. Basados en esta distinción se pueden definir dos macro-estados:

- Modo desocupado (idle), en el que el móvil escucha; la estación móvil no tiene ningún canal para sí misma.
- Modo dedicado, en el que se asigna un canal bidireccional a la estación móvil para sus necesidades de comunicación, permitiéndole a éste intercambiar información punto a punto en ambas direcciones.

El procedimiento de acceso es una función particular que permite a la estación móvil alcanzar el modo dedicado desde el idle.

### 2.9.2 Señalización destinada a la gestión de la localización

La movilidad de los usuarios en un sistema celular es la fuente de mayores diferencias con la telefonía fija, en particular con las llamadas recibidas. Una red puede encaminar una llamada hacia un usuario fijo simplemente sabiendo su dirección de red (p. ej. los números de teléfonos), dado que el conmutador local, al cual se conecta directamente la línea del abonado, no cambia. Sin embargo en un sistema celular la celda en la que se debe establecer el contacto con el usuario cambia cuando éste se mueve. Para recibir llamadas, primero se debe localizar al usuario móvil, y después el sistema debe determinar en qué celda está actualmente.

En la práctica se usan tres métodos diferentes para tener este conocimiento.

- En el primer método, la estación móvil indica cada cambio de celda a la red. Se le llama actualización sistemática de la localización al nivel de celda. Cuando llega una llamada, se necesita enviar un mensaje de búsqueda sólo a la celda donde está el móvil, ya que ésta es conocida.
- Un segundo método sería enviar un mensaje de página a todas las celdas de la red cuando llega una llamada, evitándonos así la necesidad de que el móvil esté continuamente avisando a la red de su posición.
- El tercer método es un compromiso entre los dos primeros introduciendo el concepto de área de localización.

Un área de localización es un grupo de celdas, cada una de ellas pertenecientes a un área de localización simple. La identidad del área de localización a la que una celda pertenece se les envía a través de un canal de difusión (broadcast<sup>10</sup>), permitiendo a las estaciones móviles saber el área de localización en la que están en cada momento. Cuando una estación móvil cambia de celda se pueden dar dos casos:

---

<sup>10</sup> **Broadcast.** Método de transmisión utilizado en topologías de red de bus, que envían mensajes a todas las estaciones aún cuando los mensajes sean direccionados a una estación específica.

Primero ambas celdas están en la misma área de localización: la estación móvil no envía ninguna información a la red. Y en segundo caso cuando las celdas pertenecen a diferentes áreas de localización: la estación móvil informa a la red de su cambio de área de localización.

Cuando llega una llamada solamente se necesita enviar un mensaje a aquellas celdas que pertenecen al área de localización que se actualizó la última vez. **GSM** utiliza este último método.

## 2.10 Interferencia

La interferencia es el principal factor que limita el desarrollo de los sistemas celulares. Las fuentes de interferencias incluyen a otras estaciones móviles dentro de la misma celda, o cualquier sistema no celular que de forma inadvertida introduce energía dentro de la banda de frecuencia del sistema celular. Las interferencias en los canales de voz causan el "cross-talk", consistente en que el abonado escucha interferencias de fondo debidas a una transmisión no deseada. Sobre los canales de control, las interferencias conducen a llamadas perdidas o bloqueadas debido a errores en la señalización digital. Las interferencias son más fuertes en las áreas urbanas, debido al mayor ruido de radio frecuencia y al gran número de estaciones base y móviles. Las interferencias son las responsables de formar un cuello de botella en la capacidad y de la mayoría de las llamadas entrecortadas.

Los dos tipos principales de interferencias generadas por sistemas son las interferencias co-canal y las interferencias entre canales adyacentes. Aunque las señales de interferencia se generan frecuentemente dentro del sistema celular, son difíciles de controlar en la práctica (debido a los efectos de propagación aleatoria). Pero las interferencias más difíciles de controlar son las debidas a otros usuarios fuera de la banda de frecuencias asignada (como otros sistemas celulares, por ejemplo), que llegan sin avisar debido a los productos de intermodulación intermitentes o a sobrecargas en la terminal de otro abonado. En la práctica, los transmisores de portadoras de sistemas celulares de la

competencia, son frecuentemente una fuente significativa de interferencias fuera de banda, dado que la competencia frecuentemente coloca sus estaciones base cerca, para proporcionar una cobertura comparable a sus abonados.

### **2.10.1 Interferencia co-canal y capacidad del sistema**

La reutilización de frecuencias implica que en un área de cobertura dada haya varias celdas que usen el mismo conjunto de frecuencias. Estas celdas son llamadas celdas co-canales, y la interferencia entre las señales de estas celdas se le llama interferencia co-canal. Al contrario que el ruido térmico, que se puede superar incrementando la relación señal ruido **SNR** (*Signal to Noise Ratio*), la interferencia co-canal no se puede combatir simplemente incrementando la potencia de portadora de un transmisor. Esto es debido a que un incremento en la potencia de portadora de transmisión de una celda, incrementa la interferencia hacia las celdas co-canales vecinas. Para reducir la interferencia co-canal las celdas co-canales deben estar físicamente separadas por una distancia mínima que proporcione el suficiente aislamiento debido a las pérdidas en la propagación.

### **2.10.2 Interferencia entre canales adyacentes**

Entran en este apartado las interferencias procedentes de señales que son adyacentes en frecuencia a la señal deseada. Estas interferencias están producidas por la imperfección de los filtros en los receptores que permiten a las frecuencias cercanas colarse dentro de la banda pasante. El problema puede ser particularmente serio si un usuario de un canal adyacente está transmitiendo en un rango muy próximo al receptor de un abonado, mientras que el receptor está intentando recibir una estación base sobre el canal deseado. A esto se le suele llamar efecto “nearfar”, donde un transmisor cercano (que puede ser o no del mismo tipo que el usado en el sistema celular) captura al receptor del abonado. Otra forma de producir el mismo efecto es cuando un móvil cercano a una estación base transmite sobre un canal cercano a otro que está usando un móvil débil. La estación base puede tener dificultad para discriminar al usuario móvil deseado del otro debido a la proximidad entre los canales.

Este tipo de interferencias se pueden minimizar filtrando cuidadosamente, y con una correcta asignación de frecuencias. Dado que cada celda maneja sólo un conjunto del total de canales, los canales a asignar en cada celda no deben estar próximos en frecuencias.

### 2.10.3 Control de potencia para la reducción de interferencias

En los sistemas celulares de radio, los niveles de potencia transmitida por cada unidad de los abonados, están bajo un control constante por las estaciones base servidoras. Esto se hace para asegurar que cada móvil transmita la potencia más baja necesaria. El control de potencia no sólo hace que dure más la batería, sino que también reduce mucho la señal de interferencia (S/I) del canal inverso.

## 2.11 Atenuantes de la señal

La atenuación representa la degradación de las señales al pasar por un medio de transmisión; generalmente, la atenuación se incrementa con la frecuencia y la longitud del cable; muy a menudo se expresa como una relación en decibeles, los principales atenuantes de la señal son la reflexión, difracción, las multitrayectorias y el esparcimiento que a continuación se explican.

### 2.11.1 Reflexión

Obstáculos con dimensiones mayores a la longitud de onda de la señal. La onda va perdiendo energía y recorre mayor distancia (Figura 2.3).



Figura 2.3

### 2.11.2 Difracción

Obstáculos con dimensiones menores o comparables con la longitud de onda de la señal. El obstáculo se convierte en un “foco” de ondas (Figura 2.4).

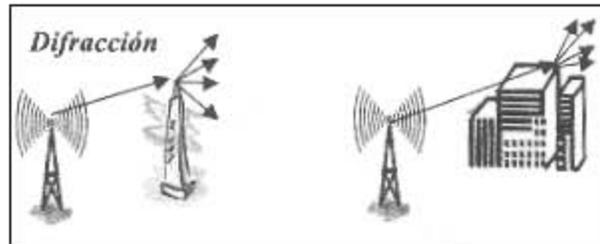


Figura 2.4

### 2.11.3 Multitrayectorias

Debido a las reflexiones que existen, o a la propagación anómala de la señal, las señales pueden seguir diferentes caminos y llegar en diferentes tiempos y fases al receptor (Figura 2.5).

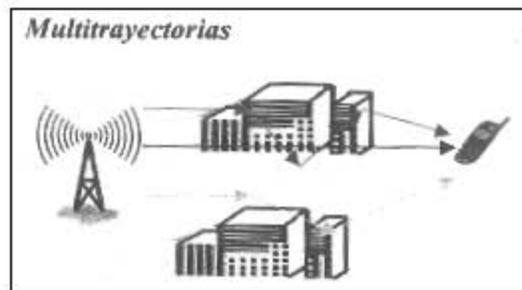


Figura 2.5

### 2.11.4 Esparcimiento

Ocasionado por partículas en el medio, pueden ser: gotas de lluvia, granizo, nieve y más (Figura 2.6).

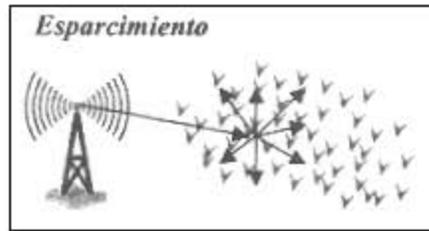


Figura 2.6

## 2.12 Reutilización de frecuencias

Esta es la técnica que permite diferenciar a los sistemas de concentración de canales frente al resto. Se trata de tomar todo el grupo de frecuencias asignado a la red y, dividiendo el grupo en varios subgrupos (células) y ordenándolo según una estructura celular (racimo) se pueden construir grandes redes con las mismas frecuencias sin que estas interfieran entre sí.

Los sistemas de radio celulares se basan en la colocación inteligente así como de la reutilización de los canales a través de una región de cobertura. Al proceso de diseño de seleccionar y colocar grupos de canales en todas las estaciones base dentro de un sistema, se le llama reutilización de frecuencias o planificación de frecuencias.

La reutilización de frecuencias, donde las celdas con la misma letra utilizan el mismo grupo de canales. La forma hexagonal de la celda es conceptual y es un modelo simple de la cobertura de radio para cada estación base, pero ha sido universalmente adoptado dado que el hexágono permite un análisis fácil y manejable de un sistema celular. La cobertura real de una celda se conoce como huella (footprint) y se determina de los modelos de campo o de los modelos de predicción de la propagación.

Cuando se usan hexágonos para modelar las áreas de cobertura, los transmisores de las estaciones base pueden estar bien en el centro de las celdas o bien en tres de las esquinas de las seis de las celdas. Normalmente las antenas omnidireccionales se suelen colocar en el centro de las celdas, y las antenas de dirección selectiva se suelen colocar en las esquinas de las celdas.

### 2.13 “Hand-over”, “handoff” o “traspaso”

Es como se denomina al proceso de pasar una comunicación en un mismo móvil de un canal a otro (Figura 2.7). A este proceso de transferencia automática de una comunicación de voz o datos en progreso de una celda a otra para evitar los efectos adversos de los movimientos del usuario se le llama handover o handoff. Este proceso requiere primero algunos medios para detectar la necesidad de cambiar de celda mientras se está en el modo dedicado (preparación del handover), y después se requieren los medios para conmutar una comunicación de un canal en una celda dada a otro canal en otra celda, de una forma que no sea apreciable por el usuario.

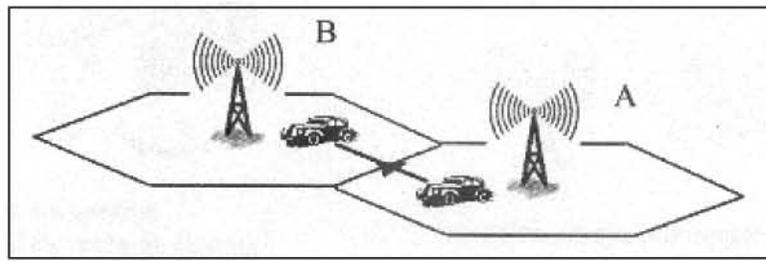


Figura 2.7

### 2.14 Repetidores

Es un dispositivo que toma una señal de un punto donde se tiene cobertura y donde la señal empieza a degradarse o pierde potencia (Figura 2.8).

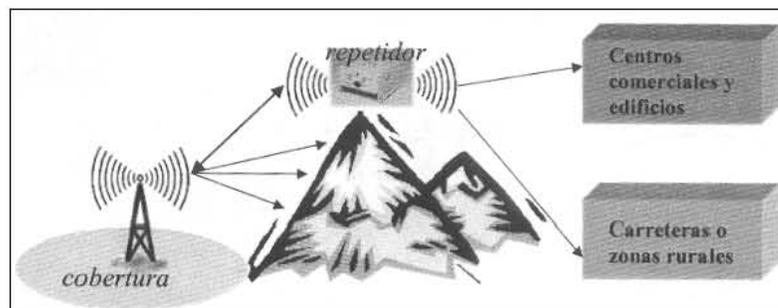


Figura 2.8

### **2.15 HLR ( Home Location Register )**

Base de datos donde se contiene toda la información del usuario pertinente para la provisión del servicio de telefonía móvil. Los sistemas de altas y bajas de los operadores actuarán contra esta base de datos para actualizar las características del servicio de cada cliente. También hay en el **HLR** información actualizada sobre la situación actual de sus móviles.

### **2.16 VLR (Visitor Location Register )**

Es la base de datos en donde se contiene toda la información del usuario necesaria para la provisión de los servicios durante la utilización de los mismos. El **VLR** tiene una copia de parte de los datos del **HLR**, referidos a aquellos clientes que se han registrado en la zona controlada por dicho **VLR**.

### **2.17 Área de localización**

Está formada por un conjunto de células, y determina el área donde se encuentra el móvil y las células a través de las cuales se emitirá un mensaje de búsqueda para este móvil, en caso de llamadas entrantes al mismo.

### **2.18 Registro**

Es el proceso mediante el cual un móvil se comunica a la red que está disponible para realizar y recibir llamadas. La red, por su parte, llevará a cabo una serie de intercambios de información con sus bases de datos antes de permitir o “registrar” al móvil. Gracias a este registro, la red sabrá en cada momento dónde localizar dicho móvil en caso de llegarle una llamada entrante.

### 2.19 “Roaming” o “itinerancia”

Es la capacidad que ofrece una red móvil para poder registrarse en cualquier **VLR** de la red. Actualmente, este concepto está comúnmente asociado al registro de un móvil en una red distinta de la propia.

La palabra roaming significa moverse alrededor de. Roaming fue adoptada para ser usada en telefonía celular para describir el efecto en el que el abonado móvil pueda moverse de un área de servicio a otra mientras que está utilizando la misma terminal. El servicio a los abonados móviles visitantes puede ser brindado automáticamente o con asistencia de operadora. Esto indica dos tipos de roaming:

- Roaming Automático
- Roaming Manual

En los sistemas de telecomunicaciones accedidos a través de un enlace fijo, la elección de qué red proporciona el servicio está hecha desde el principio. Cuando se introduce la movilidad, todo cambia. Diferentes servidores pueden proporcionar servicio a un usuario dado dependiendo de dónde esté. Cuando cooperan diferentes operadores de red, pueden usar esta posibilidad para ofrecer a sus abonados un área de cobertura mucho mayor que cualquiera de ellos pudiera ofrecer por sí mismo. A esto es a lo que se llama “roaming”, y es una de las características principales de la red **GSM**.

El roaming se puede proporcionar sólo si se dan una serie de acuerdos administrativos y técnicos. Desde el punto de vista administrativo, se deben resolver entre los diferentes operadores cosas tales como las tarifas, acuerdos de abonados, etc.. La libre circulación de las estaciones móviles también requiere de cuerpos reguladores que convengan el reconocimiento mutuo de los tipos de convenios. Desde el punto de vista técnico, algunas cosas son una consecuencia de problemas administrativos, como las tarifas de la transferencia de llamadas o la información de los abonados entre las redes. Otras se

necesitan para poder realizar el roaming, como son la transferencia de los datos de localización entre redes, o la existencia de una interfaz de acceso común.

Este último punto es probablemente el más importante. Éste hace que el abonado deba tener un accesorio simple del equipo que lo habilite para acceder a las diferentes redes. Para hacer esto posible, se ha especificado una interfaz de radio común de forma que el usuario pueda acceder a todas las redes con la misma estación móvil.

# CAPÍTULO III

## 3 El sistema GSM (Global System for Mobile communications)

El sistema global para comunicaciones móviles (**GSM**) es una tecnología inalámbrica de segunda generación (**2G**) que presta servicios de voz de alta calidad, así como servicios de datos conmutados por circuitos en una amplia gama de bandas de espectro, entre ellas las de 850, 900, 1800 y 1900 MHz. **GSM** es una tecnología digital **PCS** (*Personal Communications Service*), además de utilizarse **GSM** como sobrenombre genérico para denominar a una familia de tecnologías que incluye **GPRS** (*General Packet Radio Service*), **EDGE** (*Enhanced Data for GSM Evolution*) y **UMTS/WCDMA**<sup>11</sup>, (*Universal Mobile Telecommunications System/Wideband Code Division Multiple Access*) que provee una evolución fluida y costo-efectiva a la tercera generación (**3G**). Se prevé que **GSM** llegará a representar el 85% de los clientes de la próxima generación en todo el mundo.

**GSM** es la tecnología inalámbrica más ampliamente utilizada en el mundo, con más de 680 redes en más de 205 países y territorios y más de mil millones de clientes en todo el mundo, lo que representa el 72% de todos los clientes inalámbricos.

**GSM** permite que varios usuarios compartan un mismo canal de radio merced a una técnica llamada multiplexado por división de tiempo **TDM** (*Time Division Multiplexing*), mediante la cual un canal se divide en seis ranuras de tiempo. Para la transmisión, a cada llamada se le asigna una ranura de tiempo específica, lo que permite que múltiples llamadas compartan un mismo canal simultáneamente sin interferir con las demás. Este diseño garantiza un uso efectivo del espectro y provee siete veces mayor capacidad que la tecnología analógica como **AMPS** (*Advanced Mobile Phone System*) que es una tecnología

---

<sup>11</sup> [http://www.3gamericas.org/English/Tecnology\\_Center/UMTS.cfm](http://www.3gamericas.org/English/Tecnology_Center/UMTS.cfm)

de primera generación (1G). **GSM** también utiliza una técnica llamada salto de frecuencias **FHSS** (*Frequency Hopping Spread Spectrum*) que minimiza la interferencia de las fuentes externas y hace que las escuchas no autorizadas sean virtualmente imposibles.

### 3.1 Historia de la tecnología GSM

Desde el principio de los 80`s, después de que el **NMT** (*Nordic Mobile Telephone*), sistema de telefonía móvil analógico de cobertura escandinava, funcionara con éxito, fue obvio que varios países europeos con los sistemas analógicos existentes, tuvieran limitaciones. Primero, la potencial demanda de servicios móviles fue mayor a la capacidad esperada de las existentes redes analógicas. Segundo, las diferentes formas de operación no ofrecían compatibilidad para los usuarios móviles fuera de la zona de cobertura: una terminal **TACS**<sup>12</sup> (*Total Access Communication System*) no podía acceder dentro de una red **NMT** y viceversa. Además, el diseño de un nuevo sistema de telefonía celular requería tal cantidad de investigación que ningún país europeo podía afrontarlo de forma individual. Todas estas circunstancias apuntaron hacia el diseño de un nuevo sistema, hecho en común entre varios países.

El principal requisito previo para un sistema de radio común, es el ancho de banda radioeléctrico. Esta condición había sido ya prevista unos pocos años antes, en 1978, cuando se decidió reservar la banda de frecuencia de  $900 \pm 25$  MHz para comunicaciones móviles en Europa.

La historia la podemos situar cuando en 1982 la **CEPT** (*Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones*) tomo dos decisiones.

- La primera fue, establecer un equipo con el nombre de (*Groupe Special Mobile*) de aquí viene la abreviatura **GSM**, que engloba un conjunto de estándares para una futura red celular de comunicaciones móviles de ámbito paneuropeo.
- La segunda fue recomendar la reserva de dos subbandas de frecuencias próximas a 900 Mhz para este sistema.

---

<sup>12</sup> **TACS** (Total Access Communication System). Servicio de telefonía móvil analógico puesto en funcionamiento en el Reino Unido en 1985.

Estas decisiones fueron tomadas para tratar de solventar los problemas que se habían creado con el desarrollo descoordinado de sistemas móviles celulares individualmente en los diferentes países de la **CEPT**, pues eran incompatibles.

Dos de estos problemas eran, el no poder disponer de una misma terminal al pasar de un país al otro y el otro el no disponer de un mercado propio suficientemente extenso que dificulta una industria europea de sistemas móviles competitiva a nivel mundial.

En 1984 empieza a surgir otro factor adicional, los sistemas celulares de la primera generación, y en particular en los países del norte de Europa, experimentan una aceptación y penetración en el mercado extraordinariamente superior a la prevista.

En 1986 las cifras indicaban la saturación de la capacidad de estos sistemas para principio de la década de los 90. Ante esto surgió la tentación de utilizar parte de las subbandas de frecuencias destinadas al **GSM** como ampliación de las usadas por los sistemas móviles celulares de primera generación. (sistema 900).

En consecuencia la Comisión de las Comunidades Europeas emitió una directiva en la que reservaban dos subbandas de frecuencias en la banda de 900 Mhz, para el sistema paneuropeo, que empezaría a funcionar en 1991, pero más pequeñas que las recomendadas por la **CEPT**. Asimismo contemplaba que las frecuencias en estas subbandas que estuvieran siendo utilizadas por sistemas móviles celulares de la primera generación (analógicos), deberían abandonarlas en los próximos diez años (o sea hasta el 2001) que es la vida que les quedaba a los sistemas analógicos. Mientras tanto los miembros del **GSM** realizaban excelentes progresos en el desarrollo y acuerdo de estándares.

Se adoptó la decisión de que el sistema sería digital, en lugar de analógico lo que redundaría en mejorar la eficiencia espectral, mejor calidad de transmisión, posibilidades de nuevos servicios y otras mejoras como la seguridad. También permitiría la utilización de tecnología VLSI, pudiendo fabricar terminales móviles más pequeñas, baratas y en definitiva el uso de este sistema digital complementaría el desarrollo de la Red Digital de

Servicios Integrados **RDSI** (*Red Digital de Servicios Integrados*) con la que **GSM** debe tener un interface. Se siguieron haciendo progresos y el 7 de septiembre de 1987 trece operadores de red europeos formaron un **MoU** (*Memorandum of Understanding*) para continuar con el proyecto y lanzarlo el 1 de julio de 1991. Esto fue seguido con la invitación simultánea hecha el 29 de febrero de 1988 a todos los operadores de red involucrados en el sistema. Pronto se dieron cuenta de que había más problemas de los previstos. Por lo que se acordó que se efectuaría el desarrollo de la especificación en dos fases. Además la implantación en términos geográficos se vislumbró que debía realizarse en fases, empezando por ciudades importantes y aeropuertos y se seguiría con autopistas, calculando que se tardarían años en lograr un servicio completo a todo Europa.

En 1988 se inicio una intensa actividad en pruebas de validación particularmente en relación con el interface Radioléctrico. Como resultado se ajustaron ligeramente las especificaciones **GSM** y se pudo comprobar que el sistema funcionaria.

No se alcanzo la fecha acordada de 1 de julio de 1991 para el lanzamiento comercial del sistema **GSM**. A ello contribuyeron el retraso del desarrollo y acuerdo de pruebas de certificación, la necesidad de modificar algunas especificaciones **GSM** ya que la complejidad técnica del desarrollo de terminales portátiles se tarde en resolver más de lo previsto.

Fue en junio de 1992 cuando aparecieron los portátiles de mano. El servicio comercial del sistema **GSM** llego en 1992, si bien el tamaño de las áreas de cobertura y el numero de usuarios era bastante dispar. Las redes que estaban funcionando se basaban en las especificaciones de la fase 1 y no todos los servicios contemplados en la fase 1 estaban disponibles.

A finales de 1993 el numero de operadores que habían firmado el **MoU** había aumentado de trece a cuarenta y cinco, entre los que estaban la mayor parte del mundo excepto América del Norte y Japón. Treinta redes **GSM** estaban en servicio con cerca de un millón de abonados en todo el mundo. A finales del 1994 el numero de miembros del **MoU**

había crecido a 102 operadores de red y Administraciones reguladores de Telecomunicaciones de 60 países.

El mercado de redes y equipamientos **GSM** se ha extendido mas allá de las fronteras de Europa occidental. Europa del Este, Oriente, Asia, África y Oceanía son áreas donde existen sistemas **GSM** operativos. Actualmente la mayor parte de los firmantes del **MoU** no pertenecen a países europeos. Esta amplitud del mercado es la razón por la que las siglas **GSM** han tomado otra acepción (*Global System for Mobile communications*) que es diferente de la original de 1982.

En resumen la elaboración del estándar **GSM** llevó casi una década. Las principales metas alcanzadas se muestran en la Tabla 3.1.

FECHAS	LOGROS
1982	Se crea el "Grupo Especial Móvil" dentro del CEPT.
1986	Se crea un Núcleo Permanente.
1987	Se escogen las principales técnicas de transmisión de radio basadas en la evaluación de un prototipo.
1989	GSM se convierte en un comité técnico del ETSI.
1990	La fase 1 de las especificaciones del GSM900 se finalizan y se comienza con el estándar DCS1800.
1991	Comienzan a funcionar los primeros sistemas (Telecom 91 de exhibición).
1992	La mayoría del los operadores europeos de GSM900 comienzan las operaciones comerciales

Tabla 3.1 Logros alcanzados por GSM.

### 3.2 La evolución de GSM

Con **GSM** se puede transmitir voz y datos, pero hasta ahora el uso que se hace para la transmisión de datos es muy bajo, posiblemente debido a que la velocidad que alcanza no es muy elevada, algo que viene a solucionar a corto plazo la nueva generación de **GSM**, conocida como **GSM phase2+**, y, a largo plazo y con mayor ambición, la tercera generación **UMTS** (*Universal Mobile Telecommunications System*). Con una mayor

velocidad de transmisión, muy superior a la actual, serán plenamente operativas aplicaciones como la telefonía móvil, el acceso a Internet (**GSM on the Net**), la videoconferencia, y otras aplicaciones más.<sup>13</sup>

Como se ha indicado, la tendencia hacia sistemas con mayor capacidad y mejores prestaciones parece acelerarse cada vez más, con un crecimiento de los usuarios que supera lo previsto.

A corto plazo, las soluciones basadas en las tecnologías existentes (**GSM** en Europa) van a tener una evolución significativa. El objetivo es lograr un sistema de mayor capacidad y apto para prestar nuevos servicios.

Entre los pasos para el desarrollo de este sistema puede destacarse:

- Aumento de la capacidad. Esto puede lograrse mediante la introducción del sistema **GSM-1800** o por medio de la utilización de células cada vez más pequeñas (evidentemente, a costa de un incremento en los costes de explotación).
- El diseño de una interfaz para radio capaz de soportar la posibilidad de utilizar una codificación binaria a velocidad media, con objeto de lograr una mayor capacidad, implicará reducciones de costes significativas. También se aprobó la utilización del **EFR** (*Enhanced Full Rate*), un nuevo codec que mejora la calidad de la voz transmitida para **GSM** en los canales a velocidad normal.
- Mejora del sistema de señalización en la parte de aplicación móvil del sistema número 7 **MAP** (*la Mobile Application Part*), que permitirán introducir nuevos servicios en las **HLR** (*Home Location Register*) y **MSC** (*Mobile Switching Center*). Esto se hace por medio de la definición de elementos claramente diferenciados, que permiten, por ejemplo, introducir nuevas funcionalidades en la parte de red sin modificar la de radio.

---

<sup>13</sup> Tisal Joachim, **The GSM network: GPRS evolution: One step towards UMTS**, 2ª. Ed., John Wiley, New York 2001.

- Nuevos servicios de llamadas a grupo para responder a los requisitos de los usuarios como la **UIC** (*Unión Internacional des Chemins de Fer*) que convertirán al **GSM** en una alternativa a los sistemas de grupo cerrado.
- La definición completa del **GPRS** que permitirá la introducción de un sistema de paquetes no orientado a conexión. Este aspecto es uno de los más complejos, ya que afecta al diseño de elementos esenciales del sistema **GSM**, tanto en la parte de radio como en la de red. Asimismo, está en estudio la definición de servicios de datos a alta velocidad.
- Para mejorar la capacidad de transporte de servicios multimedia, se ha definido también la utilización de varios intervalos de la trama **TDMA**, simultáneamente para cada usuario. Así, sin modificaciones de importancia en la parte de red, será posible cursar tráfico de hasta 8 x 9.6 Kbit/s.
- Para la introducción de nuevos servicios en **GSM** y el soporte de los denominados **SOSS** (*Support of Operator Specific Services*) es esencial asegurar la conexión de la red **GSM** con la **RI** (*Red Inteligente*). Esta actividad se está realizando por medio de la definición del servicio **CAMEL** (*Customized Applications for Mobile Enhanced Logic*). El objetivo es lograr que cuando un abonado se encuentre en una red no propia (roaming) pueda gozar de los servicios suplementarios (no estándar del **GSM**) definidos en su red propia y especificados en su **HLR**. Esto lleva consigo la necesidad de que el control de la llamada y la provisión del servicio se realice, en gran parte, desde la red de origen. La implementación de este tipo de conceptos implica que los operadores deben permitir a otros operadores, o suministradores de servicio, el acceso a sus redes, incluyendo la señalización.

Otras mejoras importantes, que está previsto se realicen al **GSM**, conciernen al **SMS** (*Short Message Service*). La idea es lograr que el **SMS** pase de ser un simple servicio de paging al usuario para convertirse en un sistema de comunicación entre la red y la **SIM** card (tarjeta de identificación personal). Esto abre un conjunto de posibilidades de introducción de nuevos servicios, ya que permiten comunicar, de forma bidireccional y en cualquier momento, a la red origen y a la terminal, sin la ayuda del usuario. De esta forma, la tarjeta **SIM** puede convertirse en un elemento más de inteligencia de red.

### 3.3 Arquitectura del sistema GSM

La arquitectura del sistema **GSM** descrita en las especificaciones técnicas no describe los nodos y elementos que se pueden encontrar en el sistema, primero porque se ha dejado cierto grado de libertad a los fabricantes para el desarrollo de estos y, segundo, porque dichas especificaciones sólo cubren una pequeña parte de la especificación de una máquina real. La arquitectura puede verse como la descripción de un modelo de red que sirve como plantilla para su implementación. Lo que sí se describe con total detalle en las especificaciones son las interfaces entre dos “modelos” de máquina.<sup>14</sup>

La arquitectura **GSM** (Figura 3.1) distingue claramente dos partes: el **BSS** (*Base Station Subsystem*) y el **NSS** (*Network and Switching Subsystem*). El **BSS** está encargado de proporcionar y gestionar el interfaz radio entre las estaciones móviles y el resto del **GSM**. El **NSS** debe gestionar las comunicaciones y conectar las estaciones móviles a las redes adecuadas o a otras estaciones móviles. El **NSS** no está en contacto directo con las estaciones móviles y el **BSS** tampoco está en contacto directo con otras redes externas.

El interfaz entre el **BSS** y la estación móvil es el denominado interfaz radio (Um) mientras que el interfaz entre el **BSS** y el **NSS** se ha denominado interfaz **A** en las especificaciones.<sup>15</sup>

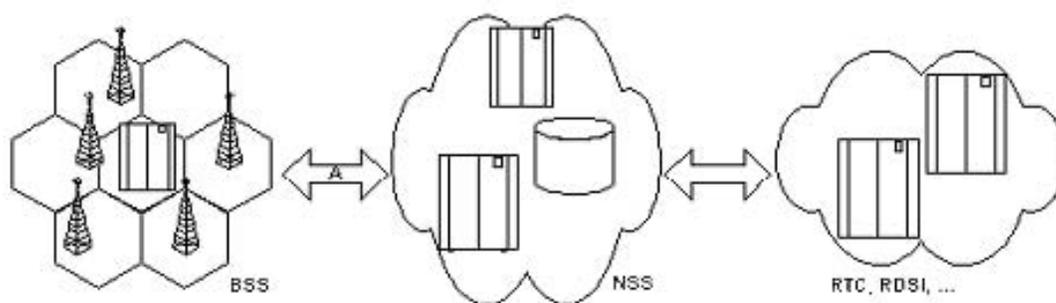


Figura 3.1 Arquitectura del sistema GSM.

<sup>14</sup> Vijay Kumar Garg, Joseph E. Wilkes, **Principles and applications of GSM**, Upper Saddle River, New York, Prentice Hall PTR, 1999.

<sup>15</sup> Andrew S. Tanenbaum, **Redes de Computadoras**, 3ª. Ed., Prentice Hall PTR, 1997.

La demanda por parte de los usuarios de comunicaciones móviles que les permitan a éstos moverse a través de edificios, ciudades o países, ha llevado al desarrollo de nuevas redes de comunicaciones móviles.

El sistema de telefonía celular es el responsable de proporcionar cobertura a través de un territorio particular, llamado región de cobertura o mercado. La interconexión de muchos de estos sistemas define una red inalámbrica capaz de proporcionar servicios a los usuarios móviles a través de un país o continente.

Para proporcionar comunicaciones inalámbricas dentro de una región particular geográfica (por ejemplo una ciudad), se debe emplear una red integrada de estaciones base para proporcionar la suficiente cobertura de radio a todos los usuarios móviles. Las estaciones base, a su vez, deben estar conectadas a un eje central llamado **MSC** el cual proporciona conectividad entre la **PSTN** (*Public Switched Telecommunications Network*) y las numerosas estaciones base, y por último, entre todos los abonados móviles de un sistema. La **PSTN** forma la red de telecomunicaciones global que interconecta los centros de conmutación de telefonía convencional (terrestres), llamados oficinas centrales, con los **MSCs** de todo el mundo.

Para conectar a los abonados con las estaciones base, se establecen enlaces de radio usando un protocolo de comunicaciones cuidadosamente definido, llamado la interfaz de radio. La **IR** (*interfaz de radio*) debe asegurar una gran fiabilidad en el canal para asegurar que los datos se envían y se reciben correctamente entre el móvil y la estación base, y es por ello por lo que se realizan una codificación de la voz (de la fuente) y una codificación del canal.

En la estación base, los datos de señalización y sincronización se descartan, y el resto de información de voz (o datos), se pasan a través del **MSC** hasta las redes fijas. Mientras que cada estación base puede gestionar del orden de unas 50 llamadas simultáneas, una **MSC** típica es responsable de conectar hasta 100 estaciones base a la **PSTN** (hasta 5000 llamadas a la vez), y es por eso que la interfaz entre el **MSC** y la **PSTN** requiere una gran capacidad en cualquier instante de tiempo. Está claro que las estrategias

de red y los estándares pueden variar mucho dependiendo si se está sirviendo a un circuito simple de voz, o a una población metropolitana completa.

### 3.3.1 La estación móvil o Mobile Station (MS)

La estación móvil representa normalmente la única parte del sistema completo que el usuario ve. Existen estaciones móviles de muchos tipos como las montadas en coche, y los equipos portátiles, pero quizás las más desarrolladas sean las terminales de mano.

Una estación móvil además de permitir el acceso a la red a través de la interfaz de radio con funciones de procesamiento de señales y de radio frecuencia, debe ofrecer también una interfaz al usuario humano (un micrófono, altavoz, display y tarjeta, para la gestión de las llamadas de voz), y/o una interfaz para otro tipo de equipos (ordenador personal, o máquina facsímil o fax). La estación móvil consta a su vez de dos elementos básicos a conocer, por un lado la terminal o equipo móvil y por otro lado el **SIM** (*Subscriber Identity Module*). Hoy en día se consigue una gran variedad de terminales con distintas funcionalidades para diferentes tipos de usuarios.

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

La mayor ventaja de las tarjetas **SIM** es que proporcionan movilidad al usuario ya que puede cambiar de terminal y llevarse consigo el **SIM** aunque todos sabemos que esto en la práctica en muchas ocasiones no resulta tan sencillo. Una vez que se introduce el **PIN**. en el terminal, el terminal va a ponerse a buscar redes **GSM** que estén disponibles y va a tratar de validarse en ellas, una vez que la red (generalmente la que tenemos contratada) ha validado nuestro terminal el teléfono queda registrado en la célula que lo ha validado.

Los **MS** también constan de dos elementos diferenciados: La **BTS** (*Base Transceiver Station*) y la **BSC** (*Base Station Controller*).

### 3.3.2 La estación base o Base Station Subsystem (BSS)

El **BSS** agrupa la maquinaria de infraestructura específicas a los aspectos celulares de **GSM**. El **BSS** está en contacto directo con las estaciones móviles a través de la interfaz de radio. Por lo tanto, incluye las máquinas encargadas de la transmisión y recepción de radio, y de su gestión. Por otro lado, el **BSS** está en contacto con los conmutadores del **NSS**. La misión del **BSS** se puede resumir en conectar la estación móvil y el **NSS**, y por lo tanto, conecta al usuario del móvil con otros usuarios. El **BSS** tiene que ser controlado, y por tanto debe estar en contacto con el **OSS** (*Operation and Service Subsystem*).

De acuerdo con la estructura canónica de **GSM**, el **BSS** incluye dos tipos de máquinas: el **BTS**, en contacto con las estaciones móviles a través de la interfaz de radio, el **BSC**, en contacto con los conmutadores del **NSS**.

#### 3.3.2.1 Transceptor de la estación base o Base Transceiver Station (BTS)

Un **BTS** lleva los dispositivos de transmisión y recepción por radio, incluyendo las antenas, y también todo el procesado de señales específico a la interfaz de radio. Los **BTSs** se pueden considerar como complejos modems de radio, con otras pequeñas funciones. Un **BTS** típico de la primera generación consistía en unos pequeños armarios (de 2 m de alto y 80 cm de ancho) conteniendo todos los dispositivos electrónicos para las funciones de transmisión y recepción. Las antenas tienen generalmente unas pocas decenas de metros, y los armarios se conectan a ellas por unos cables de conexión. Un **BTS** de este tipo era capaz de mantener simultáneamente 3 ó 5 portadoras de radio, permitiendo entre 20 y 40 comunicaciones simultáneas. Actualmente el volumen de los **BTS** se ha reducido mucho, esperándose un gran avance en este campo dentro de **GSM**.

Un componente importante del **BSS**, que está considerado en la arquitectura canónica de **GSM** como que forma parte del **BTS** la **TRAU** (*Transcoder and Rate Adaptation Unit*). La **TRAU** es el equipo en el cual se lleva a cabo la codificación y

descodificación de la voz (fuente), así como la adaptación de velocidades en el caso de los datos.

La **BTS** consta de transmisores y antenas usadas en cada célula de la red y que suelen estar situadas en el centro de la célula, generalmente su potencia de transmisión determinan el tamaño de la célula. La **BSC** se utiliza como controlador de los **BTS** y tiene como funciones principales las de estar al cargo de los handovers, los frequency hopping y los controles de las frecuencias de radio de los **BTS**.

### 3.3.2.2 Controlador de la estación base o Base Station Controller (BSC)

El segundo componente del **BSS** es el **BSC**. Está encargado de toda la gestión de la interfaz de radio a través de comandos remotos sobre el **BTS** y la **MS**, principalmente, la gestión de la localización de los canales de tráfico y de la gestión del handover. El **BSC** está conectado por un lado a varios **BTSs** y por otro al **NSS** ó más específicamente a un **MSC**.

Un **BSC** es en definitiva un pequeño conmutador con una gran capacidad de cómputo. Sus funciones principales, como ya hemos dicho son la gestión de los canales de radio y de los handovers. Un **BSC** típico consiste en uno o dos armarios, y puede gestionar hasta algunas decenas de **BTSs**, dependiendo de su capacidad de tráfico.

El concepto de la interfaz entre el **BSC** y el **MSC (NSS)** se le conoce como interfaz **A**, y se introdujo al principio de la elaboración del Estándar **GSM**. Solamente después se decidió estandarizar también la interfaz entre el **BTS** y el **BSC**, y se le llamó **interfaz Abis**, sin tener nada que ver con la **interfaz A**.

### 3.3.3 El subsistema de conmutación y red o Network and Switching Subsystem (NSS)

El **NSS** incluye las principales funciones de conmutación en **GSM**, así como las bases de datos necesarias para los datos de los abonados y para la gestión de la movilidad. La función principal del **NSS** es gestionar las comunicaciones entre los usuarios **GSM** y los usuarios de otras redes de telecomunicaciones. Dentro del **NSS**, las funciones básicas de

conmutación están realizadas por el **MSC**, cuya función principal es coordinar el establecimiento de llamadas hacia y desde los usuarios **GSM**. El **MSC** tiene interfaces con el **BSS** por un lado a través del cual está en contacto con los usuarios **GSM**, y con redes externas por el otro. La interfaz con las redes externas requiere un “gateway” para la adaptación (Funciones de Interworking), cuya función es más o menos importante dependiendo del tipo de datos y de la red a la que se accede.

El **NSS** también necesita conectarse a las redes externas para hacer uso de su capacidad de transportar datos o señalización entre entidades **GSM**. En particular el **NSS** hace uso de un tipo de señalización parcialmente externo a **GSM**, que sigue el sistema de señalización del CCITT n° 7 (que usualmente se conoce como la red SS7); esta red de señalización habilita el trabajo interactivo entre máquinas del **NSS** dentro de una o varias redes **GSM**.

Como parte del equipo, un **MSC** controla unos cuantos **BSCs** y es normalmente bastante grande. Un **MSC** típico de hace unos 5 años era capaz de cubrir una capital mediana y sus alrededores, totalizando una cobertura de cerca de 1 millón de habitantes. Un **MSC** incluye cerca de media docena de armarios de conmutación.

Además de los **MSCs**, el **NSS** incluye las bases de datos. La información del abonado relativa al suministro de los servicios de telecomunicación está situada en el Registro de Posiciones Base **HLR**, independientemente de la posición actual del abonado. El **HLR** también incluye alguna información relacionada con la posición actual del abonado. Como una máquina física, un **HLR** es típicamente una computadora independiente, sin capacidades de conmutación, y capaz de manejar a cientos o miles de abonados. Una subdivisión funcional del **HLR** es el Centro de Autenticación **AuC** (*Authentication Center*) cuya función se limita a la gestión de la seguridad de los datos de los abonados.

La segunda función de bases de datos identificada en **GSM** es el **VLR** (*Visitor Location Register*) “Registro de Posiciones Visitado”, asociado a uno o más **MSCs** (*Mobile Switching Centers*), y encargado del almacenamiento temporal de los datos para

aquellos abonados situados en el área de servicio del correspondiente **MSC**, así como de mantener los datos de su posición de una forma más precisa que el **MSC**.

Pero el **NSS** contiene más elementos que los **MSCs**, **VLRs** y **HLRs**. Para establecer una llamada hacia un usuario **GSM**, la llamada es primero encaminada a un conmutador-gateway llamado **GMSC** (*Gateway Mobile Switching Center*), sin ningún conocimiento de dónde está el abonado. Los **GMSCs** están encargados de buscar la información sobre la posición y encaminar la llamada hacia el **MSC** a través del cual el usuario obtiene servicio en ese instante.

En sí, este sistema se encarga de administrar las comunicaciones que se realizan entre los diferentes usuarios de la red. Para poder hacer este trabajo la **NSS** se divide en varios sistemas diferentes, cada uno con una misión dentro de la red. A continuación se explican los más importantes.

#### **3.3.3.1 Centro de conmutación de servicios móviles o Mobile Services Switching Center (MSC)**

Es el componente central del **NSS** y se encarga de realizar las labores de conmutación dentro de la red, así como de proporcionar conexión con otras redes además es responsable de la inicialización, enrutamiento, control y finalización de las llamadas, así como de la información sobre la tarificación. Es también la interface entre diversas redes **GSM** o entre una de ellas y las redes públicas de telefonía o datos.

#### **3.3.3.2 Registro de localización de abonados propios o Home Location Register (HLR)**

El **HLR** es una base de datos que contiene información sobre los usuarios conectados a un determinado **MSC**. Entre la información que almacena el **HLR** tenemos fundamentalmente la localización del usuario y los servicios a los que tiene acceso.

### 3.3.3.2.1 Centro de autenticación o Authentication Center (AUC)

Es una base de datos, con la misión de controlar a los móviles que se encuentran en su área de influencia. Este área de influencia puede comprender una o varias **MSC**. Cuando una estación móvil aparece en un área de localización lo primero que hace es iniciar un proceso de registro comunicando a la **MSC** local su identidad. La **MSC** comunica este registro hacia su Registro de Posición Visitado. Si el móvil no estaba ya registrado en otra área de localización dependiente también del mismo **VLR** es necesario enviar también esta información hacia el **HLR** del móvil, para indicarle que actualice su posición, y encamine las llamadas recibidas hacia el área donde se encuentra actualmente el móvil. La finalidad del centro de autenticación (**AuC**), que contiene la información por la que se comprueba la autenticidad de las llamadas para evitar los posibles fraudes, la utilización de tarjetas de abonado (**SIM's**).

### 3.3.3.3 Registro de localización de visitantes o Visitor Location Register (VLR)

El **VLR** contiene la información sobre los niveles de subscripción, servicios suplementarios y área de localización para un abonado que se encuentra o al menos se encontraba recientemente en otra zona visitada. Esta base de datos dispone también de información relativa a si el abonado se encuentra activo o no, lo que evita el uso improductivo de la red (envío de señales a una localización que se encuentra desconectada).

El **VLR** contiene también la información necesaria para gestionar las llamadas originadas o recibidas por los móviles registrados en su base de datos. Esta información incluye los siguientes elementos:

- El identificativo internacional de la estación móvil (**IMSI**)
- El numero **RDSI** internacional de la estación móvil (**MSISDN**)
- El identificativo temporal de la estación móvil (**RMSI**)
- El identificativo local de la estación móvil
- El área de localización donde el móvil se ha registrado.

Esta información es intercambiada entre el **HLR** y el **VLR**

El **VLR** también puede contener los siguientes elementos:

- Parámetros de servicios suplementarios
- Características técnicas de los equipos móviles.

#### **3.3.3.4 Central de conmutación móvil de cabecera "GATEWAY" (GMSC)**

Es una central de conmutación móvil que además es utilizada para dirigir hacia ella las llamadas originadas en la red fija. Esta central se encarga de interrogar al **HLR**, adecuado para conocer la posición del móvil al que va dirigida la llamada, y posteriormente de encaminar la llamada hacia la central de conmutación móvil correspondiente. La elección de las centrales de conmutación móvil que van a ser además centrales de cabecera depende de la organización de la red móvil. El sistema **GSM** introduce respecto a los sistemas analógicos de segunda generación una mayor descentralización de las funciones de la central de conmutación móvil, pasando parte de ellas a ser realizadas dentro de los propios sistemas de estación base. De esta forma se consigue descargar de trabajo a la central de conmutación y agilizar en muchos casos algunos procedimientos característicos de una red móvil, como puede ser por ejemplo el traspaso de las llamadas en curso, al pasar el móvil de una a otra célula.

#### **3.3.3.5 Unidad de interfuncionamiento (UI)**

Es una entidad funcional asociada con la central de conmutación móvil. Esta unidad es la encargada de proporcionar la funcionalidad necesaria para permitir el interfuncionamiento del sistema **GSM** con las redes fijas (**RDSI**, **RTC**, y **RTPCP**). Las funciones incluidas en esta unidad dependen por lo tanto de los servicios que se implementen y de las redes fijas a las que se conecten. Su principal cometido es convertir los protocolos utilizados en el sistema **GSM** a los utilizados en las redes fijas.

### 3.3.3.6 Registro de identificación de equipos o Equipment Identity Register (EIR)

El registro de identidad de los equipos **EIR** almacena información sobre el tipo de estación móvil en uso y puede eludir que se realice una llamada cuando se detecte que ha sido robada, si es que pertenece a algún modelo no homologado o sufre de algún fallo susceptible de afectar negativamente a la red.

Este registro se utiliza para almacenar las identidades de los equipos móviles clasificadas en tres tipos de listas:

- blanca
- gris
- negra

La lista blanca contiene todos aquellos la identificación de equipos que han obtenido la homologación. La lista gris contiene la identificación de los equipos que es necesario localizar debido a alguna razón técnica. La lista negra contiene la identificación de los equipos robados o utilizados de forma ilegal y también la de aquellos equipos que no pueden acceder al sistema porque podrían producir graves problemas técnicos. Este registro es consultado cuando un móvil se registra en el sistema, o bien cuando realiza una llamada.

En la Figura 3.2 se muestra un pequeño esquema de lo los diferentes componentes explicados anteriormente:

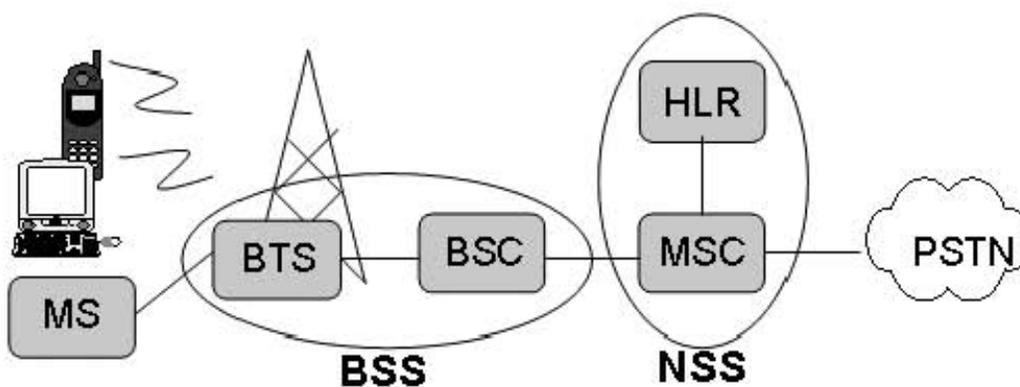


Figura 3.2 Componentes del sistema GSM.

### 3.3.4 El centro de operaciones y mantenimiento o **Operational and Service Subsystem (OSS)**

El sistema de Operación y mantenimiento se realiza localmente en los **BSS** y centralmente en el Centro de Operación y Mantenimiento **OMC** (*Operational and Maintenance Center*) En el **BSS** se emplean unas 3/4 partes del ancho de banda (SW) en la operación y el Mantenimiento.

El **OSS** tiene varias tareas que realizar. Todas estas tareas requieren interacciones entre algunas o todas las máquinas de la infraestructura que se encuentra en el **BSS** ó en el **NSS** y los miembros de los equipos de servicio de las distintas compañías comerciales.

### 3.3.5 Centro de gestión de red o **Network Maintenance Center (NMC)**

Es un sistema de operación que constituye la máxima jerarquía dentro del sistema de explotación. De este centro depende todos los demás Centros de Operación y Mantenimiento .

### 3.3.6 Interfaces del sistema

Interface es una conexión mecánica o eléctrica que permite el intercambio de información entre dos dispositivos o sistemas. Habitualmente se refiere al 'software' y 'hardware' necesarios para unir dos elementos de proceso en un sistema o bien para describir los estándares recomendados para realizar dichas interconexiones.

#### 3.3.6.1 Interface radio (Interface UM)

El interface radio es utilizado por las estaciones móviles para acceder a todos los servicios y facilidades del sistema **GSM** utilizando para ello los sistemas de estación base como punto de conexión con la red.

### 3.3.6.2 Interface entre la SMS (Short Message Service) y el BSS (interface A)

Este interface se utiliza fundamentalmente para el intercambio de información relacionada con las siguientes funciones:

- Gestión del **BSS**.
- Manejo de la llamada
- Gestión de la movilidad

### 3.3.6.3 Interface entre el BSC (Base Station Controller) y la BTS (interface A-bis)

Este interface permite conectar de una forma normalizada estaciones base y controladores de estación base, independientemente de que sean realizadas por un mismo suministrador o por suministradores distintos.

### 3.3.6.4 Interface entre la MSC y el VLR asociado (interface B)

Como se vio anteriormente el Registro de Posición Visitado es la base de datos para gestión y seguimiento de los móviles dentro del área controlada por su **SMC** asociada (o **SMC** asociadas).

### 3.3.6.5 Interface entre el HLR (Home Location Register) y la SMC (interface C)

Este interface se utiliza fundamentalmente para las siguientes funciones:

- Al final de una llamada en la que un móvil tiene que ser tarificado la **SMC** de ese móvil puede enviar un mensaje de tarificación al **HLR**.
- Cuando la red fija no puede realizar el procedimiento de interrogación necesario para el establecimiento de una llamada hacia un usuario móvil la **SMC** de cabecera debe interrogar al **HLR** del usuario llamado para conocer el número de seguimiento del móvil llamado.

### 3.3.6.6 Interface entre el HLR (Home Location Register) y el VLR (interface D)

Este interface se utiliza para intercambiar los datos relacionados con la posición de la estación móvil y los datos de suscripción del usuario. A través de este interface el **VLR** informa al **HLR** correspondiente de la posición de una estación móvil gestionada por este ultimo registro, proporcionándole un numero de seguimiento a fin de que pueda encaminar las llamadas dirigidas hacia esta estación móvil. En el otro sentido **HLR** envía al **VLR** que controla el rea donde se encuentra la estación móvil, los datos correspondientes necesarios para soportar los servicios contratados por el usuario. Asimismo mediante un interfaz similar el **HLR** debe informar también al **VLR** anterior que cancele el registro de localización correspondiente a dicha estación móvil, cuando esta estación móvil se desplaza a una nueva área **VLR**. Estos intercambios de datos se producen cuando la estación móvil requiere un servicio determinado, cuando el usuario quiere cambiar algunos datos relacionados con su suscripción, o bien cuando los parámetros de la suscripción se modifican por el operador del sistema.

### 3.3.6.7 Interface SMC (interface E)

Cuando una estación se desplaza del área controlada por una **SMC** al área de otra **SMC** distinta, es necesario realizar un procedimiento de traspaso para poder continuar la conversación. En este caso las **SMC** deben intercambiar datos para poder llevar a cabo esta operación.

## 3.4 Ventajas de GSM

Las ventajas de **GSM** pueden dividirse en dos categorías principales: beneficios al usuario y beneficios al operador.

Los principales beneficios al usuario incluyen:

- *Cobertura*: **GSM** es la tecnología inalámbrica más ampliamente disponible en el mundo. Se encuentra disponible en más de 210 países y territorios del mundo.

Como resultado de ello, los clientes **GSM** tienen acceso constante a servicios de voz de alta calidad y servicios optimizados (por ejemplo, mensajería de texto) en su región de residencia y en otras regiones mientras se encuentran de viaje. La extensa cobertura es especialmente atractiva para los ejecutivos de negocios que desean estar accesibles a través del mismo dispositivo móvil y número telefónico mientras se encuentran de viaje por toda América y el resto del mundo.

- *Selección:* Al contar con más de mil millones de clientes en todo el mundo, o más del 75% de los clientes inalámbricos del mundo, **GSM** es la opción lógica. Sólo en América, la cantidad de clientes de **GSM** ha venido aumentando todos los años. Un mercado de esta envergadura requiere grandes volúmenes de terminales, lo que se traduce en una amplia selección de dispositivos con diversas funciones y precios. Los dispositivos de bajo costo hacen que las redes de datos basadas en **GSM**, tales como las **GPRS**, resulten atractivas para otros proveedores de servicios que ofrecen dichos servicios (por ejemplo, telemetría<sup>16</sup>).
- *Calidad de voz:* **GSM** provee claridad de voz en las llamadas. Si bien los datos constituyen una aplicación inalámbrica cada vez más popular, los servicios de voz continuarán siendo el principal motivo por el cual la gente utilice tecnología inalámbrica.
- *Flexibilidad:* Gracias a una prestación singular e innovadora llamada tarjeta Módulo de Identidad del Abonado **SIM**, los clientes pueden cambiar de dispositivo **GSM** fácilmente (por ejemplo, comprar un teléfono nuevo o añadir un módem **PC card GSM/GPRS**, sin la molestia de tener que configurar el nuevo dispositivo ni la pérdida de servicios de suscripción personalizados tales como mensajería). Además, la tarjeta **SIM** hace que sea sencillo para el usuario cambiar de operador **GSM** y mantener el mismo teléfono; la flexibilidad de la tarjeta **SIM** hace que las redes de datos basadas en **GSM**, tales como las **GPRS**, sean atractivas para diversas aplicaciones de datos (por ejemplo, telemetría).

---

<sup>16</sup> La **telemetría** es la medición y control de procesos y eventos a distancia.

- *Servicios innovadores:* **GSM** fue la tecnología pionera para muchos de los servicios más populares del mundo. Un ejemplo saliente es el Servicio de Mensajes Cortos **SMS**, que soporta mensajes de texto y contenidos tales como ringtones. Resulta igualmente importante que la capacidad de roaming de **GSM** permite que los usuarios accedan a sus servicios predilectos mientras se encuentran de viaje.

Los principales beneficios al operador incluyen:

- *Economías de escala:* **GSM** es la tecnología inalámbrica más ampliamente utilizada en el mundo. Se encuentra disponible en más de 210 países y territorios del mundo. Más de mil millones de clientes en toda América, Asia y Europa, o más del 75% de los clientes inalámbricos del mundo, utilizan **GSM**. Un mercado de esta envergadura requiere grandes volúmenes de terminales e infraestructura, lo que atrae a los proveedores y desarrolladores de aplicaciones al tiempo que reduce los costos. Con costos generales inferiores, los operadores **GSM** a su vez pueden fijar precios más competitivos para sus servicios.
- *Cobertura:* **GSM** se encuentra disponible en más de 210 países y territorios del mundo. Como resultado de ello, los operadores **GSM** pueden hacer hincapié en el hecho de que los clientes tienen acceso constante a servicios de voz de alta calidad y servicios optimizados en su lugar de residencia y durante sus viajes. La extensa cobertura es especialmente atractiva para los ejecutivos de negocios (un segmento de clientes que genera alta facturación) que desean que su dispositivo móvil y número telefónico actual estén accesibles mientras viajan por todo América y el resto del mundo.
- *Flexibilidad:* la infraestructura y los dispositivos **GSM** están disponibles para las bandas de espectro más populares, entre ellas las de 850 y 1900 MHz, lo que presenta múltiples opciones de despliegue para los operadores a fin de satisfacer sus necesidades de espectro y de mercado. La gran atención que presta la comunidad **GSM** a las normas también asegura que exista interoperabilidad entre la

infraestructura y los dispositivos de múltiples fabricantes, lo que les brinda a los operadores diversas opciones en la selección de equipos.

- *Eficiencia:* **GSM** utiliza el espectro de manera eficiente y provee siete veces mayor capacidad que la tecnología analógica o **AMPS**, que es una tecnología de primera generación. **EDGE**, junto con optimizaciones tales como el Codec Adaptativo a Múltiples Velocidades **AMR** (*Adaptative Multi Rate codec*), proveen un incremento adicional de casi tres veces más llamadas de voz simultáneas que la tecnología **GSM** básica.
- *Capacidad de actualizarse:* **GSM** es el primer paso de una migración fluida, flexible y costo-efectiva a **3G**. Cada paso subsiguiente aprovecha el paso anterior y provee compatibilidad en sentido regresivo, lo que preserva tanto las inversiones como los clientes a lo largo de la migración. Las normas que rigen la capacidad de actualización y la interoperabilidad de **GSM** están coordinadas y respaldadas por organizaciones internacionales clave tales como el Proyecto de Asociación para la Tercera Generación.

### 3.4 Costos de servicios de segunda generación de telefonía móvil en México

En México existen cerca de 35 millones los usuarios de teléfonos celulares, de los cuales el 90% usan tarjeta de prepago. Sin duda este es el gran negocio para las cuatro compañías de telefonía celular.

Son dos los sistemas de pago, en pocas palabras pagas antes o después. En el primer caso me refiero a las tarjetas prepago y los que pagan después son aquellos que cuentan con un plan de renta fija. Ambas formas tienen sus ventajas y desventajas. Por lo que los usuarios deben considerar los precios del minuto tiempo-aire y al plan que realmente les conviene, según sus necesidades particulares.

En tarjetas de prepago el precio por minuto varía según la empresa y el precio de la tarjeta. Lo que es un hecho es que el minuto es más caro con las tarjetas de menor denominación: 100 pesos, otro inconveniente, es que algunas empresas ajustan el tiempo de la llamada al minuto inmediato superior. En este caso, si la llamada dura un minuto con 10 segundos, se cobran dos minutos. El servicio más conveniente, por precio, es el de mensajes escritos, el precio fluctúa entre 74 y 85 centavos. En donde hay todo un lenguaje para abreviar frases y así sacarle provecho a los 160 caracteres que aceptan por mensaje.

Tarifas Telcel (GSM)<sup>17a</sup>

## Planes de renta mensual “Mercado masivo” (Tabla 3.2 )

PLANES DE RENTA MENSUAL (TARIFARIOS) GSM						
Plan	Renta	Minutos Incluidos	Minuto Adicional**		Mensajes Telcel 2 Vías incluidos	
			Telcel a Telcel	A teléfonos fijos A otros operadores		
Plan Antro (a)	\$199.00	200* (10 pm a 5:59 am) 30 (6 am a 9:59 pm)	\$1.00	\$2.00 (10 pm a 5:59 am) \$3.00 (6 am a 9:59 pm)	200 (d)	
GSM Virus (a)	\$199.00	100	\$1.00	\$2.00	\$3.00	20*
GSM 100 (a)	\$299.00	170	\$1.00	\$2.60	\$2.60	10*
GSM 150 (a)	\$399.00	240	\$1.00	\$2.30	\$2.30	20*
GSM 300 (a)	\$599.00	410	\$1.00	\$2.00	\$2.00	30*
GSM 600 (a)	\$999.00	800	\$1.00	\$1.70	\$1.70	40*
MIX GSM Virus (b)	\$199.00	100	\$1.00***	\$3.25	\$3.25	
MIX GSM 100 (b)	\$399.00	240	\$1.00***	\$3.25	\$3.25	
MIX GSM 150 (b)	\$399.00	240	\$1.00***	\$3.25	\$3.25	
MIX GSM 300 (b)	\$599.00	370	\$1.00***	\$3.25	\$3.25	
MIX GSM 600 (b)	\$999.00	800	\$1.00***	\$3.25	\$3.25	
MIX GSM 1200 (b)	\$1,699.00	1400	\$1.00***	\$3.25	\$3.25	
Plan 10 (a)	\$499.00	10 diarios (c)	\$1.00	\$2.00	\$2.00	
Plan 20 (a)	\$899.00	20 diarios (c)	\$1.00	\$1.70	\$1.70	
Intenso 1 (a)	\$299.00	350*	\$1.00	\$2.50	\$3.50	50*
Intenso 2 (a)	\$599.00	750*	\$1.00	\$2.50	\$3.50	100*
Intenso 3 (a)	\$999.00	1300*	\$1.00	\$2.50	\$3.50	150*
TUN GSM 100 (a)	\$449.00	160	\$1.00	\$2.50	\$2.50	10*
TUN GSM 200 (a)	\$649.00	325	\$1.00	\$2.50	\$2.50	20*
TUN GSM 400 (a)	\$999.00	520	\$1.00	\$2.50	\$2.50	30*
TUN GSM 1000 (a)	\$1,890.00	1100	\$1.00	\$2.50	\$2.50	40*

Tabla 3.2. Planes de renta mensual Telcel, para el público en general.

<sup>17a</sup> <http://www.telcel.com.mx>

Planes de renta mensual “Mercado corporativo”(Tablas 3.3 y 3.4)<sup>17b</sup>

Plan Tarifario	Renta Mensual*	Tiempo Aire Incluido Minutos		Tiempo Aire Adicional Minuto Saliente		Tiempo Aire Adicional Minuto Entrante	
		Hora pico	Hora No Pico	Hora pico	Hora No Pico	Hora pico	Hora No Pico
Mix 99 GSM	\$99.00	28 Indistinto		\$3.25	\$3.25	\$3.25	\$3.25
Mix 1 GSM	\$159.00	55 Indistinto		\$3.25	\$3.25	\$3.25	\$3.25
Clásico GSM	\$230.00	95 Indistinto		\$2.40	\$2.40	\$2.40	\$2.40
Clásico GSM Mix	\$230.00	90 Indistinto		\$3.25	\$3.25	\$3.25	\$3.25
Digital GSM 90	\$295.00	130 Indistinto		\$2.30	\$2.30	\$2.30	\$2.30
Junior GSM	\$349.00	155 Indistinto		\$1.85	\$1.85	\$1.85	\$1.85
Junior GSM Mix	\$369.00	150 Indistinto		\$3.25	\$3.25	\$3.25	\$3.25
Integral GSM	\$539.00	285 Indistinto		\$1.80	\$1.80	\$1.80	\$1.80
Digital GSM 300	\$579.00	325 Indistinto		\$1.80	\$1.80	\$1.80	\$1.80
Global GSM	\$699.00	420 Indistinto		\$1.65	\$1.65	\$1.65	\$1.65
Global GSM Mix	\$874.00	520 Indistinto		\$3.25	\$3.25	\$3.25	\$3.25
Oro GSM	\$869.00	550 Indistinto		\$1.45	\$1.45	\$1.45	\$1.45
Digital GSM 700	\$1,069.00	700 Indistinto		\$1.40	\$1.40	\$1.40	\$1.40
Diamante GSM	\$1,379.00	1000 Indistinto		\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25
Diamante GSM Mix	\$1,379.00	1000 Indistinto		\$3.25	\$3.25	\$3.25	\$3.25
Platino GSM	\$1,699.00	1500 Indistinto		\$1.15	\$1.15	\$1.15	\$1.15

Tabla 3.3. Planes de renta mensual Telcel, para usuarios empresariales

Estos planes son ofrecidos a aquellos clientes que tengan contratados un mínimo de 10 líneas y con una antigüedad mayor a 6 meses.

La tarifa por minuto adicional entrante, ésta aplica sólo en la modalidad “El que recibe paga”, o cuando el usuario se encuentre fuera de su área local dentro de su misma región.

Todos los planes **GSM** y **TUN GSM** operarán con la nueva tecnología " **GSM** " cuya plataforma para telefonía móvil ha demostrado ser el estándar que garantiza una más rápida transmisión de datos y video.

<sup>17b</sup> [http://www.cft.gob.mx/cofetel/html/4\\_tar/celulares/telcel\\_dipsa/telcel09c.shtml](http://www.cft.gob.mx/cofetel/html/4_tar/celulares/telcel_dipsa/telcel09c.shtml)

En estos planes se incluyen los servicios adicionales de transferencia de llamada, llamada en espera y conferencia tripartita, su uso genera tiempo aire cobrable solo en el caso de ser utilizados.

El identificador de llamadas forma parte de los productos incluidos. El buzón Inteligente se incluye con costo de \$1.00 + IVA por la recuperación del mensaje.

Los servicios de detalle de llamadas, seguro de celular y rescate plus son opcionales y se cobrarán a \$30.00, \$37.00 Y \$19.00 respectivamente.

Los mensajes escritos originados desde la terminal (SMSMO) tienen un precio de \$0.74.

Los mensajes escritos vía operadora + Internet tendrán un precio de \$80.00 mensuales en cualquiera de los planes.

Los mensajes escritos solo Internet tendrán un precio de \$40.00 mensuales en cualquiera de los planes.

Los planes mixtos consisten en que por una renta mensual se da el derecho a determinados minutos de renta mensuales de acuerdo al plan contratado, y al término de estos, el cliente podrá abonar tiempo aire a su teléfono celular mediante fichas amigo o a través de cajeros automáticos.

En los planes mixtos no aplica el límite de consumo y no están incluidos los servicios de detalle de llamadas, conferencia tripartita, transferencia de llamada y llamada en espera.

En el caso de que no sean consumidos los minutos de renta mensuales conforme al plan mixto contratado dentro del mes correspondiente, estos no serán acumulables para el siguiente mes.

Los planes mixtos tendrán opción a SMS MO mensajes escritos originados desde la terminal con un costo de \$0.74 por mensaje enviado, la recepción de mensajes no tiene

costo, el uso de SMS MO disminuye los minutos incluidos Los servicios incluidos en planes mix son identificador de llamadas, buzón inteligente y rescatel básico.

Las tarifas de planes Mix se comercializarán tanto en mercado corporativo como en el mercado masivo.

Todos los planes tarifarios se cobrarán por periodo anticipado.

<b>Plan Tarifario</b>	<b>Renta Mensual</b>	<b>Tiempo Aire Incluido</b>	<b>Precio por minuto de Tiempo Aire Adicional</b>	<b>SMS MO Incluidos</b>	<b>Precio Minuto Roaming Nacional</b>	<b>Equipos</b>
MEMLG	\$69.00	0 Minutos	\$3.48	69	\$4.25	GSM

Tabla 3.4. Plan corporativo Telcel que combina envío de mensajes y voz.

Plan libre que no incluyen equipo. Aplicable al mercado corporativo y el mercado masivo.

Mercado corporativo.- Personas morales (empresas).

Mercado masivo.- Personas físicas (clientes o público en general).

**Forma Prepago (Tabla 3.5)**

<b>Recarga mensual</b>	<b>Tiempo aire incluido</b>	<b>Dentro de tu región</b>		<b>Fuera de tu región (Roaming)</b>	
		<b>Minuto saliente (día y noche)</b>	<b>Minuto entrante (día y noche)</b>	<b>Minuto saliente (día y noche)</b>	<b>Minuto entrante (día y noche)</b>
100	100	\$3.48	\$0.00	\$3.48	\$1.00
200	300	\$3.48	\$0.00	\$3.48	\$1.00
500	1000	\$3.48	\$0.00	\$3.48	\$1.00

Tabla 3.5. Forma prepago Telcel.

Precios más IVA

Solo aplican de Telcel a Telcel.

\*\* Solo aplican en llamadas salientes locales

\*\*\* Válido en llamadas salientes locales a 10 Amigos Frecuentes celulares Telcel locales.

La llamada debe generarse dentro del área local.

(a) (b) Incluyen Servicios Adicionales. Aplican condiciones.

(c) Minutos locales en horario indistinto.

(d) Sólo aplican de 10:00 PM a 5:59 AM. En otros horarios aplica cargo de \$0.74 más IVA.

En la forma prepago de Telcel, el usuario puede escoger 10 números favoritos a los que podrá llamar por solo \$1.00 + IVA el minuto.

Costo de los mensajes Telcel  $\Rightarrow$  \$0.75 + IVA

### Tarifas Movistar (GSM)<sup>18</sup>

#### Planes de renta mensual (Tablas 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9)

Plan	Renta*	Fijos y movistar	Otros celulares	Larga distancia nacional	Larga distancia EUA	Larga distancia mundial
Control joven	\$199	\$1.00	\$4.00	\$2.60	\$8.00	\$15.00
Control hogar	\$299	\$1.00	\$3.50	\$2.00	\$3.00	\$5.00
control profesionalista	\$399	\$1.00	\$2.50	\$0.00	\$3.00	\$5.00

Tabla 3.6 Planes “Control” de Movistar.

\*Precios más I.V.A. La renta mensual puede ser usada en llamadas o en otros servicios. Si el Tiempo Aire abonado por la renta mensual no es utilizado en 30 días, éste caducará. El tiempo aire recargado con tarjetas de prepago, tendrá una vigencia de 30 días.

Plan	Renta*	Movistar día y noche	Fijos día y noche	Otros operadores	Larga distancia nacional	Larga distancia EUA Y Canadá	Laraga distancia Mundial
Superplan modernízate	\$222	\$0.98	\$0.98	\$2.00	Gratis	\$3.00	\$4.00
Superplan con 30% de descuento	\$155	\$0.98	\$0.98	\$2.00	Gratis	\$3.00	\$4.00

Tabla 3.7. Planes “Superplan” de Movistar

<sup>18</sup> <http://www.movistar.com.mx>

Plan	Renta*	Frecuentes	TEEM	Fijos	Otros operadores
Fusión	\$311	\$0.35	\$1.10	\$2.00	\$2.50
Fusión	\$511	\$0.35	\$1.00	\$1.50	\$2.20
Fusión	\$711	\$0.35	\$0.90	\$1.00	\$2.00

Tabla 3.8. Planes “Fusión” de Movistar

Plan	Renta*	Minutos incluidos	Movistar día y noche	Fijos día y noche	Otros operadores	Larga distancia y Roaming nacional entrante	Larga distancia nacional	Larga distancia EUA	Larga distancia mundial
Ligero	\$199**	100	\$1.00	\$1.00	\$2.00		\$2.00	\$3.00	\$4.00
Hogar	\$249	249	\$1.00	\$1.00	\$3.50		\$2.60	\$8.00	\$15.00
Tiempo libre	\$349	115	\$3.00 día \$0.00 noche	\$3.00 día \$0.00 noche	\$3.00		\$2.00	\$3.00	\$5.00
Profesionista	\$445	449	\$1.00 día \$0.75 noche	\$1.00 día \$0.75 noche	\$2.50	Gratis	\$2.00	\$3.00	\$4.00
Viajero	\$549	275	\$2.00 día \$1.00 noche	\$2.00 día \$1.00 noche	\$2.50	Gratis	TA	\$2.00	\$3.00
Internacional	\$849	275	\$2.00 día \$1.00 noche	\$2.00 día \$1.00 noche	\$2.50	Gratis	TA	\$2.00	\$3.00
Familia	\$449	5,000 a numeros movistar	\$2.00	\$2.00	\$2.50	Gratis	\$2.00	\$3.00	\$5.00
Grupo	\$849	5,000 a numeros movistar	\$2.00	\$2.00	\$2.50		TA	\$2.00	\$3.00

Tabla 3.9. Planes de renta mensual Movistar

**Forma Prepago (Tablas 3.10 y 3.11)**

Todas las llamadas locales y de larga distancia nacional tienen un costo de \$3.00 pesos el minuto y \$1.00 a los 5 números frecuentes (fijos y movistar).

	En tu ciudad					Fuera de tu ciudad				
	Locales			Larga distancia nacional		Locales		Larga distancia nacional		
Llamadas	Números a los que más llamas**	Movistar	Fijos y otros móviles	Movistar	Fijos y otros móviles	Movistar	Fijos y otros móviles	Movistar	Fijos y otros móviles	Fijos y otros móviles de la ciudad de origen
Entrantes*	N/A	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$3.00	\$0.00	\$3.00	\$0.00	\$3.00	\$0.00
Salientes*	\$1.00	\$3.00	\$3.00	\$3.00	\$3.00	\$3.00	\$3.00	\$3.00	\$3.00	\$3.00

Tabla 3.10. Costo de llamada por minuto en forma prepago Movistar.

\*Precios más I.V.A.

Tarifa por minuto de \$3.00 + 15% IVA = \$3.45 / \$3.00 + 10% IVA = \$3.30.

\*\*Tarifa vigente de números a los que más llamas al 30 de junio de 2006.

Monto mensual acumulado	Tarifas		
	fijos	Movistar	a otros móviles
\$100	\$4.35	\$4.35	\$4.35
\$200	\$1.50	\$4.00	\$4.00
\$300	\$1.00	\$1.00	\$3.50
	Pago por minuto		

Tabla 3.11. Forma prepago Movistar.

**Prepago +100:** Si el recargo es de \$100 pesos al mes la tarifa básica es de \$4.35 pesos el minuto.

**Prepago +200:** Al recarga o acumula \$200 pesos en un mismo día, la tarifa disminuye a \$1.50 pesos el minuto para llamar a números fijos .

**Prepago +300\*:** Al recarga o acumula \$300 pesos durante todo un mes para que las llamadas a números fijos y movistar tengan un costo de \$1.00 peso el minuto.

**Tarifas Unefon (CDMA)<sup>19</sup>****Planes de renta mensual (Tabla 3.12)**

<b>Plan</b>	<b>Renta*</b>	<b>Tiempo aire incluido</b>	<b>Locales y fijos</b>	<b>Larga distancia nacional</b>	<b>Larga distancia internacional</b>
169	\$169	169	\$1.00	\$2.60	\$2.60
239	\$239	239	\$1.00	\$2.39	\$2.39
399	\$399	399	\$1.00	\$2.15	\$2.15
999	\$999	599	\$1.00	\$1.99	\$1.99

Tabla 3.12. Planes de renta mensual Unefon.

**Forma Prepago (Tabla 3.13)**

<b>Monto</b>	<b>Tarifa*</b>	<b>Vigencia</b>
\$100	\$3.48	1 mes
\$150	\$2.00	1 mes
\$199	\$1.15	1 mes
\$200	\$1.15	1 mes
\$300	\$1.00	1 mes
\$500	\$1.00	2 mes
\$750	\$1.00	2 mes
\$1,000	\$1.00	3 mes

Tabla 3.13. Forma Prepago Unefon.

\*Precio más I.V.A.

<sup>19</sup> <http://www.unefon.com.mx>

Tarifas Iusacell (CDMA)<sup>20</sup>

## Planes de renta mensual (Tablas 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18 y 3.19)

Plan (A tu medida)	Renta mensual	tiempo aire incluido	Min. Adicional local a cualquier destino	SMS incluido (sólo Iusacell)
1	\$299	170	\$2.60	15
2	\$399	240	\$2.60	20
3	\$599	400	\$2.30	25
3 PLUS	\$849	600	\$2.00	30
4	\$999	750	\$1.75	34
5	\$1,599	1250	\$1.75	40
VIP	\$1,999	1800	\$1.75	Ilimitadas

Tabla 3.14. Planes de renta mensual “A tu medida” Iusacell.

Plan (A tu medida familiar)	Renta mensual	tiempo aire incluido	Min. Adicional local a cualquier destino	SMS incluido (sólo Iusacell)	Líneas incluidas	Llamadas libres entre líneas del grupo
2	\$578	340	\$2.60	30	2	Gratis
3	\$867	510	\$2.60	45	3	Gratis
4	\$1,156	680	\$2.60	60	4	Gratis
5	\$1,445	850	\$2.60	75	5	Gratis

Tabla 3.15. Planes de renta mensual “A tu medida familiar” Iusacell.

Plan(A tu medida junior)	Renta mensual	minutos incluidos	A telefonos fijos	A otros operadores	Minuto adicional
1	\$199	\$100	\$3.35	\$3.85	\$3.48 a Iusacell y fijos, y \$4.48 a otros carriers
2	\$289	\$200	\$3.25	\$3.75	\$3.48 a Iusacell y fijos, y \$4.48 a otros carriers

Tabla 3.16. Planes de renta mensual “A tu medida junior” Iusacell.

<sup>20</sup> <http://www.iusacell.com>

Plan (A tu medida Control)	Renta mensual	tiempo aire incluido	A telefonos fijos y Iusacell	A otros operadores	Minuto adicional
Básico	\$239	239	\$3.25	\$3.80	\$3.48 a Iusacell y fijos, y \$4.48 a otros carriers
1	\$339	339	\$3.08	\$3.65	
2	\$389	389	\$2.59	\$3.35	
3	\$469	469	\$2.13	\$3.20	
4	\$559	559	\$1.86	\$2.95	
5	\$649	649	\$1.62	\$2.70	
6	\$1,029	1,029	\$1.29	\$2.35	
7	\$1,319	1,319	\$1.10	\$2.15	
VIP	\$1,559	1,559	\$1.00	\$2.05	

Tabla 3.17. Planes de renta mensual “A tu medida control” Iusacell.

Plan( a tu medida frontera)	Renta mensual	minutos incluidos	Costo del minuto para hablar a USA, Canada y México estando en la zona de contratación	Costo del minuto para hablar a USA, Canada y México estando en USA o Canada.
1	\$379	250	\$1.52	\$2.50
2	\$439	300	\$1.46	\$2.50
3	\$579	500	\$1.16	\$2.50
4	\$719	700	\$1.03	\$2.50
5	\$939	1100	\$0.85	\$2.50
VIP	\$1,299	1800	\$0.72	\$2.50

Tabla 3.18. Planes de renta mensual “A tu medida frontera” Iusacell.

**Forma Prepago (Tablas 3.19 y 3.20)**

Tipo	Monto	Precio por minuto			Bono	Vigencia
		Iusacell local	Fijo local	Otros celulares		
Tarjeta física	\$100	\$4.48	\$3.48	\$4.48	No aplica	30 días
	\$150	\$4.48	\$3.48	\$4.48	No aplica	
	\$200	\$0.00	\$2.00	\$3.48	\$0	
	\$300	\$0.00	\$3.48	\$5.99	\$300	
Sólo en canal electrónico	\$500	\$0.00	\$3.48	\$5.99	\$500	60 días
	\$1,000	\$0.00	\$3.48	\$5.99	\$1,000	

Tabla 3.19. Forma prepago Iusacell.

En el abono de una tarjeta **\$200**, las tarjetas se bonifican de acuerdo a su destino:

**\$0** en llamadas locales de Iusacell a Iusacell.

**\$2** en llamadas a teléfonos fijos.

**\$3.48** en llamadas a otras compañías celulares.

\*Precios más IVA.

Paketes viva	Costo	Duración
Noches	\$49	7 días
y fines de semana	\$90	15 días
	\$130	30 días
Números	\$49	7 días
REK2	\$70	15 días
Ilimitados	\$100	30 días
Números	\$49	7 días
1 Teléfono	\$70	15 días
	\$100	30 días
Red Iusacell	\$175	7 días
	\$290	15 días
	\$380	30 días
Plan frontera	\$299	30 días

Tabla 3.20. “Paketes viva” de forma prepago Iusacell.

En las Tablas 3.21 y 3.22, se hace una comparación entre los costos de los servicios de segunda generación de telefonía celular que ofrecen los cuatro operadores en México.

<b>Operador</b>	<b>Monto</b>	<b>Costo del minuto al operador local*</b>	<b>Costo del minuto a teléfonos fijos*</b>	<b>Costo del minuto a otros operadores*</b>
<b>Telcel (GSM)</b>	de \$100 a \$500	\$3.48	\$3.48	\$3.48
<b>Movistar (GSM)</b>	de \$100 a \$300	de \$1.00 a \$4.35	de \$1.00 a \$4.35	de \$3.50 a \$4.35
<b>Unefon (CDMA)</b>	de \$100 a \$1,000	de \$1.00 a \$3.48	de \$1.00 a \$3.48	de \$1.00 a \$3.48
<b>Iusacell (TDMA)</b>	de \$100 a \$1,000	de \$0.00 a \$4.48	de \$2.00 a \$3.48	de \$3.48 a \$5.99

Tabla 3.21. Forma de prepago para servicios de segunda generación en México

<b>Operador</b>	<b>Renta</b>	<b>Costo del minuto al operador local*</b>	<b>Costo del minuto a teléfonos fijos*</b>	<b>Costo del minuto a otros operadores*</b>
<b>Telcel (GSM)</b>	de \$199 a \$1,699	\$1.00	de \$1.70 a \$3.25	de \$1.70 a \$3.50
<b>Movistar (GSM)</b>	de \$115 a \$849	de \$0.98 a \$3.00	de \$0.98 a \$3.00	de \$2.00 a \$4.00
<b>Unefon (CDMA)</b>	de \$169 a \$999	\$1.00	\$1.00	de \$1.99 a \$2.60
<b>Iusacell (CDMA)</b>	de \$169 a \$1,999	de \$1.00 a \$3.25	de \$1.00 a \$3.25	de \$2.15 a \$3.85

Tabla 3.22. Planes de renta mensual en los servicios de segunda generación en México.

# CAPÍTULO IV

## 4 Telefonía celular de tercera generación

**3G** es tipificada por la convergencia de la voz y datos con acceso inalámbrico a Internet, aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos. Los protocolos empleados en los sistemas **3G** soportan más altas velocidades de información enfocados para aplicaciones mas allá de la voz tales como audio (MP3), video en movimiento, video conferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos.

Los sistemas **3G** alcanzaran velocidades de 384 Kbps permitiendo una movilidad total a usuarios viajando a 120 kilómetros por hora en ambientes exteriores y alcanzará una velocidad máxima de 2 Mbps permitiendo una movilidad limitada a usuarios caminando a menos de 10 kilómetros por hora en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores. Entre las tecnologías contendientes de la tercera generación se encuentran **UMTS** (*Universal Mobile Telephone Service*), **CDMA2000** (*Code Division Multiple Access 2000*) , **IMT-2000** (*International Mobile Telecommunications - 2000*), **ARIB (3GPP)** (*Association of Radio Industries and Businesses*), **UWC-136** (*Universal Wireless Communications -136*), entre otras.

El impulso de los estándares de la **3G** está siendo apoyado por la **ITU** (*International Telecommunications Union*) y a este esfuerzo se le conoce como **IMT-2000**. Este estándar ha recibido diversos impulsos de diferentes comunidades de desarrolladores como **CDMA-2000**, respaldada por Qualcomm y Lucent o **WCDMA** (*Wideband Code Division Multiple Access*) con capacidades 8 veces mayor que las actuales **CDMA** (*Code Division Multiple Access*) y apoyada por Ericsson, Nokia y los fabricantes japoneses de dispositivos de mano.

Después de largas negociaciones para solucionar problemas referentes a los derechos de propiedad, parece que se podrá alcanzar un estándar único que será **CDMA**. Sin embargo, dentro de éste existirán 3 modos opcionales y armonizados; **WCDMA** para Europa y los países asiáticos que tengan **GSM** (*Global System for Mobile communications*), **CDMA** para Estados Unidos y **TDD/CDMA** (*Time Division Duplex / Code Division Multiple Access*) para China.

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

- Transmisión simétrica/asimétrica de alta fiabilidad.
- Uso de ancho de banda dinámico, en función de la aplicación.
- Velocidades binarias mucho más altas: 144 kbit/s en alta movilidad, 384 kbit/s en espacios abiertos y 2 Mbit/s en baja movilidad.
- Soporte tanto de conmutación de paquetes **IP** (*Internet Protocol*) como de circuitos.
- Soporte **IP** para acceso a Internet (navegación **WWW**), videojuegos, comercio electrónico, vídeo y audio en tiempo real.
- Diferentes servicios simultáneos en una sola conexión.
- Calidad de voz como en la red fija.
- Soporte radioeléctrico flexible, con utilización más eficaz del espectro, con bandas de frecuencias comunes en todo el mundo.
- Personalización de los servicios, según perfil de usuario.
- Servicios dependientes de la posición (localización) del usuario.
- Incorporación gradual en coexistencia con los sistemas actuales de **2G**.
- Itinerancia (roaming), incluido el internacional, entre diferentes operadores y tipos de redes.
- Ambientes de funcionamiento marítimo, terrestre y aeronáutico.
- Capacidad de terminales telecargables, multibanda y multientorno.
- Economías de escala y un estándar global y abierto que cubra las necesidades de un mercado de masas.

- Provisión de un ambiente local virtual **VHE** (*Virtual Home Environment*): el usuario podrá recibir el mismo servicio independiente de su ubicación geográfica.

### Arquitectura de los sistemas de tercera generación

En los sistemas de tercera generación, el servicio en cualquier lugar y tiempo representa una parte fundamental de la funcionalidad. A ésta puede añadirse la necesidad de ampliar el área de servicio, unificar diversas tecnologías, integrar redes fijas y móviles, etcétera. Se puede esperar, entonces, que la diversidad de servicios que ofrecen los sistemas de tercera generación, represente un desafío para la arquitectura de los sistemas regulados por la ITU. Ningún sistema en el pasado había pretendido proveer tan amplia gama de servicios de operación global y tan elevado nivel de capacidad y desempeño. En la Figura 4.1, se simplifican los alcances de los sistemas de tercera generación, donde se pueden ver distintos sistemas operando simultáneamente, desde un ambiente de alta capacidad en picoceldas y servicios de voz, hasta un ambiente de cobertura satelital y servicios multimedia.<sup>21</sup>

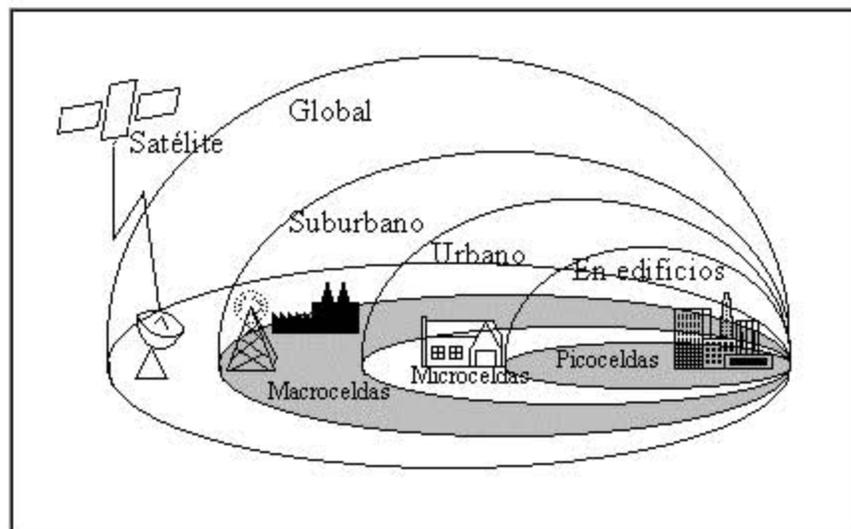


Figura 4.1 Red Multifuncional.

<sup>21</sup> Josefina Castañeda Camacho, Domingo Lara Rodríguez, *Performance of a New Microcell–Macrocell Cellular Architecture with CDMA Access*, IEEE Veh., Technol Conference, 2000.

La **ITU** ha progresado en la estandarización de los sistemas de tercera generación, en una primera y segunda fases del **IMT-2000**, las cuales consideran conmutación de datos en circuitos y paquetes a velocidades que superan incluso los 2 Mbps, incluyendo servicios de audio, video, voz, datos, multimedia, servicios suplementarios de búsqueda, ambientes virtuales, voice y seguridad, en configuraciones punto a punto, punto multipunto con terminales fijas o móviles.

En la Tabla 4.1 se listan las principales características de los sistemas de tercera generación y las diferencias con los de segunda generación.<sup>22</sup>

Aspectos	Sistemas de Segunda Generación	Sistemas de Tercera Generación
Tecnología Digital	Tecnología digital para modulación de voz, codificación de canal e implementación de canales de control y tráfico.	Incremento en el uso de tecnologías digitales incluyendo radios programables.
Operación en distintos ambientes	Están optimizados para operar en algunos ambientes, como vehicular y pedestre en redes fijas y móviles.	Se busca la operación multiambientes.
Bandas de Frecuencia	800Mhz. 900Mhz., 1.5Ghz y 1.8Ghz.	Uso de una banda de frecuencia global para sistemas terrestres y satelitales.
Servicio de Datos	Velocidades menores a 100 Kbps	Altas velocidades y servicio de datos en conmutación de circuitos o paquetes.
Servicio de Búsqueda (Roaming)	Limitado a una región específica.	Búsqueda Global con la disponibilidad de cobertura satelital.

Tabla 4.1 Comparación de Sistemas de Segunda y tercera generaciones

#### 4.1 Estandarización de los sistemas 3G

El desarrollo de los sistemas de tercera generación está en marcha desde ya hace varios años bajo los auspicios de la **ITU**. La comunidad internacional de las telecomunicaciones encargó a la **ITU** la tarea de elaborar una nueva norma para los

<sup>22</sup> Richard D. Karsello, Reuven Meidan, **IMT-2000 Standards: Radio Aspects**. IEEE Pers. Comm., 1997, pp. 30-40.

teléfonos móviles del siglo XXI que los dotará de sofisticadas capacidades de banda ancha y preparará el camino para el desarrollo de una nueva y apasionante familia de “comunicadores personales”.

Este nuevo marco de normas se conoce con el nombre genérico de **IMT-2000**. El proyecto representa la culminación de unos 10 años dedicados al estudio y al diseño con el fin de crear un nuevo sistema que introduzca la tecnología móvil en la era de la información. Las **IMT-2000**, el progreso más apasionante en comunicaciones móviles desde la aparición de los sistemas digitales a principios de la década de 1990, representan también uno de los más importantes logros de la **UIT** en la última década del siglo XX (Figura 4.2).

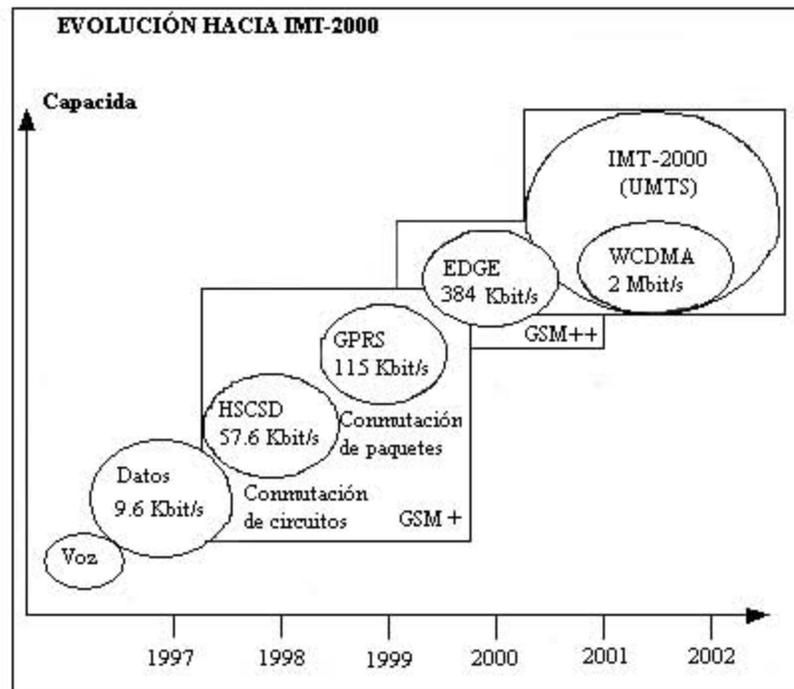


Figura 4.2 Evolución hacia IMT-2000

La **ITU** inició el camino de estandarización de **IMT-2000** cuando estableció el Interim Working Party 8/13 en 1985 (en la **UIT-R** (*Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector Radiocomunicación*) los estudios los realizó la Comisión de Estudio 8 y en la **UIT-T** (*Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de normalización de Telecomunicaciones*) la Comisión de Estudio 11).

Esta iniciativa fue llamada **FPLMITS** (*Future Public Land Movil Telecommunications Systrems*), que en 1996 fue denominada **IMT-2000**, para hacerla más fácil de pronunciar, a la vez que hacía referencia al año en que se esperaba la definición final del estándar **IMT-2000**.

En 1998 la **ITU** denominó **RTT** (*Radio Transmission Technology*) a las tecnologías que harían de interfaz aire entre las estaciones base y las terminales móviles. En junio de ese año, la **ITU** había recibido 15 propuestas (10 terrestres y 5 satelitales), siendo evaluadas por grupos independientes especiales, los que presentaron los informes en septiembre del mismo año.

Finalmente, la estandarización de los sistemas de tercera generación ha progresado rápidamente en la mayor parte del mundo. Los estándares de tercera generación se aprobaron por la **ITU** en Noviembre de 1999 como **IMT-2000** y, bajo el **ETSI** (*European Telecommunications Standards*) como **UMTS** para extender los servicios provistos por los sistemas de segunda generación en Europa y Japón, en América el **ANSI** (*American National Standards Institute*), como se observa en la Tabla 4.2.<sup>23</sup>

<b>ITU (IMT-2000) Intermacional</b>	<b>ETSI (UMTS o UTRA) Europa</b>	<b>ANSI EE.UU</b>
IMT-DS (Direct Spread)	WCDMA, UTRA FDD (Europa y Japón)	
IMT-MC (Multi-Carrier)		Cdma2000
IMTC-TC (Time Carrier)	TD-SCDMA y UTRA TD	
IMT-SC (Single Carrier)	UWC-136 EDGE	
IMT-FT (Frequency Time)	DECT (Europa)	

Tabla 4.2 Estandarización de Sistemas de Tercera Generación

La tecnología seleccionada para los sistemas de tercera generación, depende de factores técnicos que involucran el requerimiento de la velocidad de transmisión y desempeño, de factores políticos que involucran los acuerdos alcanzados por los diferentes estándares en distintos países y de su compatibilidad con las tecnologías preexistentes.

<sup>23</sup> Erik Dahlman, Per Beming, et. al. **WCDMA-T**, 1998.

El factor más importante en el éxito de los sistemas inalámbricos de tercera generación, ha sido la existencia de un amplio mercado. El forum **UMTS** ha predicho que en el 2010 existirán 1.7 billones de usuarios haciendo uso de los servicios inalámbricos, lo que representa el 20% de la población mundial. También ha estimado que del total de usuarios móviles, el 45% estará inscrito a los servicios de alta velocidad. Sin embargo, es claro que no existe una predicción exacta para el mercado **IMT-2000**, el cual en el ámbito de los servicios multimedia dependerá de diversos factores. Así, algunos estudios por parte del **UMTS** han revelado cuatro diferentes escenarios:

- Escenario 1. Considerado de evolución lenta y caracterizado por proveer aplicaciones limitadas y elevados precios en los servicios y equipos, debido a la liberación incompleta de los estándares.
- Escenario 2. En él los servicios multimedia tienen su mayor penetración en el sector empresarial y no en el de los consumidores, debido a la falta de aplicaciones innovadoras.
- Escenario 3. Caracterizado por la aparición de un mercado masivo dentro del ámbito multimedia, debido a que los equipos y aplicaciones han desarrollado un conjunto de características a la medida de las necesidades personales.
- Escenario 4. En el cual un mercado masivo real en el ambiente multimedia, ha surgido rápidamente, conjuntando ambos grupos, el empresarial y el de los consumidores. La diferencia principal de este último escenario, con respecto a los demás, es la accesibilidad del usuario a los recursos y la reducción en los costos.

Tanto **ETSI**, como **ANSI** y la **ITU**, han reconocido a los sistemas de tercera generación, que involucran la evolución de los sistemas de segunda generación. En Europa la estandarización del sistema **UMTS** se hizo considerando la evolución del **GSM** y la red de servicios integrados, con la idea de soportar los nuevos servicios y los provistos por **GSM**. En estados Unidos la evolución de **IS-95**, **CDMA2000**, está basada en la utilización de tecnología de banda ancha para garantizar los requerimientos impuestos por **IMT-2000**, entregando una transición suave de los sistemas de segunda generación hacia los de tercera.

Los sistemas móviles de primera y segunda generación no estaban concebidos para funcionar a nivel mundial, sino más bien a nivel nacional o, en el mejor de los casos, regional. Por consiguiente, no había razón para que la **ITU** estableciera normas para estos sistemas. Pero con la globalización de la economía y la necesidad de quienes desempeñan un papel en ella de obtener movilidad a nivel mundial, la **ITU** comenzó, hace unos 10 años, a trabajar en una nueva generación de sistemas que superara la actual fragmentación del mercado. En el marco del programa en curso de las Comisiones de Estudio de la **ITU**, expertos del sector privado, en el que se encuentran todos los fabricantes de equipo y los operadores de telecomunicaciones celulares importantes, se reúnen periódicamente en Ginebra y en otras ciudades para elaborar normas aceptables para todos y que puedan ser adoptadas por la industria mundial de las telecomunicaciones en beneficio de todos.

Ahora bien, mientras la extensa red mundial de las telecomunicaciones por cable, de sistemas por satélite, cables submarinos y enlaces fijos de radiocomunicaciones se desarrollaba bajo los auspicios de la **ITU** en un clima de cooperación internacional, los primeros sistemas móviles surgieron más bien como producto de organismos nacionales o regionales. En la década de 1980, cuando se estaban desarrollando y poniendo en funcionamiento las normas analógicas y la entonces segunda generación de normas digitales, estas organizaciones no podían en absoluto predecir el perfil de los usuarios móviles del futuro.

Con unas expectativas de crecimiento que anuncian unos 500 millones de abonados a la telefonía móvil a principios del nuevo siglo, la incertidumbre sobre el futuro de este tipo de comunicaciones ha desaparecido. Con la seguridad que le brindaba la promesa de un número creciente de abonados, la industria de las telecomunicaciones empezó a pensar en concebir una solución al problema del exceso de normas incompatibles que complica la fabricación de equipo, el funcionamiento de las redes y la gestión del espectro de frecuencias radioeléctricas.

Trabajando bajo los auspicios de la **ITU**, la industria se dio cuenta de que la evolución hacia una tercera generación de sistemas que pudieran dar cabida al tipo de aplicaciones que los usuarios desearían en el siglo XXI exigía una norma móvil mundial

unificada que ofreciera verdadera itinerancia planetaria, por todas partes y en cualquier momento. Esta aspiración comenzó a hacerse posible en 1986, cuando se inició la labor en lo que se conoce hoy como las **IMT-2000**. En la actualidad, tras más de 10 años de elaboración coordinada de normas, las **IMT-2000** están a punto de convertirse en realidad.

Una de las claves de la visión de la **ITU** de las **IMT-2000** era la atribución unificada del espectro de frecuencias radioeléctricas en todo el mundo, lo cual obviaba la necesidad de un equipo complejo que pudiese funcionar con toda una gama diferente de frecuencias y ajustarse automáticamente a ellas. La **CAMR** (*Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones de la Unión*) que se celebró en Torremolinos en 1992 determinó una anchura de banda de 230 MHz para las **IMT-2000** a nivel mundial y en la **CMR-95** se aumentó ligeramente dicha atribución para el componente de satélite del sistema.

Las decisiones de la **CAMR-92** de la **ITU**, corroboradas más tarde por la **CMR-97**, exigen a las administraciones que liberen la frecuencia necesaria para las **IMT-2000**. Aunque en la mayoría de los países del mundo los organismos de reglamentación están disponiendo lo necesario a nivel nacional y regional para asignar la banda de 2 GHz a los servicios de **IMT-2000**, la situación es diferente en América del Norte. Los **PCS** (*Personal Communications Services*), como se denominan los sistemas de segunda generación en América del Norte, están funcionando o tienen autorización para hacerlo en la mayoría de las frecuencias especificadas para las **IMT-2000**. En la **ITU** se están haciendo muchos esfuerzos para eliminar esta disparidad y hacer posible la armonización del espectro a nivel mundial para las **IMT-2000**.

#### **4.1.1 Expectativas de la tercera generación**

Los sistemas de la tercera generación ó sistemas **3G**, como se los denomina frecuentemente, ofrecerán mucho más que las actuales redes móviles dedicadas fundamentalmente a la telefonía vocal. El teléfono portátil del futuro será un tipo de equipo completamente nuevo, una combinación de diferentes productos ya existentes en la actualidad.

Este “comunicador personal” híbrido combinará una amplia gama de funciones diferentes en un solo aparato de bolsillo. Se activará con la voz, lo cual eliminará la necesidad de las agendas telefónicas. Estará provisto de una pantalla flexible y extraíble para videotelefonía o para mirar las páginas **WWW** (*World Wide Web*). Servirá como ordenador portátil que podrá conectarse rápida e ininterrumpidamente a la red distante de la empresa; será un dispositivo de comunicaciones capaz de enviar y recibir datos, voz, sonido e imágenes y una secretaria electrónica que nos recuerde nuestro programa diario, nos prepare las citas, nos haga las llamadas de rutina y nos conecte automáticamente a reuniones virtuales por medio de sus funciones de audio y videoconferencia.

Este nuevo comunicador personal contará con un único número de teléfono vitalicio. Un dispositivo como éste, siempre en funcionamiento y con una carga de batería que se mide en días y no en horas, estará constantemente conectado a Internet. Despertará al usuario por la mañana y le acompañará a la oficina, por la calle y al estadio. Estará a su lado en el avión que lo lleve a Estambul o a Tokio, o a cualquier lugar entre ambos, recopilando y proporcionándole la información que el usuario le haya pedido encontrar o supervisar, titulares de noticias con fotografías, informes meteorológicos, boletines de investigación, correo electrónico de vídeo y cualquier tipo de información de la que el cliente pueda disponer en su ordenador personal de la oficina.

#### **4.1.2 Elementos esenciales de las IMT-2000**

Al diseñar el tipo de sistema móvil que satisfaga las exigencias de los usuarios a partir del año 2000, los arquitectos de las **IMT-2000** identificaron varios factores esenciales para el éxito de la siguiente generación de las comunicaciones móviles.

##### **Alta velocidad**

En primer lugar, se determinó que todo nuevo sistema debe poder admitir servicios de banda ancha de alta velocidad, como el acceso rápido a Internet o las aplicaciones de tipo multimedia. La demanda de tales servicios está creciendo rápidamente ya que los usuarios del futuro esperarán poder acceder a sus servicios favoritos desde su equipo móvil tan fácilmente como desde su equipo fijo.

### **Flexible**

En segundo lugar, el sistema tenía que ser lo más flexible posible, y admitir nuevos tipos de servicios tales como la numeración personal universal y la telefonía por satélite que ampliarán significativamente el alcance de los sistemas móviles, beneficiando tanto a los consumidores como a los operadores.

### **Accesible**

En tercer lugar, el sistema tenía que ser por lo menos tan accesible como los sistemas móviles actuales, y el precio es el principal factor que impide un crecimiento más rápido de los sistemas móviles. La **ITU** reconoció que las economías de escala que pueden lograrse con una sola norma mundial tendrían la ventaja de reducir el precio al usuario, lo que es importante para todos los consumidores, y vital para ampliar la penetración de la telefonía en los países en desarrollo. Finalmente para que los equipos de tercera generación sean aceptados rápidamente por los consumidores, deben prestar por lo menos un servicio igual o mejor que los sistemas actuales, y deben ser económicos. Aunque inevitablemente las economías de escala reducirán los precios a partir de determinadas cantidades, si los sistemas son más caros y no ofrecen inicialmente una funcionalidad mucho mayor, los consumidores no los van a comprar.

### **Compatible**

En cuarto lugar, y tal vez lo más importante, todo sistema de nueva generación debe ofrecer una vía evolutiva, eficaz para las redes existentes. Si bien el surgimiento de los sistemas digitales a comienzos de la década de 1990 conllevó a menudo el abandono de las redes analógicas anteriores, las enormes inversiones afectadas en el desarrollo de las redes celulares mundiales de segunda generación durante la última década hacen totalmente impensable algo similar para la tercera generación. La protección de las inversiones actuales es una razón muy válida para que haya una fase transitoria en la realización de la tercera generación. Las **IMT-2000** hacen mucho hincapié en las vías evolutivas. Al diseñar el sistema **IMT-2000**, la **ITU** también estaba consciente de la necesidad de preservar un ámbito de competencia entre los fabricantes, que les dé incentivos y estimule la innovación.

## 4.2 Tecnologías de tercera generación

Existen razones evidentes que explican la necesidad de introducir 3G, por una parte está la capacidad de las redes móviles actuales que permiten albergar un número limitado de usuarios, con un patrón de consumo similar al actual, y en cuanto se sobrepase la congestión de la red se manifiesta de manera insoportable para los usuarios; por otra parte, tenemos 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, necesiéndose entonces más espectro; y, por último, por la aparición de nuevos servicios, muchos de ellos personalizados, donde la convergencia con Internet y el aumento de aplicaciones multimedia significará un aumento significativo de tráfico, tanto es así que los analistas estiman que este supondrá en torno a un 30% de tráfico adicional en tan solo dos o tres años.<sup>24</sup>

**3G** es un término genérico que cubre un rango de tecnologías de redes inalámbricas del futuro, incluyendo **CDMA2000**, **UMTS** y **WCDMA**.

**3G** combina acceso móvil de alta velocidad con servicios basados en **IP**. Esto no sólo significa una rápida conexión móvil a Internet; al liberarnos de las conexiones lentas, de los equipos poco prácticos por su tamaño y de los puntos de acceso inamovibles, **3G** permitirá nuevas formas para comunicar, acceder a información, conducir negocios y aprender.

### 4.2.1 CDMA2000 (Code Division Multiple Access 2000)

La interfaz de red definida para **CDMA2000** apoya la red de segunda generación de todos los operadores actuales, independientemente de la tecnología (**cdmaOne**, **IS-136 TDMA** o **GSM**). La **TIA** (*Telecommunications Industry Association*) ha presentado esta norma ante la **ITU** como parte del proceso **IMT-2000/3G**. Operando en modo **TDD** (*Time Division Duplex*) y/o **FDD** (*Frequency Division Duplex*), **CDMA2000** ofrece velocidades

---

<sup>24</sup> Ramjee Prasad, Mohr Werner, Konhauser Walter, **Third Generation Mobile Communication System**, Artech House, March 2000.

desde 1,2 kbit/s hasta 2 Mbit/s, y soporte para canales de 1,25–3,75–7,5–11,25 y 15 MHz con una o múltiples portadoras.

**CDMA2000**, también es conocido como **IS-136** e **IMT-CDMA** multi-carrier (1X/3X) es una tecnología de transmisión de radio para la evolución del ancho de banda de **cdmaOne/IS-95** a la 3ra generación añadiendo múltiples carriers. **CDMA2000** será desarrollado en dos fases. La primera, 1X, soporta paquetes de datos por arriba de los 144 kbps en un ambiente móvil. La segunda liberación de 1X soportará rangos de datos arriba de los 614 kbps. El segundo, 3X, soporta rangos de circuitos y paquetes de datos por arriba de los 2 Mbps.<sup>25</sup>

#### 4.2.2 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access )

Una tecnología para comunicaciones de radio digital con un ancho de banda para Internet, Multimedia, video y otras aplicaciones de alta capacidad, **WCDMA**, desarrollado por Ericsson, ha sido seleccionado para los sistemas de telefonía móvil de **3G** en Europa, Japón y Estados Unidos.

Voz, imágenes, datos y video son convertidos primero a una señal de radio digital para ancho de banda, para ser distinguida de la señal de otros usuarios. **WCDMA** utiliza técnicas de rangos variables en procesamiento digital y puede conseguir transmisiones de rango múltiples.

#### 4.2.3 UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)

A principios de 1998, el Instituto de estandarización de telecomunicaciones europeas **ETSI** escogió al **UMTS** como la base para un sólo sistema celular mundial, colocándola como la sucesora de **GSM**. La **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.

---

<sup>25</sup> *Ranjee Prasad, Tero Ojanaperä, An Overview of CDMA Evolution Toward Wideband CDMA*, IEEE Comm. Surveys, 1998, pp.323-331.

En el año 2001, **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 **FDMA** (*Frequency Divison Multiple Access*) especificada por la Asociación de Industrias de Radio y Comercio **ARIB** (*Association of Radio Industries and Businesses*) de Japón. Hace poco, en la Isla de Man [U.K., N. del T.] y en Mónaco se abrieron oficialmente redes **UMTS** pre-comerciales. Los países de Europa Occidental lanzaron oficialmente 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.

A raíz de la finalización del sistema **GSM** comenzaron a surgir, las primeras propuestas para diseñar un nuevo sistema. En principio, el objetivo era aprovechar el ímpetu ganado por el grupo de desarrollo del **GSM** e incluso los “contactos” internos. Sin embargo, pronto surgieron las voces discrepantes. Cabe pensar que ante la promoción de nuevos estándares los cuales pueden ser las necesidades de uno nuevo. La idea fue que el nuevo estándar sería el "unificador" de todos los estándares actuales (el **UMTS**).<sup>26</sup>

**UMTS** son las siglas de (*Universal Mobile Telecommunication System*, *Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles*), un canal de comunicación en el que todo es nuevo: nuevas frecuencias, nuevos proveedores, nuevas infraestructuras básicas, nuevos teléfonos, etc. Es un nuevo sistema que revolucionará el mundo de la telefonía móvil.

**UMTS**, también es llamado como acceso múltiple por división de código de banda amplia (**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.

Los sistemas **UMTS**, diseñados para manejar fácilmente los servicios de multimedia necesarios en ancho banda, que presentan velocidades en la transmisión de datos hasta de 100 veces las de redes móviles de hoy en día (hasta 2 Mbps) habilitan a una nueva

---

<sup>26</sup> Tisal Joachim, *The GSM network: GPRS evolution: One step towards UMTS*, 2ª. Ed., John Wiley, New York 2001.

generación de servicios que mezclan consistentemente enriquecidos elementos de los medios de comunicación incluyendo voz, vídeo, audio digital, imágenes a color y animaciones. **UMTS** utiliza una combinación de tecnología de **CDMA** y de **TDMA** (*acceso múltiple por división de tiempo*) 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, **PDA**s (*Personal Digital Assistants*), palm pilots y computadores portátiles.

**UMTS** hace referencia a un conjunto de tecnologías integradas para la creación de comunicaciones multimedia inalámbricas de alta calidad. Es el estándar de la tercera generación de telefonía móvil que persigue acabar con la incompatibilidad de los que coexisten en la actualidad, con la saturación de la red **GSM** y aumentar la velocidad de transmisión de datos para hacer realidad la telefonía multimedia.

El concepto de **UMTS** como tercera generación de sistemas celulares viene de muy atrás en el tiempo, y está ligado al concepto de **UPT** (*Universal Personal Telecommunications*). Mientras **UPT** engloba todas las formas de ofrecer telefonía como un servicio personal, es decir, un servicio personalizado para cada usuario y accesible en todo momento, en todo lugar, y por todos los medios posibles (redes, aplicaciones y terminales) **UMTS** resuelve la parte de **UPT** correspondiente a redes y terminales móviles, con aplicaciones de voz y datos, para ofrecer:

a) Movilidad universal de terminales

b) Servicios multimedia.

La Figura 4.3 incluida a continuación visualiza la posición relativa de **UMTS** frente a otras tecnologías de telecomunicaciones.

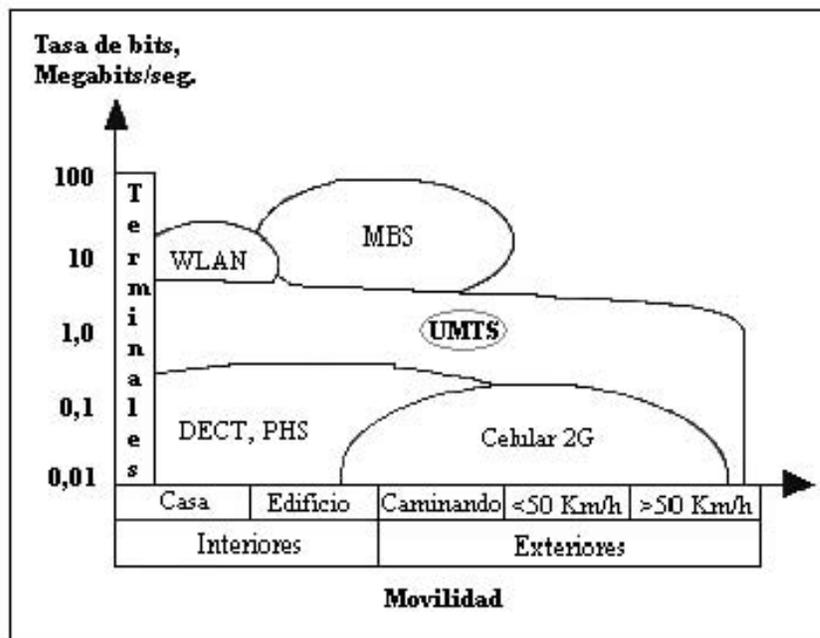


Figura 4.3 UMTS VS Otras tecnologías

Reiterando lo anterior tenemos los siguientes puntos:

- **UMTS** (llamada también **WCDMA**) es miembro de la familia mundial de **IMT-2000** de la **ITU** de los sistemas de comunicaciones móviles **3G** y está respaldada por **ETSI**, la Asociación **GSM**, la Asociación de Industrias de Radio y Comercio **ARIB** de Japón y **3G Americas**.
- **UMTS** es la tecnología **3G** de vanguardia, y a partir de febrero del 2002, 60 operarios cuentan con licencias **UMTS** alrededor del mundo, lo cual la convierten en la tecnología **3G** mundial más recomendada.
- **UMTS** es la tecnología **3G** de vanguardia más recomendada hoy en día tanto por la potencialidad en su cobertura geográfica como por sus posibles abonados, habilitando economías de escala basadas en el volumen mundial.
- Los operarios **TDMA** y **GSM** pueden escoger lanzar una combinación de **GPRS** (*General Packet Radio Service*), **EDGE** (*Enhanced Data for GSM Evolution*) y **UMTS** en varias bandas dependiendo de la segmentación específica del cliente y de las estrategias del espectro.

- **UMTS** proporcionará comunicaciones móviles de bajo costo y de alta capacidad que ofrecen velocidades en la transmisión de datos de hasta 2Mbps en un ámbito fijo o 384 Kbps en un ámbito móvil.
- **UMTS** se basará y extenderá la capacidad de las tecnologías móviles de hoy en día, al proveer mayor capacidad, eficiencia en el envío de datos y una variedad mucho más amplia de servicios, empleando un sistema innovador de acceso radial y una red central mejorada y desarrollada.
- **UMTS** y **EDGE** comparten la misma red central del **IP** y están respaldadas por el Proyecto Conjunto de Tercera Generación **3GPP** (*Third Generation Partnership Project*).
- **UMTS** es una solución que ínter operará con el lanzamiento de **EDGE 3G**.
- Los dispositivos **EDGE-UMTS** proveerán un servicio transparente para los clientes que utilizan los servicios **3G**.

#### 4.2.3.1 El foro UMTS

En la implantación de los sistemas **3G** juega un papel importantísimo el Foro **UMTS**, 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 precio 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).

#### 4.2.3.2 Ventajas de UMTS

- El sistema **UMTS** mantendrá la compatibilidad con las redes **GSM**.
- La frecuencia para **UMTS** es de 2GHz y será posible transmitir datos a 2Mbps. Con estas velocidades, la videoconferencia móvil es una realidad.
- **UMTS** integra transmisión de paquetes, con lo que se dispondrá de conexión permanente a la red (no sólo al efectuar una comunicación) y se podrá facturar por volumen de datos en lugar de por tiempo.
- Velocidad adaptable: el ancho de banda de cada llamada se asigna de forma dinámica (no es lo mismo una llamada de voz que una transmisión de imágenes), con lo que se optimiza su uso.
- Global: el sistema está diseñado para funcionar en todo el mundo, empleando tanto redes terrestres como enlaces por satélite. Seguirá siendo compatible con **GSM** 900 y 1800.
- Sencillo de utilizar: como es un sistema único, el roaming (cambio de red) es prácticamente instantáneo, sin cortes en la comunicación. Además, al cambiar de operador, el usuario dispondrá de sus servicios originales, por ejemplo, los de la intranet corporativa.

Las ventajas de **UMTS** también pueden dividirse en dos categorías: beneficios para el usuario y beneficios para el operador.

Los beneficios para el usuario incluyen:

- *Velocidad*: **UMTS** soporta velocidades pico de 2.4 Mbps cuando el usuario se encuentra en un lugar fijo y 384 Kbps cuando se encuentra en movimiento. La velocidad promedio es de 300 Kbps, que es lo suficientemente rápido como para

soportar una amplia gama de servicios de datos avanzados, incluidos el streaming de audio y video de alta calidad, acceso rápido a Internet y descarga de grandes archivos. Por ejemplo, en **GPRS** un video clip **MMS** (*Multimedia Message Service*) de 100 KB tarda 26,7 segundos en bajar, mientras que en una red **UMTS** con velocidad promedio de 128 Kbps tarda sólo 6,8 segundos (fuente: Nokia).

- *Una conexión “siempre activa”*: Al igual que la banda ancha por cable y el DSL, **UMTS** ofrece una conexión permanente a Internet, de modo que los usuarios no tienen que conectarse cada vez que necesitan el acceso, y pueden recibir servicios de notificaciones, como alertas con los valores del mercado accionario.
- *Valor*: **UMTS** es una tecnología basada en paquetes, lo que constituye una forma más eficiente de provisión de servicio por parte de los operadores. Esos ahorros pueden ser trasladados a los usuarios en forma de tarifas más bajas. El hecho de que se trate de tecnología en paquetes también significa que los usuarios sólo pagan por los datos que envían y reciben en lugar de pagar también por el tiempo de aire utilizado para establecer una conexión y esperar a que responda el servidor.
- *Compatibilidad*: **UMTS** es compatible con **EDGE** y **GPRS** lo que permite que los usuarios salgan de un área con cobertura **UMTS** y sean conmutados automáticamente a una red **EDGE** o **GPRS**, dependiendo de factores tales como disponibilidad de la red y cantidad de ancho de banda requerida para la aplicación de la cual se trate. De este modo, los usuarios de **UMTS** siempre tienen asegurado algún nivel de servicio de datos en paquetes ya sea que estén en su área original o de viaje. Más de 100 operadores de Europa, del continente americano y de otras regiones han construido, o se han comprometido a construir, redes **UMTS**, lo que asegura un rápido crecimiento de la cobertura **UMTS** en el continente americano y en otras regiones. A julio de 2004, hay 62 redes **UMTS** en servicio alrededor del mundo.
- *QoS* (Calidad de servicio): **UMTS** incluye sofisticados mecanismos de calidad de servicio, con lo cual se asegura que cada tipo de servicio de datos recibe exactamente la cantidad de espectro y recursos de infraestructura que necesita. Por

ejemplo, a un servicio de streaming de video se le asignaría suficiente ancho de banda para que la imagen sea estable y de calidad.

Los beneficios para el operador incluyen:

- *Facilidad de actualización:* **UMTS** reutiliza las inversiones previas más importantes, en particular la infraestructura de la red de datos en paquetes desplegada para **GPRS**. Según el fabricante de que se trate, la actualización puede ser tan sencilla como agregar software **UMTS** y tarjetas de canales a la infraestructura de radio **GSM/GPRS/EDGE** existente, que continúa atendiendo a los clientes utilizando esas tecnologías. Esta arquitectura modular reduce el costo de la actualización a **UMTS**, permitiendo de este modo que los operadores establezcan precios para sus servicios **3G** mucho más competitivos de lo que serían si la actualización requiriera el reemplazo de importantes elementos de la infraestructura.
- *Eficiencia en el uso del espectro y flexibilidad:* **UMTS** funciona en varias bandas del espectro nuevas y existentes, incluida la de 1900 MHz. Tal flexibilidad es especialmente importante para los operadores del continente americano, donde, a diferencia de Europa, las autoridades regulatorias de la mayoría de los países no requieren nuevas licencias para las bandas de espectro destinadas únicamente a **3G**. **UMTS** también hace un uso altamente eficiente del espectro debido a la combinación de las tecnologías **CDMA** y **TDMA**. Por ejemplo, un único canal de radio de 5 MHz puede manejar más de 100 llamadas de voz **WCDMA** simultáneas y una cantidad aún mayor de sesiones simultáneas de datos. Además **UMTS** presenta la mayor eficiencia espectral para las velocidades de datos superiores a los 100 Kbps.
- *Compatibilidad:* Este diseño les otorga a los operadores la flexibilidad de lanzar **UMTS** en ciertas partes de su área de cobertura, como las grandes ciudades, antes de extenderse hacia otras áreas. Un operador también puede elegir tener desplegados **GSM**, **GPRS**, **EDGE** y **UMTS** en el mismo mercado. Este enfoque no constituye un derroche en redundancia, sino que le permite al operador rutear cada tipo de tráfico hacia la red que esté mejor equipada para manejarlo. Por ejemplo,

mensajes de texto que requieren poco ancho de banda podrían enviarse por la red **GPRS**, liberando así a la red **WCDMA** para los servicios que requieren gran ancho de banda, como el streaming de video.

- *Volúmenes:* A julio de 2004, hay 62 redes **UMTS** en servicio alrededor del mundo, que atienden a casi seis millones de clientes. El **UMTS Forum** prevé que habrá docenas de redes **UMTS** más en servicio en Europa, ya que una mayoría significativa de operadores europeos tienen planes de lanzamientos comerciales para el tercer o cuarto trimestre. Otros 93 operadores de 37 países se encuentran en la fase pre-comercial, de planificación o prueba con la tecnología **UMTS**, o bien han sido adjudicatarios de licencias **UMTS**. Con la disponibilidad de servicios **WCDMA** comerciales en Japón, países de todo Europa, y recientemente cuatro ciudades de los EUA (Detroit, Phoenix, San Francisco y Seattle), el tamaño de este mercado se traduce en altos volúmenes de infraestructura y dispositivos **UMTS** para el usuario y una regla en los negocios es que a mayores volúmenes, menores costos. En el caso de **UMTS**, el resultado es una infraestructura de costos accesibles para los operadores y dispositivos para los usuarios con gran variedad de niveles de precio.
- *Control de calidad:* **UMTS** incluye avanzados mecanismos de calidad de servicio que les dan a los operadores un mayor control y que permiten asegurar que cada aplicación o usuario reciba la cantidad de ancho de banda que necesita. La calidad de servicio es un aspecto clave para un servicio que apunta a los usuarios de empresas; contribuye a la retención de clientes y reduce la necesidad de bajar las tarifas para atraer clientes que reemplacen a aquellos que cambiaron de operador. Los mecanismos de calidad de servicio de **UMTS** cubren todos los pasos del viaje de una aplicación de datos, desde el dispositivo, a la celda, a través de la red y en el gateway de entrada a Internet. Ninguna otra tecnología inalámbrica brinda semejante nivel de calidad de servicio.

Diseño con miras al futuro: Los mecanismos de calidad de servicio de **UMTS** también pueden soportar **VoIP** (*Voice over IP*), la etapa final de la visión de **UMTS**, donde

la voz y los datos viajan sobre la misma infraestructura de paquetes. Dicho diseño reduce la necesidad y los costos de contar con una infraestructura separada para la voz por conmutación de circuitos. Mediante el uso del **SIP** (*Session Initiation Protocol*), que controla el flujo del tráfico, **UMTS** asegura que la voz no sufra demoras y brinda, de este modo, una experiencia de calidad telefónica.

### **Ventajas económicas de UMTS**

El sistema **UMTS** se desarrolló para satisfacer la demanda de comunicaciones móviles en un ámbito inalámbrico real. El sistema permite servicios avanzados de internet móvil para el usuario final. Esto, junto con los beneficios para el operario de contar con una capacidad de red mayor, es lo que hace que el sistema **UMTS** sea una inversión segura.

Cuando se lancen completamente las redes **UMTS**, el internet móvil proveerá muchos tipos de nuevos servicios y contenidos en distintas redes y con diferentes dispositivos, de tal forma que se acomoden a nuestros gustos individuales, ubicación y circunstancias en un momento dado. Esto quiere decir que las demandas a las que serán sometidas las redes serán inmensas.

#### **4.2.3.3 Claves de la puesta en marcha hacia el sistema UMTS**

##### **Inversión**

Las cuatro operadoras invertirán aproximadamente 10.000 millones de euros para completar el despliegue **UMTS**. Ya han invertido 1.000 millones, y se comprometen a elevar la cifra a 2.300 millones en dos años, 4.500 en cinco y 6.300 en los próximos 10 años, un 30% menos de lo comprometido inicialmente, gracias al acuerdo para compartir infraestructuras.

##### **Estreno**

**UMTS** ya existe en Austria, Suecia, Dinamarca, Reino Unido e Italia. T-Mobile, filial de telefonía móvil de Deutsche Telekom, comercializará servicios **UMTS** para datos, la francesa Orange se estrenará en el segundo semestre 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.

### **Cobertura**

Inicialmente estaba previsto que **UMTS** llegase al 50% de la población 24 meses después de comenzar su comercialización, hasta alcanzar el 90% en cinco años y el 98% en diez. Mientras su cobertura no sea total, coexistirá con el **GSM** actual para que los usuarios puedan usar los terminales para hablar y enviar mensajes tengan o no cobertura con el nuevo sistema.

### **Antenas**

Ya se han instalado unas 2.000 nuevas antenas, que deberán multiplicarse por diez (hasta 21.500) en el plazo de diez años para conseguir la cobertura prevista. Se espera que en los dos próximos años estén instaladas 8.700 nuevas estaciones base y que en un lustro lleguen a 18.000.

### **Velocidad**

**UMTS** promete ofrecer velocidades inicialmente de hasta 384 kilobits por segundo, 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.

### **Precio**

Será un servicio más caro que la llamada de voz. Su previsible abaratamiento se producirá cuando se alcance un consumo masivo, lo mismo que ha sucedido con **GSM** cuando sustituyó a la primera generación. Lo que sí se supone es que se cobrará por el volumen de la información que se haya transmitido, no por el tiempo de conexión. En cuanto a las tarjetas duales **3G/GPRS** para los portátiles, la “Mobile Connect” de Vodafone

cuesta 400 euros y el (pack Oficina 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**.

### **Terminales**

Los nuevos terminales **UMTS** (cuyo precio oscilará entre los 100 y 200 euros) se presentan como uno de los grandes obstáculos a superar, son demasiado grandes y pesados, se calientan y la batería se agota enseguida.

### **Usuarios**

Actualmente hay en el mundo unos 1.000 millones de usuarios de telefonía móvil. 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.

### **Nuevos servicios**

El móvil multiusos (monedero, cámara, vídeo, radio, tarjeta de crédito, entre otros) ya es una realidad. En 2003, de los 500 millones de teléfonos móviles vendidos en todo el mundo, 60 millones contaban con cámara fotográfica y envío de **MMS** los tonos, que ya suponen el 10% del negocio musical, junto a logos y fondos de pantalla generan el 70% de la facturación de los contenidos para móviles.

Con el **UMTS** se multiplicará esa capacidad multimedia y será posible transmitir contenidos y servicios por una red más rápida y segura. Ya no sólo se tomarán fotos o se grabarán vídeos con el móvil, sino que se podrán enviar instantáneamente a cualquier parte del mundo. Se podrá transmitir una boda en directo a través del móvil, darse un paseo virtual por una casa en venta.

**UMTS** es un nuevo canal de comunicación que fusiona Internet y telefonía móvil y ofrece cobertura mundial. Si la red **GSM** está pensada para las llamadas de voz y el **GPRS** aportó la transmisión de datos sobre ese mismo sistema (aunque fuese de una manera lenta e incómoda), **UMTS** aumentará las operaciones que se pueden efectuar desde el móvil, que

además podrán ser simultáneas. Será posible hablar mientras se descarga el correo electrónico.

Sus novedades, que afectan a infraestructuras, frecuencias, proveedores y terminales, repercutirán en muchos ámbitos:

- **Comunicación.** Los actuales servicios de voz, desvío de llamadas, **SMS** (*Short Message Service*) o llamada en espera, se potenciarán con la mensajería instantánea, el chat y la incorporación del vídeo para videotelefonía y videoconferencia.
- **Contenidos / Multimedia.** El terminal **UMTS** tendrá acceso a servicios multimedia como streaming de vídeo; audio (ver un vídeo o escuchar una radio sin tener que esperar a que los contenidos se descarguen totalmente a la terminal), contenidos interactivos de información y ocio enriquecidos con imágenes, música, juegos, vídeos, etc.
- **Seguridad.** La nueva red y las nuevas tarjetas **USIM** (*User Service Identity Module*) permitirán la identificación segura para acceder a una intranet corporativa. Los empleados podrán acceder a la red de su empresa desde el móvil mediante una conexión a alta velocidad.
- **Movilidad.** La terminal **UMTS** está siempre conectado a la red, por lo que la transmisión de voz, vídeo o datos llegará sin saltos aunque el usuario esté desplazándose en el coche, de la misma manera que si estuviese conectado a una red local.
- **Internet / Comercio electrónico.** La velocidad, 200 veces mayor que la de la red **GSM** actual, convertirá en realidad la navegación por Internet y el uso del correo electrónico desde el móvil, al margen de las limitaciones de la pantalla. Además del nuevo caudal de contenidos y consulta de datos que ofrece Internet, la seguridad de la red garantizará la identidad del cliente, abriendo las puertas al comercio electrónico y a las transacciones bancarias o bursátiles.

#### 4.2.3.4 Razones de UMTS

Está claro que hay una necesidad de nuevo espectro para dar servicio a tantos usuarios. Si observamos como se han ido definiendo las zonas del espectro para las tecnologías digitales, notaremos que para **GSM 900** se previeron inicialmente 35 MHz, para **GSM 1800** se reservaron 75 MHz, y para Tercera Generación la **ITU** propone 155 MHz adicionales en la zona de los 2 GHz. (**UMTS** tiene unas previsiones que indican la necesidad de otros 185 MHz mas sólo para redes terrestres, y entre 50 y 90 MHz para satélites). Lo que debemos razonar es la necesidad de desplegar una nueva tecnología en ese espectro, en lugar de continuar con la tecnología **GSM** y sus mejoras. Y la razón más importante es que la nueva tecnología aportará importantes mejoras en flexibilidad y eficiencia, resultando en un coste menor por bit transmitido. Esta razón cobra todo su valor si consideramos que la importancia relativa del tráfico de voz frente al de datos en las redes telefónicas está disminuyendo muy rápidamente, ha bajado ya del 50% en algunas zonas de Estados Unidos. Pero el menor coste puede no ser evidente.

#### **El sistema multimedia**<sup>27</sup>

Otro argumento serio en favor del **UMTS** son las aplicaciones que no puede cubrir el **GSM**. En primer lugar el **UMTS** debe funcionar en un conjunto de escenarios muy amplio. Además, es necesario un nuevo sistema que soporte las aplicaciones de mayor ancho de banda. En definitiva, los servicios denominados multimedia.

Puede pensarse que este tipo de aplicaciones tiene poco interés. No es así y recientemente el **ETSI** ha publicado un estudio sobre el concepto de **GMM** (*Global Multimedia Mobility*), donde se indica que se debe ofrecer la posibilidad de que los usuarios puedan acceder a los nuevos servicios multimedia desde todas las localizaciones y con terminales cada vez más transportables. Esta necesidad es percibida por muchos usuarios de ordenadores, sobre todo en Europa, en la que el tamaño y la posibilidad de mover la terminal constituyen una razón básica para la adquisición del mismo.

---

<sup>27</sup> **Multimedia:** Sistema, digital en la mayoría de las ocasiones, que integra texto, imágenes fijas o en movimiento y sonido en un único soporte. En comunicaciones multimedia, un buen ejemplo podría ser WWW.

Pero esto no es todo, a corto plazo está previsto desplegar un conjunto de nuevas redes **LAN** (*Local Area Network*), **MAN** (*Metropolitan Area Network*) y **WAN** (*Wide Area Network*) , 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.

Parece concebible que se produzca un importante uso del acceso radioeléctrico, incluso en situaciones en las que, actualmente, es habitual el uso de la línea telefónica convencional.

#### 4.2.3.5 El camino hacia UMTS

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.

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 utilizando el **GSM** como elemento unificador.

El documento **ETR 271** publicado por **ETSI** considera que los objetivos que distinguen **UMTS** de los sistemas de hoy, y por tanto justifican su despliegue, son básicamente:

- Integración de diversos servicios móviles inalámbrico, celular, buscapersonas, datos vía radio, comunicaciones vía satélite, etc.

- Servicios y terminales a medida. Posibilidad de elegir terminales y servicios generalistas o específicos dentro del concepto **UMTS**, con el mismo tipo de procedimientos de uso.
- Flexibilidad del terminal generalista para adaptarse a diversos interfaces y usos.
- Movilidad universal del terminal y movilidad personal tipo **UPT**.
- Interfaz de usuario adaptado al mercado de masas, sencillez y facilidad en los procedimientos de uso de los terminales. Validez universal de la aprobación técnica de terminales por organismos competentes.
- Alta calidad de voz, con grado de servicio y fiabilidad comparable a la de red fija.
- Explotación con sistemas eficientes (nuevo interfaz radioeléctrico) de una nueva banda del espectro en torno a los 2 GHz
- Servicios de altas tasas de bits, hasta 2 Mbps inicialmente en circunstancias adecuadas, incluyendo servicios con tasas de bits variables.
- Minimizar posibilidades de fraude al operador y el robo de terminales, y aumentar la seguridad de la información de usuario.

Comparado con **GSM 1800**, hay razones para esperar un menor coste:

- El radio máximo de las celdas debería ser muy parecido; por estar en una banda del espectro muy próxima. Nuevos desarrollos en antenas inteligentes pueden proporcionar mayor radio de celda a los productos más modernos.
- Una red **GSM 1800** funcionalmente comparable debe incorporar datos modo paquete, lo que implica: más estaciones base para dar suficiente calidad a los datos y superponer a la red de transporte de voz una red de transporte de datos. **UMTS** supone soluciones más baratas en el transporte, una red integrada de voz y datos, o probablemente una red de datos **ATM** (*Asynchronous Transfer Mode*) o con capacidad de voz.
- El despliegue **UMTS** se verá favorecido por la posibilidad de compartir emplazamientos con **GSM 1800**.
- Las estaciones base serán probablemente más baratas por la evolución de las tecnologías de fabricación.

- Para el usuario, el coste del terminal es también significativo. Probablemente los terminales **UMTS** serán más complejos que una terminal **GSM** de hoy, pero para comparar equipos equivalentes hay que pensar en terminales **GSM** avanzados, capaces de establecer conexiones usando varios intervalos de tiempo en la misma trama, y en tal caso la diferencia de complejidad y coste puede ser incluso a la inversa con mayor capacidad.

La nueva interfaz aire **UMTS** basada en tecnología **CDMA** introduce ganancias de capacidad en virtud de mejores esquemas de modulación y codificación. Pero las ganancias más significativas las debemos esperar de los siguientes puntos:

- Esquemas de segmentación, envío y recepción de paquetes optimizados para transmitir información asimétrica, asíncrona y a ráfagas.
- Adaptación de la información a las capacidades de la terminal y a la disponibilidad de ancho de banda de cada comunicación.
- Uso de agentes móviles en terminales, capaces de dar formato a datos «crudos» y así reducir la información superflua a transmitir.

#### 4.2.3.6 Compañías que ofrecen productos UMTS

Alcatel, Ericsson, Lucent Technologies, Motorola, Nokia, Nortel Networks y Siemens son algunas de las principales empresas fabricantes de infraestructura de redes que ofrecen una amplia gama de productos **UMTS**. Por ejemplo, el equipamiento de redes **UMTS** provisto por Nortel y Ericsson para AT&T Wireless ya se encuentra desplegado en cientos de celdas en cada uno de los mercados **UMTS** a los que apunta la compañía. Actualmente, los dispositivos **UMTS** para uso en América incluyen terminales multimedia de Motorola y Nokia disponibles para ser utilizados en las redes **UMTS** de AT&T Wireless, así como la tarjeta de datos Lucent/Novatel Wireless **UMTS**.

En cuanto a los terminales **UMTS**, actualmente hay numerosos modelos ofrecidos por Fujitsu, LGE, Mitsubishi, Motorola, NEC, Nokia, Panasonic, Samsung, Sanyo, Sharp, Siemens, Sony Ericsson y Toshiba.

# CAPÍTULO V

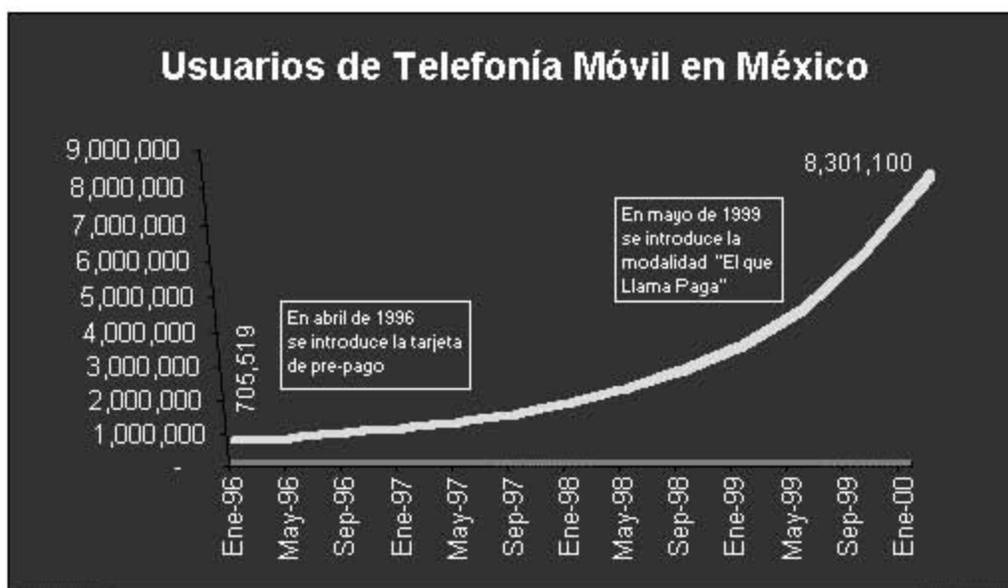
## 5 La telefonía celular en México

En 1977 Radiomóvil DIPSA, que opera bajo la marca Telcel, obtuvo concesión por parte de la **SCT** (*Secretaría de Comunicaciones y Transportes*) para operar un sistema de radiotelefonía móvil en el Distrito Federal, mismo que comenzó a comercializarse en 1981 y que logró, en un lapso de ocho meses, dar servicio a 600 usuarios del llamado “Teléfono en el auto”.

Para 1987 la empresa solicita autorización para la instalación de un sistema celular en la ciudad de Tijuana, B.C., misma que fue otorgada y modificada para poder operar en todo el país en 1989.

En 1990 este servicio se extiende al Distrito Federal y su zona metropolitana, logrando rebasar 35 mil usuarios. Cabe destacar que cuando se iniciaron las operaciones en ese mismo año (1990), se otorgaron dos concesiones en cada una de las nueve regiones en que se dividió al país, una con carácter nacional reservada para Telcel (subsidiaria de Teléfonos de México) y la segunda a un competidor. Estas concesiones se hicieron en las bandas A y B de la frecuencia de 800 Mhz. En 1997, con la entrada de la nueva generación de teléfonos móviles digitales **PCS** (*Personal Communications Service*), también se abrieron las frecuencias de 1850-1990 Mhz. y, en consecuencia, aumentaron a cuatro el número de concesionarios en cuatro regiones y a cinco en las restantes cinco regiones. Es importante notar que las compañías extranjeras sólo pueden tener participación con no más del 49% de las acciones de las empresas, según lo determinado por la Ley de Inversión Extranjera, a menos que se cuente con una resolución favorable por parte de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras para que la participación sea en un porcentaje mayor.

El caso de los celulares resulta interesante porque la introducción de ciertos elementos de regulación ha tenido importantes consecuencias en el desarrollo de este sector. Tal es el caso de la tarjeta de pre-pago y la modalidad de “el que llama paga” (Gráfica 5.1), que figuran como dos causas importantes del crecimiento exponencial que ha tenido el mercado de la telefonía celular en los últimos años.



Gráfica 5.1 Usuarios de Telefonía móvil en México

En el año de 1991 se forma la Asociación Mexicana de Concesionarios de Radiotelefonía Celular, A.C., integrada por las compañías restantes que operan en México, las cuales prestan el servicio de telefonía celular a través de la banda de frecuencia “A”. Estas empresas cuentan con convenios entre sí, con lo cual pueden prestar el servicio con cobertura nacional (roaming). En ese mismo año, la cobertura celular abarcaba las nueve regiones del país y se iniciaba una etapa de consolidación que aseguró el crecimiento de los siguientes años.

En 1992, Telcel contaba con 146.000 clientes, cifra que duplicó en el 94. En 1996, para hacer más accesible el servicio de comunicación inalámbrica móvil, se pone en marcha el primer sistema de prepago, conocido como “Ficha Amigo” y posteriormente el producto de anaquel “Amigo Kit”. Este lanzamiento, con su innovadora forma de acercarse al cliente, provocó un dinámico crecimiento en el número de suscriptores,

superior a cualquier expectativa. Así para 1997, Telcel rebasa el primer millón de suscriptores, cifra que se duplicó en 1998, y que desde entonces ha mantenido un espectacular ritmo de crecimiento.

Para el 2002 Telcel lanza la red **GSM** (*Global System for Mobile communications*) en nuestro país, marcando la pauta hacia lo que serán los servicios de tercera generación. Telcel fue la primer compañía en México que lanzó esta tecnología, utilizada ya en los países más desarrollados del mundo.

En el 2003 Telcel lanza innovadores servicios de valor agregado bajo el concepto Ideas Telcel y pone en marcha el primer programa de recompensas para usuarios celulares llamado Círculo Azul, con lo que al cierre de ese año sobrepasa los 23 millones de usuarios. Al día de hoy, Telcel mantiene concesiones para operar en las nueve regiones de México cubriendo más de 100 mil poblaciones del país, a través de sus redes en las tecnologías **TDMA** (banda “B” en 800 Mhz) y **GSM** (banda “D” en 1900 Mhz), lo que permite establecerse como la empresa líder de telefonía celular en México.

Por otra parte, en el 2004 la empresa de telefonía móvil, Iusacell, lanza al mercado sus servicios de Tercera generación (**3G**), por medio de la plataforma **BREW** de Qualcomm, con lo cual se convierte en la primera empresa que ofrece estas aplicaciones para el mercado mexicano.

La desaceleración de la economía internacional ha impactado a México, pero las inversiones en telecomunicaciones siguen en pie. Existe confianza en el desarrollo del sector en México, y un claro ejemplo de ello es la intención de invertir aproximadamente \$5,485 millones de dólares, según cifras identificadas por el gobierno federal y dadas a conocer por la **COFETEL**<sup>28</sup> (*Comisión Federal de Telecomunicaciones*) ver Tabla 5.1.

---

<sup>28</sup> **COFETEL**. Comisión Federal de Telecomunicaciones, organismo del gobierno mexicano que regula las telecomunicaciones en México.

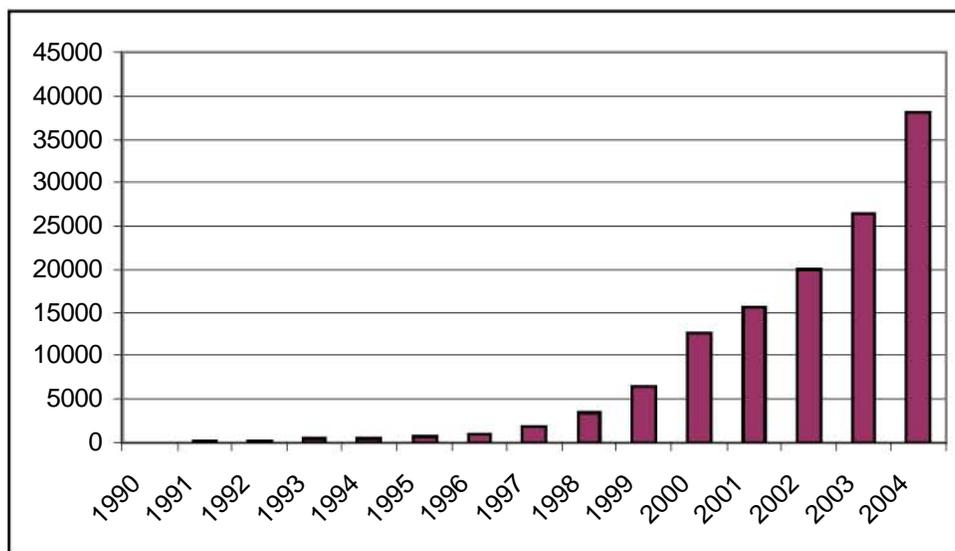
	millones de dólares
Servicio telefónico	\$4,684
TV restringida	\$380
Paging y trunking	\$270
Servicios satelitales	\$115
Otros	\$32

Tabla 5.1 Montos invertidos en el sector de las Telecomunicaciones.

Si esto se compara con la actual tendencia mundial y la desaceleración de la economía estadounidense, el panorama de las telecomunicaciones en México se ve bastante satisfactorio, aunque los datos referentes a la teledensidad demuestren lo contrario. Según la **COFETEL**, actualmente existen 12.8 líneas por cada 100 habitantes y prevalecen grandes desequilibrios por región. La teledensidad en el Distrito Federal, por ejemplo, se estima en 33.4%, mientras que hay estados más castigados, como Chiapas, donde es de 3.6%. Además, si México se compara con otros países de un grado de desarrollo similar, se encuentra en una situación desfavorable.

De todos los servicios de telecomunicaciones, probablemente la telefonía móvil ha experimentado el mayor crecimiento en los últimos años, tanto en términos de ingresos como de usuarios. Del primer trimestre de 2000 al primero de 2001, este sector creció 63% en ingresos, mientras que el resto de la industria aumentó 22% en promedio. De 1999 a 2000, el número de usuarios se incrementó en 89%, gracias a los sistemas de prepago, la reducción en términos reales de las tarifas, la aceptación positiva de los usuarios y la modalidad conocida como “el que llama paga”. Cifras preliminares de la **COFETEL** indican que al 31 de marzo de 2001 el número de usuarios se ubicó cerca de los 15.5 millones. En el 2002, esta cifra alcanzó los 19.9 millones de usuarios, y en el año 2004, los 38.1 millones, como se muestra en la Gráfica 5.2 y la Tabla 5.2.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> <http://www.cofetel.gob.mx>



Gráfica 5.2 Usuarios de telefonía móvil

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Usuarios*	64	161	313	386	572	689	1,022	1,741	3,350	6,440	12,523	15,709	19,991	26,386	38,177

Tabla 5.2 Usuarios de telefonía móvil

\* Millones de usuarios de telefonía móvil en México.

### 5.1 Cobertura

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes dividió al país en nueve regiones (Figura 5.1 y Tabla 5.3) para los servicios de radiotelefonía móvil con tecnología celular (regiones celulares) y el de acceso inalámbrico (regiones **PCS**), Telcel cuenta con cobertura en las nueve regiones para ambos servicios, los Estados Unidos y Canadá; en el caso de lusacell, que ofrece el mismo servicio, lo hace con cobertura propia o de otras empresas.

**Concesiones otorgadas**

**Telcel:** Banda B celular y **PCS** 9 Regiones.

**Iusacell:** Regiones 5,6,7,8 y 9 de la Banda A, de telefonía celular, y regiones 1 y 4 de **PCS**.

**Telefónica Movistar:** En la Banda A de telefonía celular, regiones 1, 2, 3, y 4. Telefonía con tecnología **PCS**, regiones 1 a 9.

**Unefon:** Telefonía con tecnología **PCS**, regiones 1 a 9.

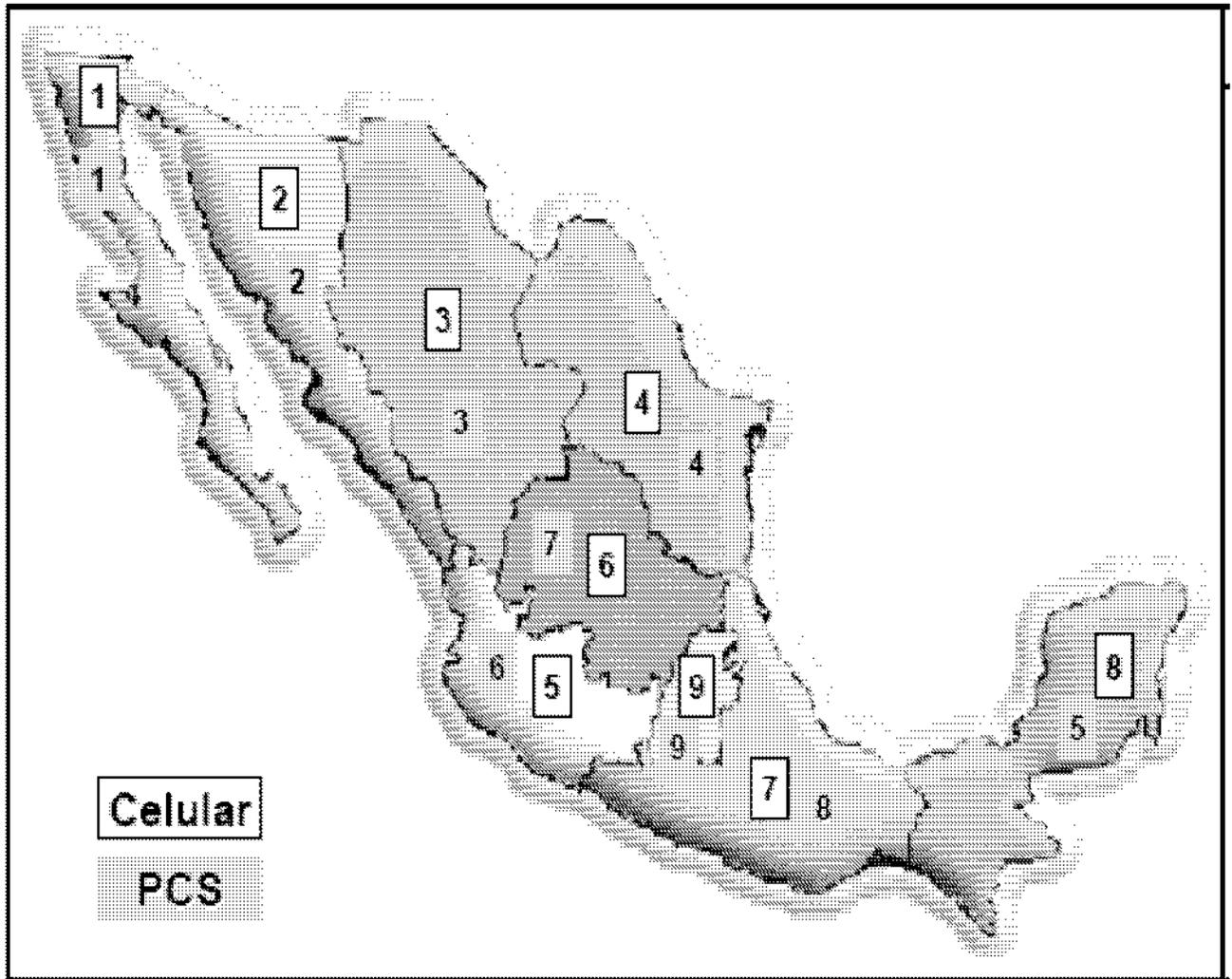


Figura 5.1 División de la cobertura nacional.

Celular	Región PCS	Nombre	Cobertura
1	1	Baja California	Baja California, Baja California Sur y el municipio de San Luis Río Colorado, Sonora.
2	2	Noroeste	Sinaloa y Sonora excluyendo el municipio de San Luis Río Colorado, Sonora.
3	3	Norte	Chihuahua, Durango y los siguientes municipios de Coahuila: Torreón, Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro y Viesca.
4	4	Noreste	Nuevo León, Tamaulipas, y Coahuila excluyendo los municipios de Torreón, Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro y Viesca.
5	6	Occidente	Colima, Michoacán, Nayarit y Jalisco excluyendo los municipios de Jalisco: Huejúcar, Santa María de los Angeles, Colotlán, Teocaltiche, Huejuquilla El Alto, Mezquitic, Villa Guerrero, Bolaños, Lagos de Moreno, Villa Hidalgo, Ojuelos de Jalisco y Encarnación de Díaz.
6	7	Centro	Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, y los Siguietes Municipios de Jalisco: Huejúcar, Santa María de los Angeles, Colotlán, Teocaltiche, Huejuquilla El Alto, Mezquitic, Villa Guerrero, Bolaños, Lagos de Moreno, Villa Hidalgo, Ojuelos de Jalisco y Encarnación de Díaz.
7	8	Golfo y Sur	Guerrero, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala y Veracruz.
8	5	Sureste	Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán.
9	9	Metropolitana	Distrito Federal y los Estados de México, Morelos e Hidalgo

Tabla 5.3 División de la cobertura nacional.

Lejos de lo que podría creerse, el Distrito Federal y la zona metropolitana no son las regiones en donde la penetración de los teléfonos celulares es la más alta, pues son los estados del norte del país los que cuentan con la mayor densidad de este servicio.

Como ya se había mencionado, la distribución geográfica de la cobertura de la telefonía celular está dividida en nueve regiones. La densidad nacional del servicio es de 26.3 teléfonos celulares por cada 100 habitantes, según cifras a junio de 2003 de la **COFETEL**, casi el doble que las líneas de telefonía fija.

La región con la penetración más alta es la uno, en donde están los estados de Baja California, Baja California Sur y Sonora.

En esta zona de cada 100 habitantes la mitad tiene un teléfono celular, es decir, una penetración que casi duplica al promedio general del país.

Le siguen los estados de Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila, que conforman la región 4 y en los que la penetración es de 37.2 usuarios de telefonía celular por cada 100 pobladores.

El Distrito Federal, el Estado de México, Hidalgo y Morelos representan a la región 9, en donde según datos de la **COFETEL**, hay 31.3 teléfonos móviles por cada 100 habitantes.

Si bien es cierto que esta cifra rebasa al promedio general del país, se trata de un nivel inferior al que reportan las regiones 1 y 4 que son las de los estados del norte.

En contraparte, cifras del organismo regulatorio indican que las entidades en donde la penetración del servicio es muy bajo, incluso inferior que el promedio nacional, son las del centro, el Golfo y el sur del país, que son las 7 y 8. La región 7 (Veracruz, Puebla Oaxaca, Guerrero, entre otras) es la más baja, pues sólo 15.5 de cada 100 habitantes tienen un teléfono celular, en tanto que en la región 8 son 21.6 de cada 100 pobladores los usuarios de este servicio.

### **5.1.1 Servicios adicionales**

Al contratar un plan, las compañías ofrecen diversos servicios adicionales al consumidor. De las compañías como Telcel y Iusacell sobresalen los siguientes:

- Identificador de llamadas
- Transferencia de llamadas
- Correo de voz
- Llamada en espera

- Conferencia tripartita
- Mensajes escritos
- Consulta de saldos
- Seguro contra robo de celular (con violencia)

Estos servicios y sus precios varían según el plan seleccionado, es decir, en algunos sólo se cobra el tiempo aire y en otros un cargo adicional. Con respecto al sistema de prepago, los servicios adicionales están más limitados por la empresa Telcel, ya que solamente ofrecen identificador de llamadas, Rescatel básico y transferencia de llamadas sin costo. Iusacell es la empresa que ofrece la gama más variada de servicios adicionales e integrados, como guía de entretenimiento, recibo desglosado, servicio especial de taxi, asistencia médica, servicios para viajes, entre otros. En el caso del servicio de identificación de llamadas, éste le permite al usuario saber quién y de dónde le llaman; en el caso específico de las largas distancias tiene la posibilidad de contestar o no, lo que significa una medida de ahorro.

### **5.1.2 Marcas y modelos**

Los aparatos que tienen mayor presencia en el mercado son Nokia, Motorola, Qualcomm, Samsung y Ericsson, los cuales presentan diversos modelos para que los consumidores elijan aquel que se ajuste mejor a sus posibilidades y necesidades.

Las compañías que ofrecen actualmente el servicio de telefonía celular en el país son: Telcel, Iusacell, Unefon y Telefónica Movistar, especialmente en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y otras regiones del país. A su vez, Nextel y Globalstar ofrecen sus servicios en el país a través de los cuales se pueden contratar sistemas de comunicación para establecer diálogos entre grupos de trabajo, o bien, para poder comunicarse desde lugares de difícil acceso. Existen dos formas mediante las cuales una persona puede tener acceso a un teléfono celular, por contrato o por tarjeta de prepago. Los planes por cobertura con mayor cantidad de tiempo al aire reducen la tarifa por minuto, aunque el desembolso total es más significativo. Las compañías de telefonía celular y

satelital brindan diferentes planes tarifarios. Por lo general, éstos dependen del número de minutos incluidos en la renta mensual; la tarifa de los minutos adicionales también es variable. Uno de los problemas más fuertes para los usuarios que adquieren el servicio de telefonía celular es el cargo por cancelación del servicio, que en ciertos casos llega a ser por 18 y hasta 24 meses, a cuyo monto se le debe agregar el IVA y en algunos casos la devolución del aparato telefónico. Existe una diversidad de marcas, modelos y tamaños de aparatos celulares que, en combinación con los planes tarifarios, presentan opciones que pueden adaptarse a su presupuesto.

## 5.2 La telefonía GSM en México

Al representar a más del 72% del mercado inalámbrico digital mundial, **GSM** es la tecnología de redes móviles digitales más ampliamente utilizada en el mundo, y tiene la mayor cobertura inalámbrica: más de 685 redes **GSM** están proporcionando servicios en más de 203 países del mundo. En febrero de 2004, **GSM** logró la marca histórica de los mil millones de clientes en todo el mundo. Más del 99% de la población mundial vive en países que cuentan con cobertura de redes **GSM**. En su carácter de tecnología de más rápido crecimiento en el continente americano, **GSM** creció más del 118% desde marzo de 2003 hasta marzo de 2004. En América Latina solamente, **GSM** creció en un 190% en el mismo período (Figura 5.2.)<sup>30</sup>

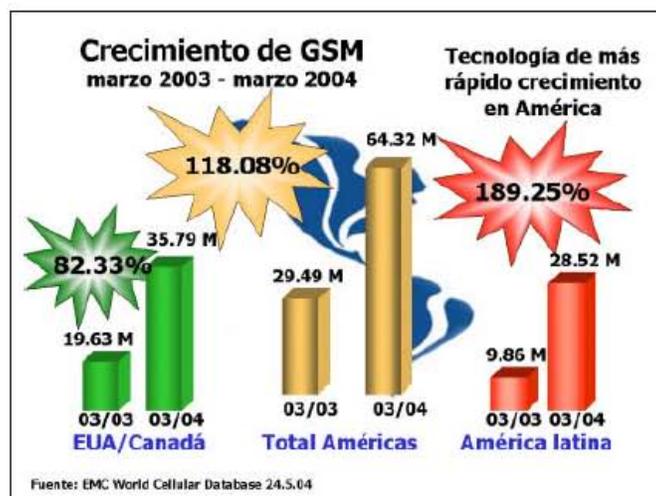


Figura 5.2 Crecimiento de GSM en América.

<sup>30</sup> <http://www.3gamericas.org>

Globalmente, **GSM** sumó 215.3 millones de nuevos clientes desde marzo de 2003 hasta marzo de 2004 (Figura 5.3), más que la base de clientes total de cualquier otra tecnología inalámbrica del mundo en la actualidad.

Durante el primer trimestre de 2004, la cantidad total de clientes **GSM** nuevos en todo el mundo ascendía a prácticamente 55 millones.

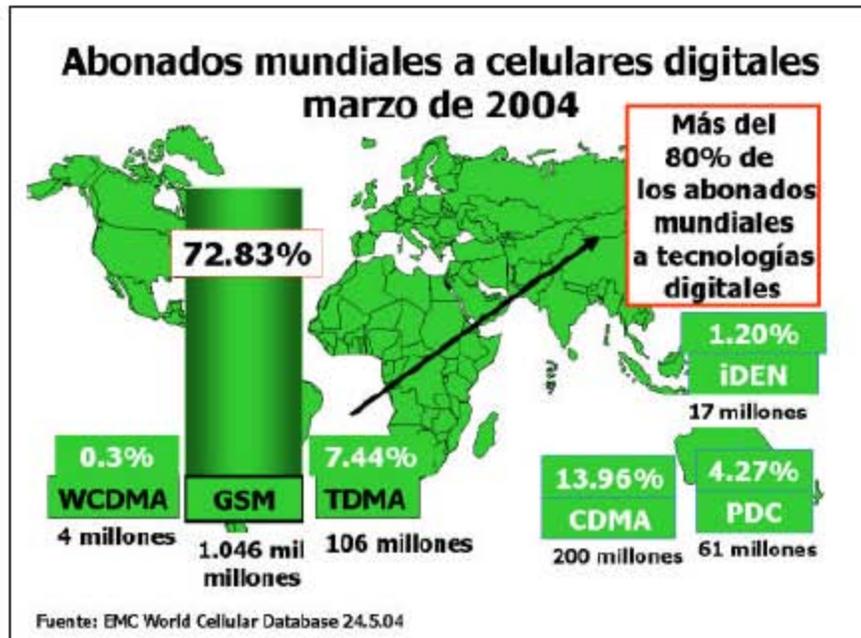


Figura 5.3 Proporción de sistemas de telefonía celular digital utilizados por usuarios globalmente.

A través de diversas optimizaciones tales como **AMR** (*Adaptative Multi Rate*), la capacidad de voz de **GSM** es hasta 16 veces mayor que la del servicio **AMPS** (*American Mobile Phone System*), o de tecnología analógica y cuatro veces mayor que la de **TDMA** (*Time Division Multiple Access*).

**GSM** es una norma abierta, lo que posibilita que cualquier fabricante produzca equipos compatibles. Esto lleva a:

- Capacidad de roaming global
- Economías de escala para los fabricantes
- Sólidos retornos para los inversores
- Oportunidades para los desarrolladores de aplicaciones
- Capacidad de evolucionar a servicios móviles de **3G**
- Vasta cobertura y confiabilidad de servicio para los clientes

### **Migración a GSM desde TDMA y CDMA**

En junio de 2004 62 operadores del continente americano eligieron migrar de **TDMA** a **GSM**. Además, 6 operadores **CDMA** (*Code Division Multiple Access*) escogieron implementar superposiciones de red **CDMA-GSM**.

**GSM** es la tecnología escogida por el 43% de los nuevos clientes de tecnologías inalámbricas digitales del continente americano, lo que la convierte en la opción número 1 entre todas las tecnologías móviles. Estos datos surgen del crecimiento sustancial que se exhibiera en el segundo trimestre de 2003. Por lo que se reportó en ese año un sólido crecimiento para **GSM** en el Hemisferio Occidental en virtud de que encabeza los cuadros con una tasa de crecimiento anual del 78% medida entre junio de 2002 y junio de 2003. Se trata del crecimiento anual más elevado entre todas las tecnologías móviles, según la evidencia estadística de EMC World Cellular Database.

Según cifras de EMC, **GSM** creció el 132% en América Latina y el Caribe en el período de un año finalizado en junio de 2003. México alcanzó los 1.5 millones de clientes **GSM** a junio de 2003, siendo **GSM** la opción inalámbrica número uno en México en el segundo trimestre de 2003, representando el 66% de los nuevos clientes móviles del país. En el mismo trimestre, el 16.7% de los nuevos clientes móviles de México seleccionaron **TDMA** o **CDMA** respectivamente.

Todos los países de América Latina y el Caribe, con la única excepción de Haití, ya tienen **GSM** o bien contarán con servicios **GSM** próximamente (Figura 5.4). Desde junio de 2002 a junio de 2003, 18 operadores lanzaron redes **GSM** en 12 países y ese ritmo no

hará más que acelerarse. Los despliegues **GSM** ahora se extienden por toda la región de América y el crecimiento de la cantidad de clientes demuestra que **GSM** es la mejor tecnología para evolucionar a los servicios de la próxima generación.

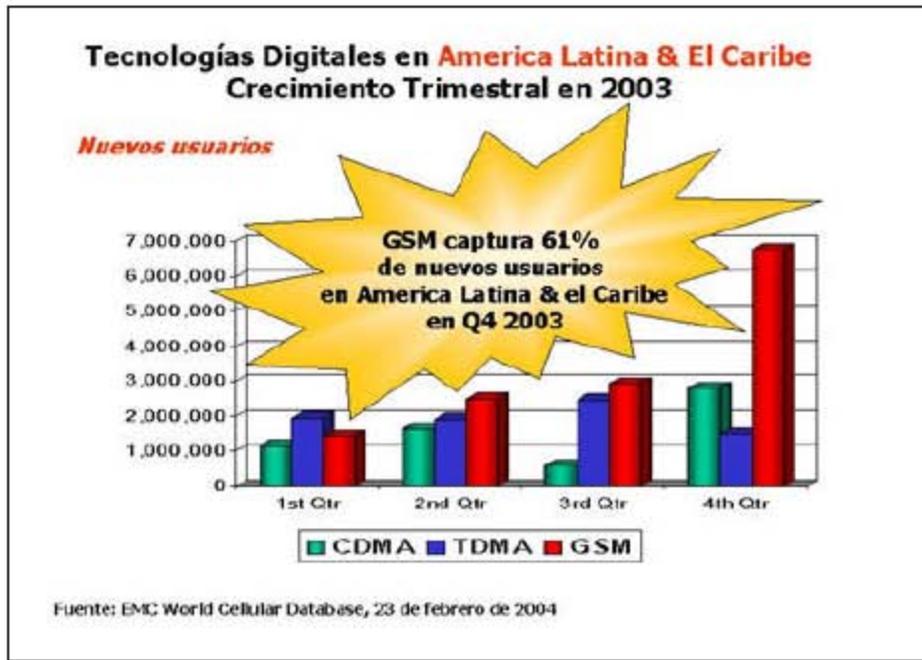


Figura 5.4 Proporción de sistemas de telefonía celular digital utilizados por usuarios de América latina y el caribe.

En México, alrededor de 20 millones de personas cuentan con un teléfono celular gracias a la reducción en el costo de los equipos y el sistema de prepago que ofrecen las compañías telefónicas.

La tecnología **GSM**, tiene el propósito a mediano plazo de preparar el camino para la introducción de la tercera generación, es decir, la transmisión de datos, imágenes, voz y más, que hoy es exclusiva de países como Japón.

Telcel, la principal empresa en este rubro en México, invirtió en esta tecnología. La característica **GSM** más conocida, y al parecer la que tendrá mas promoción, es el “Chip Inteligente”, una pequeña tarjeta extraíble parecida en su funcionamiento a una tarjeta Ladatel, y que contiene, toda la información del usuario, desde su directorio de contactos

hasta sus records en juegos, además se puede cambiar de equipo transfiriendo su información de una terminal celular a otra.

### 5.2.1 Operadores GSM en México

Los operadores **GSM** ofrecen a los clientes un amplio espectro de ventajas o beneficios como el roaming nacional e internacional, dispositivos de bajo costo, acceso global a servicios de Internet móvil, mensajería, correo electrónico y redes corporativas para brindar una solución de Internet móvil global. **GSM** es una opción inmediata y viable para los operadores **TDMA** que están migrando a redes de próxima generación, pues les brinda velocidades de datos significativamente más elevadas y eficiencia optimizada. Los principales operadores de **GSM** en México son:

- **Radiomóvil Dipsa - Telcel**  
GSM Start Date: Oct 2002  
Frequency: 1900  
Technology Path: **TDMA 800** to **GSM 1900**  
Commitment: **GPRS/EDGE**
- **Telefónica Móviles México/Movistar**  
GSM Start Date: May 2003  
Frequency: 1900  
Technology Path: **CDMA 1900** to **GSM 1900**  
Commitment: **GPRS**

#### 5.2.1.1 Telcel

Telcel la empresa líder en telecomunicaciones en México, a través de la nueva tecnología **GSM** presentó los servicios de comunicación más avanzados del mundo. Esta tecnología opera en más de 180 países y lugares en los 5 continentes, lo que permite estar en comunicación con un mismo número en todos los países que tengan redes operando en este estándar. Este es uno de los grandes beneficios que **GSM** de Telcel ofrece.

El “Roaming Internacional” es un servicio que le permite al usuario estar en comunicación gracias a los convenios que Telcel suscribe con otros operadores en el orbe, sin necesidad de cambiar de número o de equipo utilizando un “lenguaje común”: misma tecnología, mismo número, misma terminal en todo el mundo. Lo único que se necesita es contar con un teléfono tribanda **GSM** (900, 1800, 1900 Mhz).

**GSM** de Telcel es innovador y vanguardista ya que además de contar con características únicas, es la plataforma que tiene todas las posibilidades de ofrecer comunicación total con servicios de alto valor agregado en voz y datos. Imagínate: poder tomar fotos, mandar e-mails, “catear”, todo en el mismo teléfono.

Telcel **GSM** es la antesala de lo que serán los servicios de tercera generación. El 4 de octubre de 2004, a dos años del lanzamiento de la red nacional **GSM** de Telcel en nuestro país, el “Roaming Internacional” de Telcel ofrece la mayor cobertura que permite a sus clientes estar comunicados de forma automática y sin realizar ningún trámite en más de 100 países, a través de más de 200 operadores, gracias a los convenios logrados por la empresa. Estos acuerdos permiten ofrecer una mayor conectividad internacional a sus clientes que viajan alrededor del mundo por cuestiones de negocios o placer. Actualmente, el servicio de “Roaming Internacional” de Telcel se ofrece en países de los cinco continentes: en África se tiene cobertura en 7 países, entre los que se encuentran Egipto, Kenia, Sudáfrica y Camerún; en América 31, entre lo que se encuentran Argentina, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Estados Unidos, República Dominicana, Venezuela; en Asia y Medio Oriente se tienen 27 convenios en países como China, Corea del Sur, Japón, India, Indonesia, Israel, Jordania y más; en Europa se tienen 37 acuerdos en países tan visitados como Alemania, España, Francia, Grecia, Holanda, Reino Unido, Italia, Suecia, Suiza, entre otros; en Oceanía la cobertura se extiende a Nueva Zelanda y Australia.

Telcel, además ofrece el servicio de valor agregado de “Conexión Móvil Internacional” **GPRS** (*General Packet Radio Service*), el cual se tiene liberado con 8 operadores en 6 países: Canadá, Chile, Colombia, Estados Unidos, Italia y Polonia.

A través de “Conexión Móvil Internacional” **GPRS** los clientes de Telcel pueden enviar y recibir e-mails, navegar en un portal **WAP** (*Wireless Access Protocol*), descargar

imágenes a color, video y música, utilizar el celular como modem para conectarse a Internet con una Lap Top; lo único que necesitan es un equipo que cuente con **GPRS** y que la frecuencia del equipo sea compatible con la frecuencia del operador del país a visitar. Estos acuerdos permitirán a Telcel continuar evolucionando los servicios de comunicación inalámbrica para ofrecer una mayor conectividad a sus clientes fuera de México.

Adicionalmente, Telcel sigue siendo la empresa celular con la mayor y mejor cobertura a nivel nacional, al ofrecer servicio **GSM/GPRS** en más de 550 poblaciones y principales ejes carreteros en las nueve regiones celulares en México, lo que le permite a sus clientes tener una comunicación de voz y datos total a través de su “Roaming Automático Nacional”.

#### 5.2.1.2 Movistar

Telefónica Móviles México, operador de telefonía móvil que comercializa sus servicios bajo la marca Telefónica MoviStar, lanzó a partir del 15 de mayo de 2003 sus primeros servicios MoviStar **GSM** en las siguientes ciudades: México D.F., Monterrey, Guadalajara y Tijuana.

Este servicio ya está disponible en los más de 1.400 puntos de venta de Telefónica MoviStar a clientes ubicados en esas localidades.

La oferta de los servicios MoviStar **GSM** se suma y complementa el nivel de servicio de Telefónica Móviles México a sus más de 2,4 millones de clientes actuales a través de la tecnología **CDMA** y a los futuros clientes de MoviStar **GSM**.

El despliegue de la red **GSM** de Telefónica MoviStar se produjo en siete meses, lo que supone un tiempo record a nivel mundial para la instalación de una nueva red de estas características. Este despliegue ha conllevado un gran esfuerzo técnico, al que se ha sumado un importante trabajo de formación y capacitación interna para asegurar el mejor servicio a los usuarios.

Este despliegue continuará en todo México con el fin de asegurar la mejor cobertura en esta tecnología y un servicio de la máxima calidad. Así, Telefónica Móviles México,

dentro de su proceso de crecimiento en el país, ofrecerá sus servicios **MoviStar GSM** en un importante número de ciudades y en las principales vías de comunicaciones, con el objetivo de permitir a todos sus clientes acceder a servicios de alta calidad y de gran aceptación en otros países de América y Europa.

La red **GSM** de Telefónica MoviStar permitirá a sus clientes tener una cobertura de alta calidad y servicios telefónicos de valor agregado que se irán implantando con el tiempo, a medida que Telefónica MoviStar avance en su oferta innovadora de tarifas, productos y servicios.

Desde el punto de vista comercial, la red **GSM** facilitará una rápida introducción en el mercado mexicano de los productos y de los servicios más evolucionados. Todo ello en línea con el compromiso de esta compañía: ofrecer en México la máxima calidad en telefonía celular, con un claro enfoque de servicio al cliente. La oferta de los servicios **GSM** MoviStar complementa el nivel de servicio de Telefónica Móviles México a sus más de 2,5 millones de clientes actuales.

En paralelo, el lanzamiento de los servicios **GSM** remarca el firme compromiso de Telefónica Móviles con el desarrollo de las telecomunicaciones móviles en México, un país donde Telefónica Móviles va a invertir unos 600 millones de dólares en el actual ejercicio, y un total de 1.800 millones de dólares en el período 2002-2005.

La tecnología que soporta los servicios de Telefónica Móviles México es una tecnología madura y probada. En México, Telefónica Móviles está invirtiendo en desarrollar la mejor tecnología y la mayor cobertura nacional.

Telefónica Móviles cuenta con una gran experiencia en **GSM** desde la creación del estándar tecnológico, en la que participó con otros operadores y fabricantes. La compañía es miembro fundador de la **GSM** Association, y forma parte del equipo gestor de Open Mobile Alliance, el órgano encargado de asegurar la interoperabilidad en telefonía celular.

Telefónica Móviles gestiona actualmente más de 20 millones de clientes con tecnología **GSM** en varios países, y mantiene alianzas con los principales fabricantes y

proveedores del sector entre las que se encuentran Nokia, Ericsson, HP, Microsoft, Sun Microsystems, Openwave, o Intel, así como con otros proveedores de productos y servicios como Mitsui o In-fusio, líderes del mercado japonés, lo que le permite estar a la vanguardia en esta tecnología.

La implantación en México de la red **GSM** permitirá una rápida traslación y adaptación de los productos y servicios que se ofrecen en mercados más maduros, para beneficio de los clientes mexicanos de Telefónica Móviles. El compromiso de esta compañía es ofrecer en México la máxima calidad en telefonía celular, con un claro enfoque de servicio al cliente.

El 11 de junio de 2003, Telefónica Móviles México, compañía subsidiaria del Grupo Telefónica Móviles, escogió a Nokia como proveedora de al menos el 50% del sistema de radio-acceso para la red **GSM** nacional que lanzó en México, que ofrece servicios a través de su marca Telefónica Movistar. Además, Nokia fue seleccionada para ser la proveedora exclusiva de la red central **GPRS** de paquetes que posee Telefónica Móviles México.

Nokia desempeña un rol clave en los planes de Telefónica Movistar de desarrollar una red basada en **GSM** en México. **GSM** es la norma de redes celulares móviles más ampliamente utilizada en el mundo. En cumplimiento de los términos del acuerdo, Nokia ha provisto sus estaciones base UltraSite para **GSM 1900**, controladores de estaciones base y la solución para sistemas de soporte operativo (**OSS**) Nokia NetAct (**TM**). En cuanto a la red central de paquetes **GPRS**, Nokia también ha entregado los nodos de soporte **GPRS** (**SGSN** y **GGSN** (*Serving GPRS Support Node* y *Gateway GPRS Support Node*)), el Nokia Charging Gateway y otros elementos de conectividad.

Nokia ha provisto servicios de implementación, instalación e integración, e incluso obras de construcción para preparar sitios existentes, además de servicios de logística en todo el país para una rápida puesta a punto de la red. Asimismo, Nokia está ofreciendo un amplio rango de servicios de atención, incluyendo capacitación, mantenimiento de software, hardware y servicios para emergencias para contribuir a mantener la competitividad de la red luego de su despliegue.

El 10 de septiembre de 2003, las ciudades de Puebla y León fueron incorporadas a la red **GSM** de Telefónica Móviles México, segundo operador de telefonía celular mexicano, que comercializa sus servicios bajo la marca Telefónica MoviStar.

Con Puebla y León, ya son 17 las ciudades incluidas en esta plataforma. En total, más de 38 millones de mexicanos pueden disfrutar de los productos y servicios de la red **GSM** de la filial mexicana de Telefónica Móviles.

Además de Puebla y León, la red **GSM** de Telefónica Móviles México está presente en Ciudad de México, Ciudad Juárez, Chihuahua, Cuernavaca, Guadalajara, Matamoros, Monterrey, Monclova, Nuevo Laredo, Reynosa, Toluca, Saltillo, Mexicali, Ensenada y Tijuana.

La red **GSM** de Telefónica Móviles México facilitará una rápida introducción en el mercado mexicano de los productos y servicios más evolucionados en tecnología celular, además de los ya disponibles como son:

- buzón de voz
- envío de mensajes escritos a cualquier parte del mundo.
- \*2424 información (tráfico, entretenimiento, meteorología, medios de transporte, entre muchos otros).
- \*611 asistencia (atención a dudas sobre el servicio).
- roaming nacional e internacional.
- larga distancia
- desvío de llamadas.
- Multiconferencia ( El usuario puede hablar hasta con 6 personas al mismo tiempo ).
- llamada en espera.
- ocultación de llamadas.
- Identificador.
- servicios especiales (quejas, policía, Cruz Roja, información gubernamental, etc...).
- tonos y logos.

### 5.3 Tercera generación de telefonía celular en México

Las compañías celulares en México harán uso de las mismas frecuencias que utilizan hoy en día para implantar la telefonía de tercera generación. Así pues las nueve regiones en las que está dividida la república mexicana para dar servicios de telefonía celular no tendrán problema alguno para ofertar el servicio **3G** en el país. Desde 1998, la **COFETEL** ha trabajado para evolucionar a la tercera generación de telefonía celular. Los principios fundamentales que se han tenido con la industria son cómo facilitar la migración de los servicios de segunda a tercera generación, siendo que la **3G** no es otra cosa mas que una nimiedad adicional de desarrollo tecnológico a los servicios móviles que puede enviar la transmisión de datos a mayores velocidades con servicios multimedia. Además es importante que se dé un uso eficiente del espectro radioeléctrico. Las licitaciones que se llevaron a cabo en 1997 se realizaron previendo las necesidades que planteaban los nuevos servicios que se dan mediante segunda generación, los cuales no necesariamente son iguales a la necesidad de espectro para servicios de multimedia que va ofrecer la tercera generación.

Para sacar adelante la telefonía de tercera generación se identificó cuáles son las radiofrecuencias que servirían como base para los sistemas **IMT 2000** (*International Mobile Telecommunications - 2000*); la idea es manejar mejor la administración de frecuencias a nivel internacional para que los servicios de telefonía se puedan dar de forma globalizada.

La decisión de hacer uso de la frecuencia 1885-2025 Mhz es garantizar que se está dentro del sistema **IMT 2000** para facilitar que las comunicaciones sean totalmente globales, además de asegurar la compatibilidad de los sistemas de tercera generación de México y otros países, para tener acceso a las economías de escala en la producción de los equipos de comunicación. En particular es muy importante manejar el espectro de una manera voluntaria frente a Estados Unidos.

En 1998 se licitaron frecuencias para ofrecer el servicio de **PCS**, el cual se encarga además de ofrecer el servicio de voz y datos (como los que actualmente se ofrecen para hacer uso de Internet móvil); también llamados de segunda generación, los cuales hacen

uso de la digitalización de los actuales aparatos telefónicos. Sobresalen en la licitación del espectro Pegaso; Unefon, además de Iusacell y Telcel.

Con los trabajos que se han ido desarrollando desde 1998, México apoyó la decisión de la conferencia mundial de radiocomunicación para incluir bandas adicionales de espectro, en las cuales se podría dar una modificación en el **IMT 2000**, en particular se agregaron las bandas de 806 a 960 Mhz, que es donde se encuentran los servicios de telefonía celular actualmente.

Sin embargo, la banda de los 1710 a 1885 Mhz en México se podría utilizar para los servicios de tercera generación haciendo uso del estándar **GSM**.

Mientras en Estados Unidos se ha llevado a cabo un análisis para pasar las bandas antes mencionadas a otra frecuencia esto debido a que actualmente se utilizan para fines de seguridad militar ya que estas se utilizarán en **3G**. Pero existe un problema difícil de superar que son los servicios militares. A inicios de agosto de 2002, Estados Unidos determinó explorar nuevas bandas de frecuencias para probar los servicios de **3G** y dejar pendiente la subasta que se tenía programada para septiembre de 2002 a septiembre de 2004.

La posición de México es por la banda de los 1710 y 1885 Mhz, porque esa banda se encuentra prácticamente desocupada, mientras que en EU particularmente las bandas de 1755 a 1850 se encuentran ocupadas por los equipos militares de comunicación satelital. Sin embargo, los servicios que se dan de los 1700 a 1755 son relativamente más fáciles de trasladarse a otras zonas del espectro, (que hasta el momento no es nada oficial) esta banda después de desocupada bien podría ser para **3G**.

Lo interesante para **3G**, si se respeta la validación que se ha hecho en Europa para **GSM** en los 1800 MHz, es de que se podría tener en esta banda un servicio global, esto armonizaría las frecuencias a escala mundial, ya que el principal obstáculo son los usos que tienen estas bandas en EU.

En el caso de México se tiene disponible para licitación 40 MHz para **PCS**, que en Europa se han licitado a precios muy elevados para servicios de **3G**.

Las redes **3G** están listas para ser implementadas en Europa, Estados Unidos y Japón. En México, aún existen retos que vencer principalmente en la asignación de las frecuencias, ya que es necesario llegar a un acuerdo sobre cómo se asignarán y quién las va a comprar.

Las compañías celulares en México cuentan con tecnología **TDMA** o **CDMA**, por lo tanto queda trabajo por hacer para tener la posibilidad de contar con frecuencias **MMDS** (*Multichannel Multipoint Distribution Service*) que corresponden a las de tercera generación.

La **COFETEL**, que es el organismo que se encarga de legislar todo lo referente a las frecuencias. En Europa y en Estados Unidos ya se asignaron las frecuencias de tercera generación, sin embargo esas frecuencias seleccionadas fueron destinadas en México por la **COFETEL** para televisión restringida.

De esta forma, la frecuencia **MMDS** está designada en México para otro uso lo cual conlleva una serie de modificaciones que retrasarán la entrada de las redes **3G** al país.

La **COFETEL** lanzó un comunicado en el que señaló que no existe mayor peligro de obstaculizar la entrada en México de la tercera generación móvil. No obstante, este organismo, impulsado por operadores y potenciales inversionistas, recomendó a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes la licitación pública de las bandas de **MDS1/2** (*Multipoint Distribution Systems 1/2*) que permiten una comunicación bidireccional.

Ello generó reacciones, en el sentido de que la subasta y la correspondiente concesión para la explotación de las frecuencias **MDS1** (*Multipoint Distribution Systems 1*) y **MDS2** (*Multipoint Distribution Systems 2*) podría poner en peligro la introducción en México de la tercera generación de telefonía móvil.

Debido a tal inquietud, la **COFETEL**, recomendó la creación de un grupo nacional a fin de dar seguimiento al desarrollo de posiciones industriales y administrativas de parte

de Estados Unidos y Canadá sobre el tema de **3G** y la definición de los bloques de frecuencias a utilizar.

Sin embargo, luego de que dicho grupo nacional se entrevistó con la **FCC** (*Comisión Federal de Comunicaciones en Washington, DC*) concluyó que la licitación de las frecuencias **MDS1/2** no pone en peligro la entrada de las redes **3G**.

### 5.3.1 Operadores 3G en México

Los operadores que cuentan con redes **GSM** y **TDMA**, dos de los estándares móviles digitales de más alcance en el mundo cuentan con dos rutas que los pueden llevar a ofrecer servicios de tercera generación y estos son **EDGE** (*Enhanced Data for GSM Evolution*) y **WCDMA** (*Wideband Code Division Multiple Access*). Estas tecnologías tienen sus ventajas y se espera que muchos operadores elijan adoptar ambas soluciones, dándoles un rango incluso más amplio de posibilidades. **EDGE** y **WCDMA** ambos han sido aprobados por la **ITU** (*International Telecommunications*) bajo **IMT-2000**, la guía de consulta para aprender sobre las capacidades que tendrá **3G**.

La Tercera Generación reúne la fuerza tecnológica y es la base para el Internet móvil avanzado, incluyendo portales personalizados, comercio móvil y la mensajería unificada, alta velocidad en envío y recepción de datos, mejor calidad en la voz, en los servicios de video y localización.

#### 5.3.1.1 Iusacell

El 14 de julio de 2004, el Grupo Iusacell, informó que a partir de este mes, integró a su sistema, la solución BREW de Qualcomm el cual, permite a sus clientes a través de sus teléfonos celulares navegar y descargar una variedad de aplicaciones entre las que se incluyen: correo electrónico, tonos, protectores de pantalla, juegos, transmisión de fotografías y otros servicios. Adicionalmente, próximamente Iusacell incorporará la transmisión de video a los servicios antes descritos. Iusacell es la primera empresa de telefonía celular en nuestro país que cuenta con tecnología de Tercera Generación, **3G CDMA**, disponible en sus áreas de cobertura, la cual permite poner a disposición de sus

clientes el servicio “**3G** Iusacell”. Esta tecnología le permite a sus usuarios tener acceso a una gran gama de aplicaciones multimedia, convirtiendo su celular no solo en un medio de comunicación de voz, sino un eficiente medio de transmisión de datos que complementarán su estilo de vida.<sup>31</sup>

La Tercera Generación es la tecnología de punta en telefonía celular con la más alta calidad y velocidad en la transmisión de voz y datos. La elección de la solución **BREW** (*Binary Runtime Environment for Wireless*) por parte de Iusacell coloca a la compañía como el líder en el mercado inalámbrico mexicano y consolida a esta solución como la mejor opción para operadores debido a su flexibilidad, implementación sencilla y el amplio soporte que recibe de una comunidad de desarrolladores internacional. Sin cables, totalmente portátil, sin tener que conectarse a Internet, “**3G** Iusacell” ofrece un acceso inmediato a alta velocidad de transmisión y es sencillo de usar. Los clientes pueden navegar desde su teléfono y acceder a los servicios disponibles de acuerdo a sus necesidades. “**3G** Iusacell” contribuirá a mejorar la comunicación personal y de trabajo de sus clientes, que verán reflejados entre otros en aumentos de su productividad.

“**3G** Iusacell” ofrece a sus clientes los siguientes servicios:

- Correo electrónico: Permite convertir los teléfonos celulares Iusacell en oficinas móviles para recibir y enviar mensajes al sincronizarlos con cuentas de correo personal.
- Tonos: Personalizar los teléfonos celulares Iusacell al contar con diferentes tonos y melodías de timbrado.
- Juegos: Permite hacer de los teléfonos celulares Iusacell centros de entretenimiento, al descargar juegos del catálogo.
- Imágenes: Personalizar los teléfonos celulares Iusacell con las mejores imágenes.
- Álbum fotográfico: Crear álbumes al tener la facilidad de subir fotos e imágenes en Internet para después bajarlas a los teléfonos o enviarlas al e-mail de amigos y familiares.

---

<sup>31</sup> Angelina Mejía Guerrero, “Iusacell se fortalece”, **El Universal**. (México D.F., Viernes 16 de julio de 2004), pp. 5, Sección Finanzas.

- Centro de noticias: Las noticias más importantes del mundo directamente en los teléfonos celulares Iusacell.
- Fotos: Los teléfonos celulares Iusacell brindan las funciones de una cámara portátil, y mejor aún ya que permite no sólo tomar fotografías, sino también enviarlas.
- Videos: Próximamente los usuarios de Iusacell tendrán también la oportunidad de bajar, ver y enviar a través de sus teléfonos celulares, los videos de su preferencia.

**3G** Iusacell, destinó 80 millones de dólares a su deuda, con la intención de generar certidumbre entre los accionistas y poder cumplir con los acreedores.

Esta empresa de telefonía celular invirtió 80 millones de dólares de un total de 300 millones de dólares que destinará en un periodo de dos años y medio, con el propósito de impulsar su negocio.<sup>32</sup>

El 24 de septiembre de 2004, el Grupo IUSACELL, anunció un acuerdo con la empresa Lucent Technologies , para la expansión de su red de tercera generación, **3G CDMA**. Con esta expansión de cobertura y capacidad, Iusacell podrá soportar el aumento en el tráfico de su red derivado de un futuro crecimiento en su base de clientes, así como por el aumento en la transferencia de datos generado por la introducción de sus nuevos servicios de alta velocidad.

Lucent Technologies proveerá de software y equipo para la expansión de cobertura y capacidad en la mayoría de las regiones donde opera Iusacell, de su red **3G CDMA**, que soportará más y mejores servicios de comunicación de voz y datos. Este proyecto incluye además de lo anterior, actualizaciones de la red, una plataforma de seguridad de redes y todos los servicios asociados al mismo. Por su parte, la organización **LWS** (*Lucent Worldwide Services*) será la encargada de la instalación y mantenimiento de la red.

Con la expansión de la red **CDMA 2000 1X**, Iusacell incrementará su oferta de servicios avanzados de datos. Esta expansión permite a Iusacell ofrecer servicios de Tercera

---

<sup>32</sup> Angelina Mejía Guerrero, "Apuesta Iusacell a tecnología", *El Universal*. (México D.F., Miércoles 14 de abril de 2004), pp. 5, Sección Finanzas.

Generación a sus usuarios, posicionándose como la empresa celular líder de tecnología en México. La amplia gama de servicios **3G** de Iusacell crean valor a los clientes y mejoran su experiencia celular.

# CAPÍTULO VI

## 6 Tendencias y oportunidades de 3G en México

Actualmente en el mercado de la telefonía celular en México coexisten tres tecnologías para la comunicación móvil las cuales presentan respectivamente tanto virtudes como carencias de las que, por lo regular, el usuario común no está enterado. En este capítulo se abordará una de estas tecnologías que es hoy por hoy la más avanzada en nuestro país y la de mayor crecimiento en algunos de los países más desarrollados del planeta: la tecnología **CDMA** (*Code Division Multiple Access*) la cual es utilizada exclusivamente por las compañías Iusacell y Unefon.

A grandes rasgos, **CDMA** es un estándar de comunicación móvil en el que la voz es transformada en una señal digital, transmitida a través de una red inalámbrica en forma de señales de radio y cuya codificación permite el acceso a esta red de un número considerable de usuarios sin que por esto la calidad de la señal se vea alterada, es decir, sin ruidos o interferencias molestas en las llamadas. Dicha tecnología es creación de la compañía estadounidense Qualcomm (fabricante de dispositivos de comunicación móvil) y fue lanzada al mercado en el año 1995; desde entonces se ha convertido en una de las tecnologías de mayor crecimiento en todo el mundo.

En comparación con las otras dos tecnologías existentes en nuestro país (**TDMA** y **GSM**, empleadas por Telcel y Telefónica Movistar), **CDMA** ofrece una capacidad 10 veces mayor, ofreciendo a la vez una mayor cobertura, una mejor calidad de sonido, mayor seguridad y otros servicios integrados que van un paso más allá de lo que las redes **TDMA** (*Time Division Multiple Access*) o **GSM** (*Global System for Mobile communications*) ofrecen. Entrando en este aspecto, inicialmente la red **CDMA** pudo tener el potencial de ser utilizada más lejos de ser solo un medio de transmisión de voz (es decir, para el

intercambio de llamadas telefónicas), sin embargo no fue hasta 1999 que las empresas que forman parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones adoptaron una norma general para sistemas telefónicos de Tercera Generación (conocidos comúnmente por sus siglas **3G**), lo cual les permitía desde ese momento incorporar a sus redes la transmisión no solo de voz, sino también de datos, dada la eficiencia de la tecnología **CDMA**.

En octubre del año 2000, Qualcomm comercializó la primera licencia de la tecnología **CDMA2000** (ya enteramente como una tecnología **3G**) en Corea del Sur; desde entonces más de 70 operadores de telefonía móvil a nivel internacional se han migrado a este nuevo estándar que además de permitirles ofrecer servicios de transmisión de datos (tales como los mensajes de texto y los mensajes Multimedia), es totalmente compatible con los sistemas **CDMA** anteriores lo cual permite a las compañías de telefonía celular conservar su inversión en equipos así como su cobertura, ofreciendo servicios de mayor calidad. En comparación con la tecnología anterior, **CDMA2000** duplica la capacidad de los sistemas ya existentes permitiéndole a las compañías asegurar la permanencia y continuidad de sus servicios en una determinada región de cobertura, así como ofrecer una transmisión de datos de 50 a 90 Kbps (mucho más eficiente que la ofrecida por las conexiones telefónicas actuales) llegando a veces a los 144 Kbps.

Con la tecnología **CDMA2000**, Qualcomm ha desarrollado una tecnología que permitirá el intercambio de información no solo entre teléfonos celulares, sino también entre otros dispositivos electrónicos portátiles la cual ha sido llamada **BREW** (*Binary Runtime Environment for Wireless applications platform*) este lenguaje permitirá simplificar la creación de aplicaciones dedicadas a la intercomunicación entre dispositivos portátiles, así como mejorar y optimizar los servicios de transferencia de datos, y permitiéndole al usuario descargar contenidos y aplicaciones directamente en sus equipos.

Es probable que dentro de un futuro no muy lejano, podamos apreciar en nuestro país la migración de los sistemas actuales **TDMA** y **GSM** a tecnologías de Tercera Generación; sin embargo la delantera ya ha sido tomada por Iusacell al incorporar en el 2004 sus productos y servicios basados en el nuevo estándar **CDMA2000** (*Code Division Multiple Access - 2000*), ofreciendo a sus usuarios la posibilidad de enviar y recibir no solo

mensajes escritos, sino también fotos, videos, juegos y noticias (obviamente, solo de Iusacell a Iusacell) , además de sus servicios de Internet inalámbrico (tales como correo electrónico y navegación Web).

El enorme crecimiento de los servicios móviles es un hecho que por sí solo requiere de un análisis. La máxima autoridad en el mundo de las comunicaciones móviles; la **ITU** (*International Telecommunications Union*), dependiente de la **ONU** (*Organización de las Naciones Unidas*), comenta que el mercado de la telefonía móvil celular crecerá 36% anualmente en el mundo y hasta 100% o más en mercados como China y Corea del Sur.

En cuanto a la penetración de Internet tradicional e inalámbrico, la **ITU** considera que el porcentaje de población conectada a Internet sólo es de 20% a 25%; pero en algunos países de Europa donde el número de personas conectadas es mayor, la penetración de la telefonía móvil celular alcanza cifras de 60% y más. Esto significa que es dos veces más probable que la población disponga de un teléfono móvil que de una conexión con Internet (incluso en las naciones más prósperas del mundo), lo cual tal vez se deba a que, en el mundo en desarrollo, la conectividad tradicional se ve obstaculizada por redes anticuadas, mientras que los servicios móviles están en pleno auge.

Por otra parte es necesario aterrizar estas ideas al mercado mexicano, en el que el año de 2003 significó un crecimiento importante para los sistemas inalámbricos de comunicación, principalmente en tres sectores: telefonía celular, radiocomunicación e Internet móvil.

Con respecto a la telefonía celular, esta creció 12% a nivel general con respecto a 2002 y para 2003 el incremento fue más grande, el mercado de teléfonos celulares ha aumentado debido a que cubre cada vez más nichos; por el momento ya tienen cobertura en toda la población, pero se espera que siga conquistando terrenos. Este mercado está compuesto principalmente por cuatro compañías: Telcel, Iusacell, Telefónica MoviStar y Unefon, las cuales tuvieron un crecimiento general muy por encima de lo que se esperaba a excepción de Iusacell, que hizo un corte a su base de datos para reducir los usuarios inactivos.

Telcel se encuentra a la cabeza seguido de Telefónica, y en tercer lugar, casi con el mismo porcentaje, se encuentran Iusacell y Unefon. Durante el tercer trimestre de 2003 había en el país 29,052,450 usuarios globales reportados por estas compañías, de los cuales más de 50% son de prepago, mientras que los de postpago se mantienen en un sector más restringido económicamente. A nivel mundial y de acuerdo con el estudio de la ITU, los usuarios de servicios de prepago alcanzan 75% en Italia, seguida por México con 60% de todo su mercado, Portugal con 53% y la República Sudafricana con 50%.

- Estándares de Telefonía. Telefónica y Telcel optaron por **GSM**, mientras que Unefon y Iusacell conservan **CDMA**, que presenta mayor penetración en la población con celular. Lo anterior a pesar de que las compañías de mayor participación en el mercado tienen a **GSM** como su estándar, y menos de 15% de los usuarios lo alcanzan. Este punto tiene su lógica debido a que Telcel se encuentra en proceso de migración de su red a **GSM**. Por lo tanto, **CDMA** se mantiene por encima de 50%.
- Mensajes cortos. Son un mercado rentable, sin embargo, no ha generado muchos ingresos para las telefónicas debido precisamente a este mínimo porcentaje del **GSM**, por lo que no se espera un crecimiento en este sector y no parecer ser un factor desencadenante del crecimiento de ventas en los teléfonos celulares

### 6.1 Servicios y aplicaciones de 3G en México

Desde hace algunos años, en México se escucha con mayor frecuencia el tema de tecnología **3G** y, aunque las bases para esta tecnología ya se han puesto, paulatinamente los operadores y proveedores de servicios han ido mejorando y cubriendo necesidades de los usuarios como son la cobertura y las aplicaciones. Aunque no se han resuelto del todo, por lo que se espera que para este año de 2006, se den pasos concretos y se adopte por fin y de una manera completa una tecnología de tercera generación, debido a que el acceso a redes inalámbricas se ve como una gran oportunidad para crear cultura de su uso en la sociedad, esto para crear dependencia de estas aplicaciones y servicios de datos. En este

sentido México aún se encuentra en su fase de inicio en la era de los “hot spots”, ya que su conexión a redes de datos se hace de manera cotidiana y aunque la tecnología está evolucionando, no está en su mejor fase pues aún faltan más esfuerzos en este proceso de la cultura de uso de la tecnología.

Con respecto a las condiciones del usuario y limitaciones que presenta para la adopción de la tecnología de tercera generación, las aplicaciones y familiaridad con el uso de dicha tecnología son las principales limitantes. Un ejemplo claro de la evolución y necesidad de aplicaciones es el Internet, en un principio el usuario necesitaba del hardware, posteriormente no se conformó con acceder sino que buscaba hacerlo de manera más rápida, ahora espera hacerlo desde cualquier lugar.

Sí se hace énfasis en los perfiles del usuario para entender mejor las necesidades de acceso se consideran a dos tipos de usuario: el final y el ejecutivo. En el primero las necesidades son en torno a aplicaciones básicas (cuando este tipo de usuario vea que tiene un servicio real querrá adoptar más aplicaciones, entonces necesitará una inversión importante así como soporte), en la medida que se avance en las aplicaciones y se haga general y fácil el uso de éstas, será mucho más fácil la adopción y el crecimiento de usuarios. En lo que respecta al usuario empresarial, tiene más cercana la posibilidad de adopción, debido a los movimientos, negocios y tipo de trabajo que realiza; por lo que este usuario es quien necesitará mayores aplicaciones y desarrollos, ya que exigirá al proveedor mejor servicio. En la medida que hay más aplicaciones a un costo accesible, se verá un incremento en su uso.

Actualmente, se carece de información adecuada para hacer que el usuario entienda y conozca los principales beneficios de **3G**, ya que la mayoría de las personas no conocen de este tipo de cosas, aunque en la medida que se encuentren y se apliquen, se podrá de forma masiva platicar de la importancia de este tipo de tecnología y así, crear cultura de uso de la tecnología. Aunado al tema de la cultura y las aplicaciones, son dos puntos fundamentales que deben ir de la mano para la adopción de **3G** en México.

Hay señales de que México sigue evolucionando pero no se cree que esta adopción de tecnología de tercera generación sea para toda la población, este uso se irá propagando en la sociedad mexicana y los primeros en entrar será la gente con ciertos niveles de preparación y quienes quieran estar actualizados en la tecnología; posteriormente estará al alcance del resto de la población.

### **6.1.1 Usos y beneficios de 3G en Iusacell**

En México ya se emplea la tecnología de **3G** que se ofrece por medio de Iusacell, con el estándar **CDMA 2000**. Iusacell sigue desarrollando innovaciones tecnológicas y ahora, ya es en la primera telefónica en México que ofrece servicios de tercera generación (**3G**). Iusacell, firmó un contrato con Qualcomm, lo cual permite a usuarios descargar servicios inalámbricos como correo electrónico, entretenimiento, juegos y tonos en sus dispositivos, mediante su nueva red.

Iusacell y Unefon son las dos empresas de telefonía celular en el país que ofrecen la tecnología **CDMA**, la cual según estas empresas ofrecen mayor capacidad.

La estrategia de Iusacell es enfocarse a los clientes de alto consumo, los cuales adquieren este tipo de productos, por lo que se espera que la empresa ofrezca una buena competencia en este segmento.

A través de un plan de negocios que garantiza una empresa en crecimiento, Iusacell trata de ganar la confianza de sus acreedores para reestructurar su deuda y convencerlos de que generará los recursos para cumplir sus compromisos financieros.

#### **6.1.1.1 Red express 3G**

Con el servicio **RED EXPRESS 3G**, el usuario puede disfrutar de acceso inalámbrico a Internet con velocidad de conexión de hasta 144 Kbps\*.

Iusacell continúa con su innovación tecnológica inalámbrica, ofreciendo su nuevo servicio de transmisión de datos de alta velocidad **RED EXPRESS 3G** basado en la

tecnología de tercera generación (**3G**), la cual permite tener acceso a Internet y/o redes corporativas con anchos de banda de hasta 144 Kbps\*.

La tecnología **3G** es el siguiente paso en la evolución de las redes inalámbricas dando a los clientes Iusacell la oportunidad de disfrutar servicios de datos de alta velocidad la cual le permitirá tener acceso a aplicaciones de Internet de banda ancha, correo electrónico, bases de datos y mucho más.

#### 6.1.1.2 Características de 3G de Iusacell

- Alta velocidad de conexión a Internet hasta 144 Kbps\*.
- Versatilidad en el uso de acceso a aplicaciones en redes corporativas **LAN/WAN** (*Local Area Network/ Wide Area Network*).
- Seguridad por el uso de la tecnología **CDMA** en el envío y recepción de datos.
- Movilidad.
- Enlace de transmisión seguro (cifrado).
- Oferta conjunta de celular (voz) y datos dentro del mismo plan.
- Posibilidad de contratar el servicio de datos de manera independiente.
- Posibilidad de recibir y realizar llamadas estando en una sesión de datos.

#### 6.1.1.3 Beneficios

Con RED EXPRESS **3G** el usuario podrá mantenerse en comunicación con sus clientes de los cuales depende cada día. En su laptop ó **PDA** (*Personal Digital Assistants*), RED EXPRESS **3G** incrementa su productividad y lo ayudará a mantenerse siempre adelante de sus competidores.

- Incrementa la productividad al obtener información requerida en el lugar adecuado.
- Mejor atención al cliente al contar con información inmediata.
- Mayores ventas al facilitar operaciones en línea.
- Optimización de recursos y tiempos.
- Más libertad en su operación diaria

---

\* En cobertura RED EXPRESS **3G** Iusacell. La velocidad puede variar dependiendo del tráfico

#### 6.1.1.4 Aplicaciones 3G

Hoy en día las empresas requieren de productos y servicios que atiendan sus necesidades actuales. Por ello ofrecer soluciones adecuadas ha sido el principal objetivo de Iusacell, por ésta razón con el servicio RED EXPRESS 3G, se brinda una solución acorde con las demandas de las empresas y profesionistas de hoy.

Con los servicios de RED EXPRESS 3G el cliente podrá utilizar diversas aplicaciones de Internet, redes corporativas, correo electrónico y otras aplicaciones empresariales, tales como; oficina móvil, automatización fuerza de venta y aplicaciones punto de venta, transacciones bancarias, telemetría, localización vehicular, y control de alarmas.

#### 6.1.1.5 Internet

El cliente podrá acceder a Internet con el mejor ancho de banda y realizar:

- Accesos más rápidos a sitios Web y descarga de datos.
- Mensajería instantánea.
- Correo electrónico.
- Consulta de contenido multimedia (imágenes, audio y videos en vivo).

#### 6.1.1.6 Redes corporativas

El cliente podrá tener acceso a la red de su empresa y realizar consultas en cualquier momento a todos los recursos que le brinda su negocio, lo cual se ve reflejado en un incremento en su productividad . Esto es posible con el uso de aplicaciones como **CRM**<sup>33</sup> (*Customer Relationship Management*) y **ERP**<sup>34</sup> (*Enterprise Resource Planning*). Los cuales brindan entre otros beneficios:

---

<sup>33</sup> **CRM** es básicamente la respuesta de la tecnología a la creciente necesidad de las empresas de fortalecer las relaciones con sus clientes. Las herramientas de gestión de relaciones con los clientes (**CRM**) son las soluciones tecnológicas para conseguir desarrollar la “teoría” del marketing relacional. El marketing relacional se puede definir como “la estrategia de negocio centrada en anticipar, conocer y satisfacer las necesidades y los deseos presentes y previsibles de los clientes”.

<sup>34</sup> Los sistemas de planificación de recursos de la empresa (**ERP**), son sistemas de gestión de información que integran y automatizan muchas de las prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos de una empresa. Se caracterizan por estar compuestos por diferentes partes integradas en una única aplicación. Estas partes son de diferente uso, por ejemplo: producción, ventas, compras, logística, contabilidad (de varios tipos), gestión de proyectos, etc.

- Acceso a correo electrónico corporativo.
- Sitios web de la red interna de la empresa.
- Bases de datos.
- Oficina Móvil.
- Automatización fuerza de venta.
- Aplicaciones punto de venta.
- Transacciones bancarias.

#### 6.1.1.7 Otras aplicaciones

Con los servicios inalámbricos de alta velocidad de Red express **3G**, el cliente podrá utilizar diversas aplicaciones como lo son:

- Aplicaciones de telemetría, telecontrol y telemedicina.
- Localización vehicular.
- Control y monitoreo de alarmas.

La disponibilidad de estas aplicaciones depende de la integración de otros proveedores de tecnología. Iusacell ofrece diferentes soluciones y/o aplicaciones a través de compañías aliadas como proveedores de equipos, servicios especializados e integradores de sistemas que se encargan de promover y comercializar directamente sus equipos, productos y servicios.

## 6.2 Perspectivas de la tercera generación en México

En México la migración hacia la tercera generación va por buen camino. Si se toma en cuenta que tres de los cuatro operadores móviles que existen en México (Iusacell, Uefon y Telefónica Móviles, con la integración de Pegaso) trabajan con **CDMA** y Telcel con **TDMA**, la migración hacia **CDMA2000** será sencilla, pues sólo se necesitarán cambios de tarjetas en las radiobases, actualizar su software y colocar un nodo de acceso a internet o un nodo de servicio de datos en paquete **PDSN** (*Packet Data Serving*).

En el caso de Telcel, que ofrece servicios sobre una red **GSM** de **2.5G** (antesala de lo que será la **3G**), tendrá que cambiar toda su red para migrar hacia **CDMA2000**, según señalan los partidarios de **CDMA**.

La tecnología para hacer la migración ya existe y está aprobada; de hecho, se usa en varias partes del mundo. Sin embargo, para que tenga éxito en México será necesario proveer de contenidos a los diferentes operadores; además, los dispositivos móviles deberán tener la capacidad de recibir los datos como el usuario los requiere.

La migración a **3G** también supone la oferta de una mayor cantidad de servicios. En este momento, las compañías celulares pelean un mismo mercado, que cada vez representa precios más bajos para los usuarios, pero costos más altos para los operadores. Para incrementar sus utilidades, los operadores deberán ofrecer más servicios a través de redes robustas.

Así que los desarrolladores en México hacen su labor. Qualcomm ha lanzado tecnología **3G** para las terminales móviles de fabricantes como Ericsson, Motorola, LG y Samsung. También trabaja en el desarrollo de infraestructura para apoyar a los operadores en el proceso de migración.

Por su parte, Lucent trata de orientar a los proveedores de servicios en el conocimiento de los nichos de mercado que pueden atacar con servicios **3G**. De acuerdo con Lucent, el mercado corporativo y empresarial podría verse beneficiado con estos servicios en primera instancia; sin embargo, no hay que perder de vista que en Japón y Corea los servicios **3G** tienen gran éxito entre los jóvenes universitarios y adolescentes. La cantidad de información que se recibe o emite en estos países a través de terminales **3G** es un fenómeno que se espera que se repita en México.

Agilent también ofrece instalación, mantenimiento y administración de redes **3G**. De hecho, trabaja con los principales operadores en México en el diseño, instalación, mantenimiento y administración de la red.

Las oportunidades de negocio que **3G** representa para proveedores, operadores, fabricantes de equipo y desarrolladores de aplicaciones son interesantes. En primer lugar, se incrementa el número de abonados, los cuales reciben nuevos servicios y aplicaciones. En segundo lugar, los usuarios actuales obtienen servicios de valor agregado. Los jóvenes, el mercado corporativo y los profesionistas representan las mayores oportunidades en una primera etapa.

Sin embargo, dada la situación económica de México, el éxito de los servicios **3G** no será tan impresionante como en otros países, por lo que no podemos compararnos con otros países como Corea, ya que es probable que en México tengan éxito algunas aplicaciones desarrolladas en países asiáticos o en Brasil, por ejemplo, como es la banca móvil.

Una estrategia de captación de mercados que ha resultado en otras latitudes y se recomienda para México es la segmentación por edad y ocupación. Para cada nicho se desarrollan aplicaciones específicas, esquemas de pago determinados y nombres especiales para los servicios.

Existen varios factores por los que la tecnología **3G** crece en el mundo de las telecomunicaciones. Entre ellos destacan la necesidad de los usuarios para manejar aplicaciones robustas, más confiables, seguras y de alto rendimiento.

Las plataformas de nueva generación permiten la implementación de aplicaciones altamente eficaces, y por ello resulta más rápido entregar nuevos servicios a los usuarios. Sin duda, hay un costo para migrar de la tecnología antigua a la de siguiente generación; sin embargo, la tendencia apunta a que, tarde o temprano, todo el mundo migrará a esta tecnología por los beneficios que representa entre los que destacan los siguientes:

- Optimización del crecimiento de la red
- Mayores eficiencias técnicas y operativas
- Ahorros de hasta 70% en costos de infraestructura
- Convergencia de redes de voz y datos

### 6.2.1 La migración hacia 3G

Hoy en día conviven dos grandes tendencias tecnológicas en los que se refiere a redes móviles. La primera de estas tendencias es **TDMA**, de la cual hace uso las redes **IS-136** y **GSM** (existen otras redes pero son de poca importancia), la segunda es **CDMA** la cual es usada en la red **CDMAOne**. Las redes **CDMAOne** y **IS-136** comparten el núcleo de red denominado **IS-41** aunque con diferencias en sus funcionalidades que presta para cada una. La red **GSM** utiliza el protocolo **GSM-MAP** como núcleo de red.

Mientras **CDMAOne** y **GSM** tienen caminos claros y bien definidos hacia **3G**, **IS-136** se ve enfrentado a una serie de incógnitas y desafíos por cuanto puede seguir la vía de **GSM** o de **CDMAOne**. Así, para cualquier selección final es central que cada operador haga una evaluación legítima y válida de las ventajas y desventajas de cada camino evolutivo y especialmente de los riesgos inherentes de escoger una tecnología por sobre las otras.

Sea cual sea el camino de evolución, lo que está claro es que el futuro será dominado por la confluencia entre la telefonía celular y la Internet. La red estará basada en el protocolo **IP** (*Internet Protocol*) y ruteadores, los cuales reducirán los costos de infraestructura. Esto significará una mejora en los servicios basados en **IP** para las redes fijas las que convergerán con las aplicaciones móviles. Sin embargo, este acercamiento requiere una alta eficiencia espectral de la banda radio. La razón para esto es el overhead para transportar la señalización asociada con la pila de protocolos **TCP/IP**<sup>35</sup>. Otras cuestiones, por ejemplo, calidad de servicios **QoS** (*Quality of Service*), administración de la movilidad, y la seguridad también necesitan ser manejadas con más recursos.

Una selección de tecnología **3G** para un operador puede plantear serias cuestiones acerca de su capacidad de competir si la tecnología no incrementa la capacidad para servicios de voz, si las existentes bandas no pueden ser usadas para desarrollar espectro de

---

<sup>35</sup> **TCP/IP**. El Transmisión Control Protocol (TCP) se encarga de fragmentar y unir los paquetes, y el Internet Protocol (IP) tiene como misión hacer llegar los fragmentos de información a su destino correcto. La misión de los protocolos TCP/IP es complementaria y tiene como objetivo el que la información llegue a su destino de la manera más eficiente posible. (Tecnología y Servicios de Telecomunicación, Diplomado en Administración de Sistemas de Telecomunicación, ESPOL, Julio-2000).

**3G**, o si las terminales no son compatibles hacia atrás o hacia delante de una cierta tecnología.

Para todos es sabido que los usuarios hoy en día buscan calidad de servicio más que optar por la mejor tecnología. Aunque la calidad de los servicios va de la mano con la tecnología, no siempre la elección de la mejor tecnología abrirá la puerta al éxito.

La evolución de las redes actuales podría ser vista también en el contexto de coexistencia en las redes **2G** y **3G** al mismo tiempo, con usuarios capaces de hacer Roaming (itinerancia) entre las nuevas y las antiguas redes, capaz de acceder a servicios **3G** donde sea que exista cobertura. Este aspecto se considera sobre la base de que los sistemas previos a **IMT-2000** (*International Mobile Telecommunications- 2000*) pueden poseer ya algunas características y admitir desarrollos anteriores que permitan una evolución hacia las **IMT-2000**.

La evolución de la red comprende modificaciones en la infraestructura de hardware y de software, junto con nuevas características técnicas de los handset o terminales. En algunos casos modificaciones en el plan de uso del espectro radioeléctrico asignado (redes basadas en **TDMA** y **GSM**).

#### **6.2.1.1 La evolución de GSM hacia 3G**

La evolución de **GSM** hacia **3G** consiste en la adición e integración gradual de más funcionalidades, posibilidades y valor a la existente red y negocio **GSM**. La evolución comienza con una mejora de la red **GSM** hacia **2.5G** con **GPRS** (*General Packet Radio Services*), donde se agregan capacidades de transmisión de paquetes a través de un núcleo de red basado en **IP**, el que subsecuentemente sería usado para transportar el tráfico de datos de **EDGE** (*Enhanced Data Rate for Global Evolution*), tecnología que aumenta las tasas de datos considerablemente, para luego implementar **WCDMA** (*Wideband Code Division Multiple Access*).

**GSM** proporciona la base para los servicios **3G** y es parte de una familia de tecnologías que incluye a **GPRS**, **EDGE** y **UMTS** (*Universal Mobile Telecommunications System*). Cada paso de la migración aprovecha el paso anterior y brinda compatibilidad en sentido regresivo, lo que preserva tanto las inversiones como los clientes a lo largo de la migración. Las normas que rigen la capacidad de actualización y la interoperabilidad de **GSM** están coordinadas y respaldadas por organizaciones internacionales.

El primer paso de la migración de un operador **GSM** a **3G** (Figura 6.1) consiste en el despliegue de **GPRS**, una tecnología basada en **IP** que transmite datos en paquetes a velocidades de hasta 115 kbps. Luego de **GPRS**, el operador puede decidir desplegar **EDGE** y luego **UMTS/HSDPA** (*Universal Mobile Telecommunications System / High Speed Downlink Packet Access*). o bien pasar directamente de **GPRS** a **UMTS/HSDPA**, dependiendo de su plan de negocios y las condiciones del mercado. Con cualquiera de las dos opciones, la familia de tecnologías **GSM** representa un camino de migración a **3G** fluido y costo-efectivo.

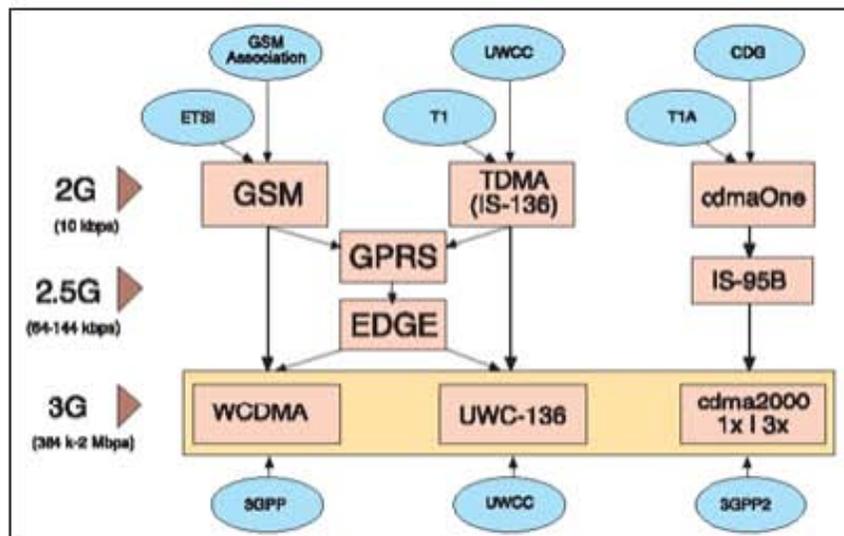


Figura 6.1 Ruta propuesta para 3G.

### 6.2.1.2 La evolución de CDMAOne a 3G

Desde el punto de la interfaz de radio, **CDMAOne** (*Code Division Multiple Access – One*) evoluciona hacia **3G** en un estándar llamado **CDMA2000**. **CDMA2000** viene en

dos fases: 1X y 3X, sobre portadoras de 1,25 MHz y 3,75 MHz (3 x 1,25 MHz), respectivamente. Los sistemas **CDMA2000** pueden operar en las siguientes bandas: 450 MHz, 800 MHz, 1700 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz, y 2100 MHz.

Desde el punto del núcleo de red, **CDMAOne** evoluciona hacia una arquitectura basada completamente en **IP**, usando el estándar del IETF denominado **IP Móvil**. La evolución del núcleo de red **CDMAOne** se inicia con la introducción de un núcleo de red de paquetes que sea capaz de entregar servicios usando protocolos **IP** extremo a extremo.

### 6.2.1.3 La evolución de TDMA/IS-136

La evolución de **IS-136** hacia **3G** es la que presenta la mayor cantidad de inconvenientes y opciones, puesto que las motivaciones para elegir los caminos que se indicarán a continuación se mueven entre beneficios de economías de escala y asuntos tecnológicos.

Uno de los caminos de evolución hacia **3G** se orienta en **GSM** red con la cual comparte la filosofía de la interfaz de radio **TDMA**. El otro camino se orienta hacia **CDMAOne** ya que ambas redes comparten la arquitectura del núcleo de red basado en el estándar **ANSI-41** (*American National Standards Institute - 41*). La diferencia con **GSM** es el ancho de banda del canal radio y la cantidad de usuarios que puede alojar cada portadora. Con **CDMAOne** la diferencia radica en las funciones y características que presentan las redes **ANSI-41** existentes para **TDMA** y para **CDMA**.

En mucha bibliografía se da como solución aumentar la capacidad de la red disminuyendo la cobertura de las radio bases con una baja en la potencia de transmisión, pero a costa de instalar más estaciones bases, lo que en definitiva aumenta los costos de una manera poco sustentable.

La evolución vía **GSM** se basa principalmente en los beneficios producidos por las economías de escala que se han creado a su entorno al poseer más del 70 % del mercado móvil a escala mundial. Esto se traduce en una mayor oferta de infraestructura y terminales

lo que trasciende en una significativa reducción de costos de adquisición. La gran penetración de **GSM** se fundamenta en una estrategia común de la Unión Europea de homologar una red que facilite el libre desplazamiento de los terminales por la región, y en la gran cantidad de servicios disponibles para estas redes.

En una primera instancia, los planes de evolución se centran en la implementación de **EDGE** mejorando así la interfaz radio actual, las capacidades de datos y la voz. Sin embargo, movido por las fuerzas del mercado, estos planes ahora se centran en una superposición **GSM/GPRS** o en el empleo de un modelo totalmente nuevo basado en **CDMA2000**.

Esta superposición de **GSM/GPRS** en **IS-136** se ve potenciada con la decisión de grandes operadores móviles de la región, especialmente de Estados Unidos, de ir hacia **3G** a través de **GSM/GPRS**. Se pueden mencionar, entre otros, a Voicestream, Microcell de Canadá, el gigante AT&T Wireless y todas sus filiales, Entel Móvil de Bolivia, Rogers Wireless de Canada, Telcel de México y Telecom Personal de Argentina. Estos operadores se ven beneficiados por la gran cantidad de equipos y terminales **GSM** 1900 en oferta y por la interoperabilidad de **GSM** con **IS-136**. Estas decisiones crean una cantidad crítica de productos para otros operadores que contemplan la introducción de **GSM/GPRS** dada la fuerte posición y peso de esos operadores.

Una desventaja de todo esto es que los usuarios deberán actualizar continuamente su terminal para poder disfrutar de todos los beneficios que ofrecen los nuevos sistemas. Un teléfono **TDMA** deberá ser cambiado por un **GAIT**, es decir, con la base **IS-136** más **GSM/GPRS/EDGE**, y eventualmente **UMTS**. Lo claro es que el operador debe proporcionar terminales con capacidades **GSM**, ya que **IS-136** desaparecerá con los años. Para entonces, el operador deberá tener casi toda su base de subscriptores adaptados a las nuevas redes y servicios. Es claro también, entonces, que los subsidios serán muy importantes, tanto como hoy, dada la complejidad tecnológica

La evolución vía **CDMAOne** (Figura 6.2) consiste en agregar una red paralela a **IS-136** que ocupa 1,25 MHz por portadora del total del ancho de banda utilizado (25 MHz en total). Si bien es cierto que **CDMAOne** y **ANSI-136** comparten la tecnología del núcleo de red inalámbrica inteligente **ANSI-41**, esta condición no ofrece mayores ahorros para un operador que busca la transición de **TDMA** a **CDMA**. Las funciones o features de la red **IS-41**, tanto para **CDMAOne** como para **IS-136**, son distintas puesto que manejan protocolos distintos. Se trata más bien de un asunto relacionado con la velocidad más que con la calidad de servicio. Cabe destacar que el mercado de masas no se caracteriza por tener un ingreso per capita, en el caso latinoamericano, que le permita disponer de una **PC** (*Personal Computer*) portátil a través del cual disfrute de los servicios **3G**. La libertad de la movilidad esta limitada claramente bajo esta perspectiva. Esta visión de **3G**, por lo tanto, funciona perfectamente para el segmento profesional empresarial, y no así para el doméstico.

No obstante la falta de espectro, la opción de ir hacia **3G** a través de **CDMAOne** tiene grandes beneficios de implementación tecnológica, ya que la migración es más suave debido a que no hay necesidad de cambios constantes de tecnología de radio ni del núcleo de red. Las mejoras van sucediendo siempre en el modo **CDMA** y existe una facilidad relativa de actualización.

La evolución consiste en agregar hardware y software a los actuales nodos de red, esto casi sin agregar ningún nuevo nodo. Las nuevas versiones de sistemas, los que son altamente modulares, permiten que el operador disponga en sus radio bases los trancceptores necesarios para proveer servicios de datos según sus necesidades. Lo mismo para los nodos de red.

La dificultad viene por el lado de las terminales, las cuales debido a la poca capacidad económica de escala resultan ser más caras que aquellas basadas en la evolución de **GSM** lo que trasunta en la poca adquisición de los mismos por parte de los consumidores.

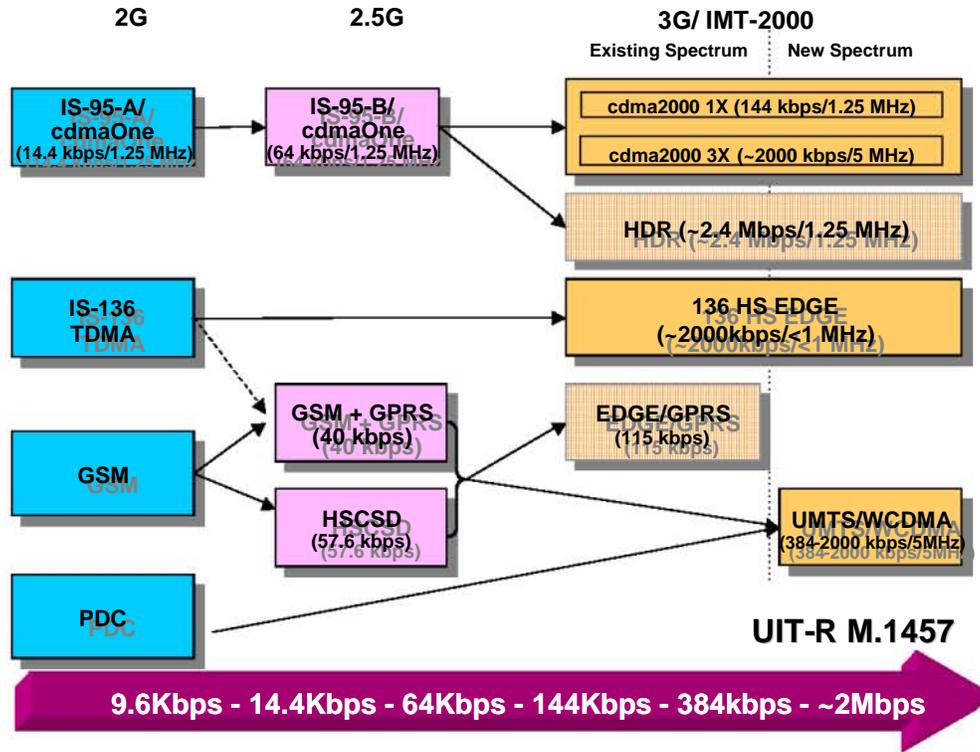


Figura 6.2 Evolución hacia 3G para las distintas tecnologías 2G.

### 6.3 Retos para la tercera generación en México

La falta de aplicaciones, identificación del usuario, las batallas contra los costos y más cultura para la adopción de estas tecnologías son algunos de los impedimentos que aún se viven en México para adoptar plenamente el mundo de la Tercera Generación de comunicaciones móviles.

Aunque son ya palpables los esfuerzos por parte de los proveedores para hacer que México incursione de una vez por todas en el mundo de la tecnología inalámbrica de Tercera Generación, aún hacen falta detalles importantes para llegar a las metas fijadas. Temas como cobertura, perfil de usuario, accesibilidad de costos y sobre todo, falta de aplicaciones, son algunas de las conclusiones a las que se llega con respecto al tema de la movilidad en México.

Con respecto a las tendencias para este mercado, se comienzan a abrir más oportunidades de negocio para nuevos participantes en la industria y, aunque aún no se ve

un camino específico de cómo evoluciona este mercado móvil, se ve la introducción de nuevos servicios para la calidad de vida, productividad y eficiencia del usuario, el camino dependerá de los motivos, apalancamiento e influencia de los distintos usuarios.

En el tema de la movilidad, México se encuentra en una posición favorable en el sentido de que ya ha logrado un buen nivel de adopción en el uso de la telefonía celular, además del interés que se ve por parte de los integradores especializados en el tema de tratar de mantenerse al día, en la medida de lo posible, al mercado mexicano utilizando este tipo de tecnologías. Con las propuestas y ofrecimientos actuales de los proveedores, la apertura hacia la adopción por parte de los usuarios se ha hecho más visible: Servicios como Nextel de **3G** para plataformas celulares, la propuesta de Telcel o el ofrecimiento de Iusacell para ampliar el ancho de banda en conexiones de datos para una red celular. Estos son esfuerzos de tecnología reales de **2.5G** con miras a evolucionar a **3G**.

Estas son propuestas que ponen a México en una situación de competitividad tecnológica. Pese a que estos ofrecimientos ya se ven en México, aún falta un punto fundamental por resolver qué, aunado a la falta de aplicaciones se convierte en un impedimento real y fuerte: la falta de cultura hacia el manejo y la dependencia de servicios de datos. Si bien es cierto, cada vez hay más crecimiento en el número de cuentas de acceso a Internet, México tardó en que se detonara este experimento masivo por la falta de un factor importante: la falta de acceso por la limitante de que no todos contaban con una computadora. Es algo similar lo que pasa con la movilidad.

Los principales factores de esta industria que se encargan de crearla, hacerla más accesible y que sea un buen negocio son:

- Los operadores móviles: tendrán el reto de encontrar nuevos usuarios.
- Los usuarios: son muy sensibles al precio y están dispuestos a migrar al servicio más barato.
- Las empresas: poseen el potencial para impulsar las aplicaciones móviles.
- Los fabricantes de aparatos móviles: tienen una batalla por la competencia.

- Los desarrolladores de sistemas: tienen una gran oportunidad para quien sepa cómo hacer que todas las aplicaciones converjan.
- Los proveedores de equipo de red: están al pendiente de la oportunidad hacia conmutación de paquetes y mapeo de datos.

La tercera generación móvil permitirá al individuo estar comunicado a cualquier hora y en cualquier lugar del mundo con un solo número telefónico; sin embargo, para que esto sea posible en el país, se deberán sortear ante muchas barreras no sólo de naturaleza tecnológica y económica, sino también de carácter político y regulatorio.

Uno de los retos que ya enfrenta la **3G** es el de armonizar las frecuencias en las distintas regiones del planeta, pues mientras los países europeos adoptaron las bandas de frecuencias de 1710 a 1785 Mhz y de 1805 a 1880 Mhz para el acceso móvil global, en Estados Unidos parte de éstas ya están asignadas para otros servicios de telecomunicaciones y unas más están restringidas para uso militar. Esto representa un problema también para nuestro país el cual se ve obligado a adoptar, en lo posible, la atribución de frecuencias nacionales con aquéllas de nuestros vecinos y principales socios comerciales.

El número actual de líneas celulares, es de 38.1 millones, las cuales en el año 2000 superaron al número de líneas fijas en el país, representan un potencial importante para el arribo de la **3G**; aquí también existen retos, como el hecho de que la gran mayoría de los usuarios de teléfonos celulares se encuentran bajo un esquema de prepago, sistema en el que no se cubren muchos servicios de valor agregado; esto es relevante porque los servicios de **3G** se enfocarán sólo a los usuarios que se encuentren bajo un esquema tarifario.

La **3G** permitirá, entre otras cuestiones, el uso de un mayor ancho de banda en las comunicaciones inalámbricas, una mayor velocidad de acceso calculada en 2MB, roaming mundial, la operación de voz y datos en el mismo dispositivo, lo cual permitirá la sincronización de agendas, tener acceso a Internet, recibir archivos, mensajes escritos y correos electrónicos.

Aunque existen grandes expectativas en torno a las nuevas aplicaciones de comunicación móvil, lo cierto es que el manejo regulatorio de la implantación de la **3G** en México y la compatibilidad de ésta con las licitaciones de **LMDS** (*Local Multipoint Distribution System*) y **MDS** (*Multipoint Distribution Systems*); serán factores de sustancial importancia para el desarrollo de servicios como Internet de alta velocidad, transmisión de datos a dispositivos móviles con gran ancho de banda, videoconferencias y otros servicios de multimedia y difusión.

Los mercados principales en número de abonados son Corea (que lanzó sus redes en octubre de 2000) y hoy tiene alrededor de 11 millones de usuarios; Japón, con 2 millones; y Estados Unidos y Canadá con casi 2 millones. El resto de los usuarios se ubican en América Latina y Europa.

Las cifras anteriores demuestran que **3G** va por buen camino. El crecimiento mensual de abonados nuevos es superior al millón. Además, dado que los operadores tienen redes con mayor capacidad para soportar los servicios de **3G**, pueden ofrecer atractivos paquetes de consumo. Si antes los operadores otorgaban 1,000 minutos por \$30 dólares al mes, hoy ofrecen 4,000 minutos por el mismo precio.

De entre las más de 400 aplicaciones **3G** que existen para el mundo, destacan por su éxito las siguientes: descarga desde Internet de distintos tonos de timbrado para los teléfonos móviles; envío de mensajes acompañados de multimedia, descarga de videoclips, juegos, aplicaciones de información y navegación relacionadas con mapas y localización de lugares (establecimientos comerciales, direcciones específicas o rutas de circulación más convenientes).

Lucent, por ejemplo, desarrolla servicios basados en geolocalización. (Si se tiene conexión móvil a Internet puede desplegarse en el teléfono celular información de los lugares que el usuario busca y que se encuentran cerca de donde él se ubica en ese momento). Otra aplicación para el mercado empresarial es el acceso seguro a intranets corporativas mediante redes privadas virtuales (VPN's).

Con esta oferta de servicios, los operadores mexicanos preparan el camino para la **3G**. Esperando que en México no suceda lo que en Bélgica, en donde los tres principales operadores móviles del país pidieron al gobierno retrasar la implantación de servicios **3G** hasta diciembre del 2004 por la razón de que los operadores no disponían de tiempo ni de equipos para construir las complejas infraestructuras que exige un buen funcionamiento de las redes **3G**.

Retos:

- Definir estrategias hacia el cliente final.
- Diseñar servicios adecuados de valor agregado.
- Fabricar terminales apropiadas.
- Atacar el mercado de **PDA**.
- Implementar esquemas de facturación que alienten el consumo de servicios **3G**, sobre todo si se considera que por primera vez se tiene la oportunidad de cobrar no por el tiempo de conexión sino por la cantidad de Kbps transmitidos.
- Atender al mercado corporativo, descuidado hasta ahora por la industria móvil.
- Crear servicios personalizados.
- Evitar errores de comercialización, que crean frustración en el usuario.

#### 6.4 Costos de los servicios 3G de telefonía celular en México

Grupo Salinas adquirió Iusacell cuando se encontraba en un momento crítico (mayo del 2004); la apuesta fue hacia la inversión estratégica de 300 millones de dólares los cuales destinará en un periodo de dos años y medio para habilitar la red **CDMA 1X**<sup>36</sup>, considerada la primera en México y en Latinoamérica.

La administración a cargo de Grupo Salinas ejerció una primera inversión de 180 millones de dólares, de los cuales 80 fueron para la plataforma tecnológica (actualización de la red, incrementar cobertura, capacidad) y convertirse en la primer empresa en ofrecer servicios de tercera generación. El resto (100 millones de dólares) se destinó a la adquisición de teléfonos celulares(handsets) para beneficio de los usuarios.

A Iusacell no le interesa tener el segundo o tercer lugar en el mercado, sino contar con clientes de alto consumo, por lo que su apuesta es por los usuarios de postpago, que ascienden a 300 mil actualmente en su cartera, por lo que sus ingresos van para arriba.

Al duplicar la capacidad y elevar la eficiencia de sus servicios, Iusacell espera que el número de suscriptores también se multiplique. Actualmente, cuenta con 1,386,000 usuarios que generan un tráfico de 53 millones de minutos cruzados en su red. Aunque se tenían 300,000 clientes dudosos y molestos por la incertidumbre generada por la posible quiebra de la empresa; los servicios que ofrece hoy Iusacell, les da certeza a sus clientes; aunque no usen los servicios adicionales, y sus clientes saben que la empresa está en primera línea en términos tecnológicos.

Como una de sus estrategias de negocio, el Grupo Salinas, ha fortalecido la sinergia entre la cadena de tiendas Elektra donde ha multiplicado sus puntos de venta. Aunque la cobertura de Iusacell va de Mérida a Tijuana, los nuevos servicios **3G** se dan sólo en las principales ciudades del país.

---

<sup>36</sup> **CDMA 1x** es mas rápido que **GPRS**. **CDMA 1x** llega a velocidades de 153 kbps , esto no quiere decir que sea constante sino que varia alrededor de los 144 kbps.

**Planes de renta mensual de tercera generación “Mercado masivo” (Tablas 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4)**

<b>Plan (A tu medida Control)</b>	<b>Renta mensual*</b>	<b>tiempo aire incluido</b>	<b>A telefonos fijos y Iusacell</b>	<b>A otros operadores</b>	<b>Minuto adicional</b>	<b>Servicios de Internet Datos 3G**</b>
Básico	\$239	\$239	\$3.25	\$3.80	a Iusacell y fijos, a otros carriers	\$99
1	\$339	\$339	\$3.08	\$3.65		\$99
2	\$389	\$389	\$2.59	\$3.35		Gratis por 3 meses
3	\$469	\$469	\$2.13	\$3.20		\$99
4	\$559	\$559	\$1.86	\$2.95		\$99
5	\$649	\$649	\$1.62	\$2.70		\$99
6	\$1,029	\$1,029	\$1.29	\$2.35		\$99
7	\$1,319	\$1,319	\$1.10	\$2.15		\$99
VIP	\$1,559	\$1,559	\$1.00	\$2.05	\$99	

Tabla 6.1. Plan de renta mensual 3G (A tu medida control)

<b>Plan (A tu medida)</b>	<b>Renta mensual*</b>	<b>tiempo aire incluido</b>	<b>Min. Adicional local a cualquier destino</b>	<b>SMS incluido (sólo Iusacell)</b>	<b>Servicios de Internet Datos 3G**</b>
1	\$299	170	\$2.60	15	\$99
2	\$399	240	\$2.60	20	\$99
3	\$599	400	\$2.30	25	\$99
3 PLUS	\$849	600	\$2.00	30	\$99
4	\$999	750	\$1.75	34	\$99
5	\$1,599	1250	\$1.75	40	\$99
VIP	\$1,999	1800	\$1.75	Ilimitadas	Gratis

Tabla 6.2. Plan de renta mensual 3G (A tu medida)

<b>Plan (A tu medida familiar)</b>	<b>Renta mensual*</b>	<b>tiempo aire incluido</b>	<b>Min. Adicional local a cualquier destino</b>	<b>SMS incluido (sólo Iusacell)</b>	<b>Líneas incluídas</b>	<b>Llamadas libres entre líneas del grupo</b>	<b>Servivios de Internet Datos 3G**</b>
2	\$578	340	\$2.60	30	2	Gratis	Gratis por 3 meses
3	\$867	510	\$2.60	45	3	Gratis	Gratis por 3 meses
4	\$1,156	680	\$2.60	60	4	Gratis	Gratis por 3 meses
5	\$1,445	850	\$2.60	75	5	Gratis	Gratis por 3 meses

Tabla 6.3. Plan de renta mensual 3G (A tu medida familiar)

Plan( a tu medida frontera)	Renta mensual*	minutos incluidos	Costo del minuto para hablar a USA, Canada y México estando en la zona de contratación	Costo del minuto para hablar a USA, Canada y México estando en USA o Canada.	Navegación 3G ilimitada***
1	\$379	250	\$1.52	\$2.50	\$60
2	\$439	300	\$1.46	\$2.50	\$60
3	\$579	500	\$1.16	\$2.50	\$60
4	\$719	700	\$1.03	\$2.50	\$60
5	\$939	1100	\$0.85	\$2.50	\$60
VIP	\$1,299	1800	\$0.72	\$2.50	Gratis

Tabla 6.4. Plan de renta mensual 3G (A tu medida frontera)

\* Precio más I.V.A.

\*\* Topado a 10 MB. Costo por KB Adicional \$0.09 + IVA.

\*\*\* Servicio en Cobertura 3G 1X. Costo por KB \$0.09 + IVA.

### Planes de renta mensual 3G “Mercado corporativo”(Tablas 6.5 y 6.6)

#### Condiciones Generales de la Paquetería de Datos<sup>37</sup>

- **KB**= Kilo byte en cobertura **3G**
- **UTD**= Unidad de transmisión de datos cuando el usuario esté en cobertura **2G**
- La cantidad de transmisión de datos se miden por **KB** en el caso de equipos **3G** y **UTD**'s en circuitos en el caso de equipos **2G**
- **CSD** está tasado en **UTD**'s equivalente a 10 segundos
- La sesión en **CSD** se tasaré por duración de la llamada. La sesión **PSD** se tasaré solo por información transmitida/recibida.
- El precio por **UTD** se establece de acuerdo a cada paquete.

<sup>37</sup> [http://www.cft.gob.mx/cofetel/html/4\\_tar/celulares/telegolfo/telegolfo37a.shtml](http://www.cft.gob.mx/cofetel/html/4_tar/celulares/telegolfo/telegolfo37a.shtml)

### Plan por línea

Iusacell mediante su red de tecnología de Tercera Generación (**3G**), proporciona a sus clientes:

- La vanguardia tecnológica para la transmisión móvil de información
- Movilidad, seguridad y alta velocidad para la transmisión inalámbrica de datos

Acceso a Internet de banda ancha, correo electrónico, bases de datos y/o redes corporativas con anchos de banda de hasta 144 Kbps.

<b>Plan</b>	<b>Kbyte incluidos</b>	<b>Renta mensual Datos</b>	<b>Costo por KB adicional</b>	<b>Costo por CSD (por UTP)</b>
<b>Línea 1 MB</b>	1,000	\$65	\$0.11	\$0.40
<b>Línea 3 MB</b>	3,000	\$189	\$0.10	\$0.40
<b>Línea 5 MB</b>	5,000	\$225	\$0.06	\$0.38
<b>Línea 10 MB</b>	10,000	\$259	\$0.06	\$0.38

Tabla 6.5. Plan corporativo de renta mensual (Plan por línea) de Iusacell.

- Renta Mensual Datos: Kilobytes incluidos de acuerdo al plan contratado.
- La cantidad de transmisión de datos puede ser medida en:
  - Kilo Bytes (KB)
  - UTD's en circuitos.
  - Tiempo de Transmisión de Datos (2G) = \$2.00 por minuto
- Plan para 1 sola línea
- No incluye equipo
- Se pueden activar equipos propios
- Los precios no incluyen IVA.
- El precio por minuto de voz es de \$2.57 pesos más IVA.

**Plan por grupo**

<b>Plan</b>	<b>Kbyte incluidos</b>	<b>Renta mensual</b>	<b>UTD'S incluidos (referencia)</b>	<b>Costo por KB</b>	<b>Costo por CSD (por UTD)</b>	<b>Renta mensual por línea</b>
<b>Grupo 100 MB</b>	100,000	\$1,500	11,111	\$0.10	\$0.18	\$55
<b>Grupo 1000 MB</b>	1,000,000	\$10,000	64,599	\$0.10	\$0.16	\$55
<b>Grupo 5000 MB</b>	5,000,000	\$30,000	267,094	\$0.10	\$0.15	\$55

Tabla 6.6. Plan corporativo de renta mensual (Plan por grupo) de Iusacell.

- Renta Mensual Datos: Kilobytes incluidos de acuerdo al plan contratado
- La cantidad de transmisión de datos puede ser medida en:
  - Kilo Bytes (KB)
  - UTD's en circuitos.
  - Tiempo de Transmisión de Datos (2G) = \$2.00 por minuto
- Plan para un grupo de líneas
- Renta Mensual por línea: aplica por cada línea activada.
- No incluye equipos
- Se pueden activar equipos propios
- Los precios no incluyen IVA.
- El precio por minuto de voz es de \$2.57 pesos más IVA.
- Aplica en todas las regiones Iusacell.
- Nota: **CSD** está tasado en **UTD's** (10 segundos) y sólo aplica para marcación #777. La sesión en **CSD** se tasaré como sesión completa sin importar si transmite/recibe o no. **PSD** se tasaré sólo por información transmitida/recibida.

## 6.5 GSM VS 3G

En la siguientes tablas se muestran comparativamente los distintos costos y beneficios, así como ventajas y desventajas que presentan ambas tecnologías (Tablas 6.7, 6.8, 6.9 y 6.10).

<b>Tecnología</b>	<b>Renta mensual por voz*</b>	<b>Renta mensual datos*</b>	<b>Minutos incluidos (para voz)</b>	<b>Kbytes incluidos</b>	<b>Costo del minuto de voz (fijo y operador local)*</b>	<b>Costo por KB*</b>	<b>Costo p por CSD (UTD)*</b>
<b>GSM***</b>	de \$115 a \$1,699		de 170 a 1,800		de \$0.98 a \$3.25		
<b>3G (Iusacell)</b>	\$75	de \$100 a \$40,000		de 1,000 a 5,000,000	\$2.57	de \$0.10 a \$0.01	de \$0.40 a \$0.15

Tabla 6.7 Planes de renta mensual (GSM VS 3G)

\*Estos precios están en pesos y no incluyen IVA.

\*\*Precio por minuto de voz.

\*\*\* Para Telcel y Movistar

**Costos-Beneficios de servicios GSM VS 3G (Mercado masivo)**

Mercado masivo	GSM	3G
<b>Beneficios</b>	<p>GSM tiene una gran cobertura mundial con una alta calidad de voz pero una lenta transmisión de datos.</p> <p>A diferencia de 3G, GSM cuenta con una gran variedad de dispositivos con diversas funciones y precio además de que los dispositivos cuentan con una tarjeta SIM la cual permite al cliente cambiar de una terminal a otra fácilmente.</p> <p>GSM ofrece como servicios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>mensajería de texto.</li> <li>Roaming nacional e internacional.</li> <li>conexión móvil.</li> <li>Desvío de llamadas</li> <li>Llamada en espera.</li> <li>Identificador de llamadas</li> <li>Cámara</li> <li>tonos, logos, juegos, imágenes y más.</li> </ul>	<p>3G tiene una alta velocidad de envío y recepción de datos, mejor calidad en la voz, en los servicios de video y localización.</p> <p>El usuario tiene acceso a servicios como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Internet</li> <li>correo electrónico.</li> <li>transacciones bancarias.</li> <li>comercio electrónico.</li> <li>monedero.</li> <li>cámara.</li> <li>video.</li> <li>ver programas que son transmitidos en ese momento por la televisión.</li> <li>mapas y localización de lugares.</li> </ul> <p>Las principales desventajas a las que 3G tendrá que enfrentarse será el costo además de que sus servicios no son indispensables para este tipo de usuario.</p>
<b>Costos</b> * precio más IVA en moneda nacional. **Costo por KB adicional \$0.09 + IVA.	<p>Rentas mensuales desde \$99* a \$1,890* (ver tabla 3.2. Página 61).</p>	<p><b>Plan a tu medida control:</b> desde \$239* a \$1,599* más \$99* pesos mensuales por 10MB** (tabla 6.1 Página 151).</p> <p><b>Plan a tu medida:</b> desde \$299* a \$1,999* más \$99* pesos mensuales por 10 MB** (tabla 6.2 página 151).</p> <p><b>Plan a tu medida familiar:</b> de \$578 a \$1,445 topado a 10 MB** (tabla 6.3 página 151).</p> <p><b>Plan a tu medida frontera:</b> desde \$379* a \$1,299* más \$60* pesos mensuales por navegación 3G ilimitada, costo por KB \$0.09 + IVA. (ver tabla 6.4 página 152).</p>

Tabla 6.8. Costos-Beneficios (Mercado masivo)

**Costos-Beneficios de servicios GSM VS 3G (Mercado corporativo)**

Mercado corporativo	GSM	3G
<b>Beneficios</b>	<p>Para el sector empresarial, GSM ofrece:</p> <p>envío y recibo de llamadas mensajes multiconferencia recados de voz.</p>	<p>3G a comparación de GSM puede transmitir una mayor cantidad de datos en menor tiempo debido a que su velocidad es 40 veces mayor que GSM.</p> <p>3G se enfoca primordialmente al ámbito empresarial teniendo como objetivo dar a las empresas una estructura de comunicaciones globales sin limitantes físicas integrando voz y datos.</p> <p>3G brinda servicios tales como:</p> <p>Acceso a Internet. Video conferencia. Acceso a datos corporativos en cualquier momento y en cualquier lugar sin estar físicamente en la oficina y sin importar el formato en que esté almacenada la información. Correo electrónico en tiempo real. Directorios virtuales. Y otras aplicaciones como son las hojas de cálculo, gestión de la información, bases de datos , plantillas de reporte.</p> <p>Por lo que los beneficios para las empresas son considerables teniendo como única desventaja la cobertura.</p>
<b>Costos</b> * precio + IVA en moneda nacional.	<p>Planes GSM corporativos Desde \$99* hasta \$1,699* por cada uno de los equipos (ver tabla 3.3. página 62).</p> <p>Estos Planes son ofrecidos a aquellos clientes que tengan contratados un mínimo de 10 líneas.</p> <p>Envío de mensajes y voz con renta mensual de \$69*, en el que no se incluyen las terminales (tabla 3.4).</p>	<p><b>Plan por línea:</b> de \$65* a \$259* mensuales por cada terminal (No incluye equipos y el precio por KB adicional varía de \$0.06* a \$0.11* (ver tabla 6.5 página 153).</p> <p><b>Plan por grupo:</b> de \$1,500* , \$10,000* y \$30,000* más \$55* pesos mensuales por cada una de las líneas activadas, no incluye terminales y el precio por KB adicional es de \$0.10* (ver tabla 6.6 página 154).</p>

Tabla 6.9. Costos-Beneficios (Mercado corporativo)

Tecnología	GSM	3G
<b>Banda de frecuencias</b>	850, 900, 1800 y 1900 MHz.	2 GHz
<b>Tasa de datos</b>	9.6 Kbps	144 Kbps en alta movilidad, 384 Kbps en espacios abiertos y 384 Kbps en espacios abiertos.
<b>Servicios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buzón de voz.</li> <li>• Envío de mensajes cortos de texto a cualquier parte del mundo.</li> <li>• Roaming nacional e internacional.</li> <li>• Larga distancia.</li> <li>• Desvío de llamadas.</li> <li>• Multiconferencia.</li> <li>• Llamada en espera.</li> <li>• Ocultación de llamadas.</li> <li>• Identificador.</li> <li>• Tonos, logos, imágenes y más.</li> <li>• Conexión móvil.</li> <li>• Cámara digital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación permanente.</li> <li>• Conexión instantánea.</li> <li>• Confiabilidad y seguridad en la transmisión.</li> <li>• Oferta de servicios de acuerdo a las necesidades de los clientes.</li> <li>• Alta velocidad de envío y recepción de datos, mejor calidad en la voz, imágenes, juegos, noticias, servicios de video y localización.</li> <li>• Monedero, cámara de video, radio, agenda, tarjeta de crédito, descarga de aplicaciones, información, navegación relacionada con mapas y localización de lugares (establecimientos comerciales, direcciones específicas o rutas de circulación más convenientes).</li> <li>• Aplicaciones: (Acceso a información en red, oficina móvil, terminales móviles, punto de venta, aplicaciones verticales para empresas, telemetría, servicios de localización, comercio electrónico, juegos en línea, "Chat celular", etc.).</li> <li>• Roaming.</li> </ul>
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad, privacidad y flexibilidad a través de la tarjeta SIM con la cual el usuario podrá cambiar de teléfono con solo transferir esta tarjeta manteniendo la misma cuenta y número.</li> <li>• GSM es un estándar mundial completo al cual están suscritos 8 de cada 10 usuarios de celular.</li> <li>• Cobertura (roaming internacional):</li> <li>• Por ser un estándar mundial, GSM ofrece la capacidad de moverse sin esfuerzo alrededor del mundo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidades binarias mucho más altas (200 veces mayor que la de la red GSM actual) incluyendo sofisticados mecanismos de calidad de servicios con lo cual se asegura que cada tipo de servicio de datos recibe exactamente la cantidad de espectro y recursos de infraestructura que necesita, por ejemplo, a un servicio de streaming de se le asignaría suficiente ancho de banda para que la imagen video sea estable y de calidad.</li> <li>• Mejor calidad y alta velocidad en la transmisión de voz y datos.</li> <li>• La conexión permanente (always-on) y el establecimiento de sesión instantáneo permite acceder a los servicios rápidamente, sin molestas esperas, estando conectado en todo momento.</li> <li>• UMTS es una tecnología basada en paquetes, lo que significa que los usuarios sólo pagan por los datos que envían y reciben en lugar de pagar también por el tiempo de aire utilizado para establecer una conexión y esperar a que responda el servidor.</li> <li>• Diferentes servicios simultáneos en una sola conexión.</li> </ul>
<b>Desventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La red GSM actual se encuentra muy saturada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los costos.</li> <li>• La cobertura.</li> <li>• Sus terminales son demasiado grandes, pesadas, se calientan y la batería tiene un tiempo de duración muy corto.</li> </ul>

Tabla 6.10 Ventajas y desventajas (GSM VS 3G)

# CONCLUSIONES

1. Con la elaboración de esta investigación se llevó a cabo una comparación entre las tecnologías y servicios que ofrecen **GSM** y **3G** en México. Así como también las ventajas y desventajas que implica implementar la tercera generación de telefonía celular de telefonía móvil en nuestro país.
2. Se definieron los conceptos básicos generales de telefonía móvil.
3. Se describió en su totalidad lo que es un sistema **GSM**.
4. Se describieron los servicios y aplicaciones que forman parte de una tecnología celular de tercera generación.
5. Se establecieron las perspectivas de la tercera generación de telefonía celular en México, esto es como se abordarán los retos que implique implementar una red **3G**.
6. Se realizó una comparación de costos y beneficios de **3G** con respecto a **GSM** en México.

Adicional a los puntos mencionados anteriormente los cuales fueron los objetivos buscados inicialmente se destacan los siguientes puntos.

7. Los proveedores de sistemas de telefonía móvil buscarán que la migración de su infraestructura de red al momento de su migración a **3G** sea lo menos costosa posible; adicional a esto buscarán la compatibilidad de tecnologías entre su red actual y la red de

tercera generación a la que pretendan migrar (punto que no siempre será posible, pues esto depende de la tecnología **2.5G** que pretendan actualizar).

8. El objetivo principal de **GSM** es dar soporte a comunicaciones de voz y aunque puede ser usada para transmitir datos a muy baja velocidad, no satisfacen los grandes volúmenes de transmisión que se requiere, esto comparado con las redes de datos existentes hoy en día, las cuales sin mayor problema soportan aplicaciones como conexión a Internet, videoconferencias, servicios multimedia, correo, etc. Pese a todo esto el panorama para **GSM** en México es muy alentador, pues ha tenido en los últimos años un crecimiento sostenido y muy importante no solo en el mercado mexicano, sino también en el de Latinoamérica y el Caribe, en donde para finales de 2005 alcanzó una base de 119 millones de clientes, representando más del 50% de abonados que cualquier otra tecnología digital en toda esta región.
9. La tercera generación promete ser la respuesta a las limitantes que ofrece la tecnología **GSM**, ya que el ofrecer un ancho de banda por terminal celular mucho mayor, los servicios de voz, datos y video no se verán afectados para su libre desarrollo y utilización en aplicaciones multimedia, lo que en definitiva es el valor agregado que ofrece esta tecnología para todos los usuarios.
10. Para México aún existe un futuro incierto con respecto a esta tecnología, puesto que se desconoce la penetración que tendrá y tomando como modelo a la única compañía de telefonía celular en México que ofrece servicios de **3G** (Iusacell) se concluye que la tendencia de este tipo de tecnologías será mejor adoptada por las empresas que por los usuarios, pues su preferencia de consumo de éstos últimos tiende hacia los servicios de menor costo y específicamente para el caso de nuestro país este punto a favor lo tiene la tecnología **GSM**.
11. Los principales retos para **3G** serán la estandarización de sus propias tecnologías, esto incluye la homologación de frecuencias, ancho de banda a nivel mundial, así como las potencias requeridas. Adicional a lo anterior no hay que pasar por alto los costos de

implementación de esta red para los proveedores de servicios, además de los elevados costos que se esperan por kilobit para los usuarios finales.

## RECOMENDACIONES

- Renovar y actualizar periódicamente los planes y programas de estudio dentro de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, ya que los rápidos y revolucionarios cambios que se han dado y se seguirán haciendo en torno a la tecnología de las comunicaciones no puede ser pasados por alto en ninguno de los programas de estudio de esta y de ninguna otra carrera afín.
- Impartir seminarios con la finalidad de agregar contenidos que estén al día y a la vanguardia en los avances tecnológicos en materia de telecomunicaciones, tanto a nivel nacional como internacional.
- Agregar un contenido más detallado de las tecnologías de tercera generación en México, específicamente en la materia de Telefonía impartida en el noveno semestre de la carrera de Telecomunicaciones.
- Difundir entre la población el uso de este tipo de tecnologías no solamente con los fines de entretenimiento que se derivan, sino también enseñar a ver en este tipo de aplicaciones una puerta hacia una mayor productividad orientada a la rápida comunicación de información, que es realmente en donde esta la llave para sacar provecho de este tipo de tecnologías que son ya aprovechadas así en países de primer mundo.
- Los operadores deberán analizar muy claramente cuales van a ser sus estrategias para evolucionar sus redes y servicios hacia tercera generación, de tal manera que mantengan una participación en el mercado, protegiendo así su inversión ya realizada en las redes **2G** y manteniendo un negocio sustentable.

- Generar servicios con contenido de aplicaciones avanzadas para de esta forma ir inculcando en los usuarios el uso de esta nueva tecnología de **3G**.
- Mostrar una posición de liderazgo en la provisión de nuevos y mejores servicios de valor agregado a sus productos, esto debido a que las empresas que quieran diferenciarse van a estar obligadas a innovar en este tipo de servicios, ya que las que no puedan crecer a la par de las nuevas tecnologías tenderán a desaparecer.

# GLOSARIO

## **3GPP**

*(Third Generation Partnership Project – Proyecto conjunto para la tercera generación)*

## **AMPS**

*(American Mobile Phone System – Sistema de telefonía móvil americano)*

## **AMR**

*(Adaptive Multi Rate codec – Codificador adaptativo a múltiples velocidades)*

## **ANSI**

*(American National Standards Institute - Instituto de Estandarización Americana)*

## **ARIB**

*(Association of Radio Industries and Businesses – Asociación de industrias de radio y negocios )*

## **ATM**

*(Asynchronous Transfer Mode – Modo de transferencia asíncrono)*

## **AuC**

*(Authentication Center – Centro de autenticación)*

## **BREW**

*(Binary Runtime Environment for Wireless - Entorno binario de tiempo de ejecución para aplicaciones inalámbricas )*

## **BSC**

*(Base Station Controller – Controlador de la estación base)*

## **BSS**

*(Base Station Subsystem – Sistema de estación base)*

## **BTS**

*(Base Transceiver Station – Estación base transceptora)*

**CAMEL**

*(Customized Applications for Mobile Enhanced Logic – Lógica mejorada móvil personalizada)*

**CAMR**

*(Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones de la Unión)*

**CDMA**

*(Code Division Multiple Access – Acceso múltiple por división de código)*

**CEPT**

*(Conference Européen des Administrations des Postes et des Telecommunications – Conferencia europea de las administraciones de correos y telecomunicaciones)*

**COFETEL**

*(Comisión Federal de Telecomunicaciones)*

**CRM**

*(Customer Relationship Management - Herramientas de gestión de relaciones con los clientes)*

**CTIA**

*(Cellular Technology Industry Association – Asociación industrial de tecnología celular)*

**D-AMPS**

*(Digital Advanced Mobile Phone System – Servicio avanzado de telefonía móvil digital)*

**DECT**

*(Digital Enhanced Cordless Telephony – Telefonía digital inalámbrica mejorada)*

**EDGE**

*(Enhanced Data for GSM Evolution – Datos mejorados para la evolución del GSM)*

**EFR**

*(Enhanced Full Rate - Codificación de la voz que permite una calidad superior a lo normal)*

**EIR**

*(Equipment Identity Register – Registro de identificación de equipo)*

**ERP**

*(Enterprise Resource Planning - Sistema global de planificación de recursos)*

**ETSI**

*(European Telecommunications Standards Institute - Instituto de Estandarización Europea de Telecomunicaciones)*

**FCC**

*(Federal Communications Commission – Comisión federal de comunicaciones)*

**FDD**

*(Frequency Division Duplex – Dúplex por división de frecuencia)*

**FDMA**

*(Frequency Division Multiple Access – Acceso múltiple por división de frecuencia)*

**FPLMTS**

*(Future Public Land Mobile Telecommunications Systems – Sistema futuro público de telecomunicaciones móviles terrestres)*

**GGSN**

*(Gateway GPRS Support Node – Nodo soporte GPRS de pasarela)*

**GMM**

*(Global Multimedia Mobility - Multimedia Móvil Global )*

**GMSC**

*(Gateway MSC – Pasarela del MSC)*

**GPRS**

*(General Packet Radio Service – Servicio general de paquetes vía radio)*

**GSM**

*(Global System for Mobile communications – Grupo especial móvil ó Sistema global de telecomunicaciones móviles)*

**HLR**

*(Home Location Register – Registro de localización de origen)*

**IMSI**

*(International Mobile Subscriber Identity - Identidad internacional de la estación móvil)*

**IMT**

*(International Mobile Telecommunications – telecomunicaciones móviles internacionales)*

**IMTS**

*(Improved Mobile Telephone Service – Servicio de telefonía móvil mejorado)*

**IP**

*(Internet Protocol – Protocolo internet)*

**ISDN**

*(Integrated Services Digital Network – Red digital de servicios integrados)*

**ITU**

*(International Telecommunications Union – Unión internacional de telecomunicaciones)*

**LAN**

*(Local Area Network – Red de área local)*

**LCD**

*(Low Constrained Delay – Retardo pequeño limitado)*

**LMDS**

*(Local Multipoint Distribution System - Sistema de distribución local multipunto)*

**LWS**

*(Lucent Worldwide Services - Servicio mundial Lucent )*

**MAN**

*(Metropolitan Area Network – Red de área metropolitana)*

**MAP**

*(Mobile Application Part – Parte de aplicaciones móviles)*

**MDS**

*(Multipoint Distribution Systems - Sistemas de distribución multipunto)*

**MMDS**

*(Multichannel Multipoint Distribution Service – Servicio de Distribución Multicanal Multipunto)*

**MMS**

*(Multimedia Message Service - Servicio de mensajes multimedia)*

**MoU**

*(Memorandum of Understanding – Memorando de entendimiento)*

**MS**

*(Mobile Station – Estación móvil)*

**MSC**

*(Mobile Switching Center - Centro de conmutación de servicios móviles)*

**MTSO**

*(Mobile Telephone Service Office - Oficina de conmutación de teléfonos móviles o simplemente Switch)*

**MTX**

*(Mobile Telephone Exchange - Central de conmutación telefónica )*

**NMC**

*(Network Maintenance Center – Centro de mantenimiento de la red)*

**NMT**

*(Nordic Mobile Telephone – Telefonía móvil de los países nórdicos)*

**NSS**

*(Network and Switching Subsystem – Subsistema de conmutación de red )*

**NTT**

*(Nippon Telegraph and Telephone)*

**OMC**

*(Operational and Maintenance Center – Centro de operación y mantenimiento)*

**OSS**

*(Operation and Service Subsystem – Subsistema de operación y mantenimiento)*

**PC**

*(Personal Computer - Computadora personal)*

**PCS**

*(Personal Communications Service – Servicios de comunicaciones personales)*

**PDA's**

*(Personal Digital Assistants - Asistentes personales digitales)*

**PDC**

*(Personal Digital Communications – Comunicaciones digitales personales)*

**PDC**

*(Pacific Digital cellular – Celular digital del pacífico)*

**PDSN**

*(Packet Data Serving Node - Nodo de servicio de datos en paquete)*

**PHS**

*(Personnel Handyphone System – Sistema de teléfonos personales)*

**PIN**

*(Personal Identification Number – Número de identificación personal)*

**PPSN**

*(Public Packet Switched Network – Red de conmutación de paquetería pública)*

**PSTN**

*(Public Switched Telecommunications Network - Red Telefónica de Conmutación Pública)*

**QoS**

*(Quality of Service - Calidad de servicio)*

**RB**

*(Radiobases o Estaciones base)*

**RDSI**

*(Red Digital de Servicios Integrados "ISDN")*

**RI**

*(Red Inteligente)*

**RTC**

*(Radio Transmission Controller – Controlador de transmisión radio)*

**RTP**

*(Real time Transport Protocol – Protocolo de transporte en tiempo real)*

**RTPC**

*(Red de Telefonía Pública Conmutada)*

**RTT**

*(Radio Transmission Technology – Tecnología de transmisión radio)*

**SGSN**

*(Serving GPRS Support Node - Nodo servidor de GPRS)*

**SIM**

*(Subscriber Identity Module – Módulo de identificación de abonado)*

**SIP**

*(Session Initiation Protocol - Protocolo de inicio de sesión)*

**SIR**

*(Signal to Interference Ratio - Relación señal a interferencia)*

**SMS**

*(Short Message Service – Servicio de mensajes cortos)*

**SNR o S/N**

*(Signal to Noise Ratio - Relación señal a ruido)*

**SOSS**

*(Support of Operator Specific Services - Sistema de operación de servicios específicos )*

**TACS**

*(Total Access Communications System – Sistema de comunicación de acceso total)*

**TDD**

*(Time Division Duplex – Dúplex por division de tiempo)*

**TDM**

*(Time Division Multiplexing – Multiplexación por división de tiempo)*

**TDMA**

*(Time Division Multiple Access – Acceso múltiple por división de tiempo)*

**TIA**

*(Telecommunications Industry Association – Asociación de las industrias de telecomunicaciones )*

**TRAU**

*(Transcoder and Rate Adaptation Unit – Unidad de codificación y adaptación)*

**UI**

*(Unidad de Interfuncionamiento)*

**UIC**

*(Unión Internacional des Chemins de Fer - Unión Internacional de Ferrocarriles )*

**UIT**

*(Unión Internacional de Telecomunicaciones)*

**UIT-R**

*(Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector Radiocomunicación)*

**UIT-T**

*(Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de normalización de Telecomunicaciones (antes CCTCT))*

**UMTS**

*(Universal Mobile Telecommunications System – Sistema universal de telecomunicaciones móviles)*

**UPT**

*(Universal Personal Telecommunications - Telefonía personal universal )*

**USIM**

*(User Service Identity Module – Módulo de identidad de servicios de usuario)*

**UWC**

*(Universal Wireless Communications – Comunicaciones inalámbricas universales)*

**VHE**

*(Virtual Home Enviroment – Ambiente local virtual)*

**VLR**

*(Visitor Location Register – Registro de localización de visitantes)*

**VoIP**

*(Voice over IP - Voz sobre protocolo de internet)*

**WAN**

*(Wide Area Network – Red de área)*

**WAP**

*(Wireless Access Protocol – Protocolo de acceso inalámbrico)*

**WCDMA**

*(Wideband Code Division Multiple Access – CDMA de banda ancha)*

**WWW**

*(World Wide Web – Red mundial)*

# BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFÍA:

*Tisal Joachim*, **The GSM network: GPRS evolution: One step towards UMTS**, 2ª. Ed., John Wiley, New York 2001.

*Vijay Kumar Garg, Joseph E. Wilkes*, **Principles and applications of GSM**, Upper Saddle River, New York, Prentice Hall PTR, 1999.

*Garg Vijay K.*, **Wireless Network Evolution 2G to 3G**, 1ª. Ed, Prentice Hall PTR, EE.UU., 2002.

*Josefina Castañeda Camacho, Domingo Lara Rodríguez*, **Performance of a New Microcell–Macrocell Cellular Architecture with CDMA Access**, IEEE Veh., Technol Conference, 2000.

*Ramjee Prasad, Mohr Werner, Konhauser Walter*, **Third Generation Mobile Communication System**, Artech House, March 2000.

*Ramjee Prasad, Tero Ojanaperâ*, **An Overview of CDMA Evolution Toward Wideband CDMA**, IEEE Comm. Surveys, 1998.

*Ramjee Prasad, Tero Ojanaperâ*, **An Overview of Third Generation Wireless Personal Communications: A European Perspective**, IEEE Pers. Comm. Magazine, 1998.

*M.R Karim, Mohsen Sarraf*, **W-CDMA and Cdma2000 for 3G mobile Networks**, McGraw Hill, New York , April 2002.

*Kuhlmann Federico, Alonso Antonio*, **Información y Telecomunicaciones**, 2ª. Ed., Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 2002.

*Richard D. Karsello, Reuven Meidan*, **IMT-2000 Standards: Radio Aspects**. IEEE Pers. Comm., 1997.

*William Stalling*, **Comunicaciones y Redes de Computadoras**, 6ª. Ed., Prentice Hall PTR, EE.UU., 2000.

**Andrew S. Tanenbaum, Redes de Computadoras**, 3ª. Ed., Prentice Hall PTR, 1997.

**K. J. Van Staalduijn y Trammelen, Standards for Third generation Mobile Communications**, IEEE Veh. Technol. Conference, 1999.

**Douglas N. Knisely, Sarath Kumar, Subhasis Laha, Sanjiv Nanda, Evolution of Wireless Data Services: IS-95 to cdma2000**, IEEE Comm. Magazine, 1998.

**Angelina Mejía Guerrero**, "Apuesta Iusacell a tecnología", **El Universal**. (México D.F., Miércoles 14 de abril de 2004), pp. 5, Sección Finanzas.

**Angelina Mejía Guerrero**, "Iusacell se fortalece", **El Universal**. (México D.F., Viernes 16 de julio de 2004), pp. 5, Sección Finanzas.

### REFERENCIAS:

<http://www.3gamericas.org>

<http://www.3gpp.org>

<http://www.iusacell.com.mx>

<http://www.umts-forum.org>

<http://www.cofetel.gob.mx>

<http://lostrego.uvigo.es/conceto/gsm1.doc>

<http://www.compuclub.edu.co/politecnico/apoyo/sistemas/teleproceso/Redes%20Mviles.htm>

<http://www.terra.com.mx/noticias/articulo/105773/>

<http://www.canario.net/movil/gsm/index4.htm>

<http://www ldc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G2/#3>

[http://www.internet-solutions.com.co/deacosta/commov/introd\\_6a.htm](http://www.internet-solutions.com.co/deacosta/commov/introd_6a.htm)

[http://www.internet-solutions.com.co/deacosta/commov/introd\\_6b.htm](http://www.internet-solutions.com.co/deacosta/commov/introd_6b.htm)

<http://www.ericsson.com.mx/wireless/products/mobsys/gsm/>

[http://epse-des.umh.es/trabajo\\_UMTS/Smith/Trabajo%20UMTS%20.htm](http://epse-des.umh.es/trabajo_UMTS/Smith/Trabajo%20UMTS%20.htm)

[http://mailweb.udlap.mx/~lgojeda/telecom3/std\\_telefonia\\_celular/gsm.htm#inicio](http://mailweb.udlap.mx/~lgojeda/telecom3/std_telefonia_celular/gsm.htm#inicio)

[http://es.gsmbox.com/news/mobile\\_news/all/74201.gsmbox](http://es.gsmbox.com/news/mobile_news/all/74201.gsmbox)

<http://www.ahciet.net/contenido/actualidad/revista/94/06.pdf>

<http://www.cibertele.com/nuevo/publicaciones/UMTS.pdf>

<http://www.esmas.com/finanzaspersonales/309810.html>

<http://www.radiocunit.com/umts%28esp%29.htm>

<http://www.elbit.net/tech/tech.htm>

<http://www.noticiasdot.com/publicaciones/2004/0704/0707/noticias070704/noticias070704-3.htm>

<http://www.ericsson.com.mx/about/index.shtml>

[http://www.umtsforum.net/mostrar\\_noticias.asp?u\\_action=display&u\\_log=1013](http://www.umtsforum.net/mostrar_noticias.asp?u_action=display&u_log=1013)

<http://www.yucatan.com.mx/especiales/celular/celularesenmexico.asp>

<http://www.aif.es/ultimasnoticias.php?i=225>

<http://www.terra.com.mx/tecnologia/articulo/114565/>

<http://star-cel.com/>

<http://www.terra.com.mx/noticias/articulo/105773/>

<http://www.telcel.com:13124/telcelinternet.nsf/frmDispNoticias?OpenForm#>

[http://www.netmedia.info/business/articulos.php?id\\_sec=29&id\\_art=3947](http://www.netmedia.info/business/articulos.php?id_sec=29&id_art=3947)

<http://www.esmas.com/tecnologia/74967.html>

[http://www.ericsson.com.mx/press/referencias/3G\\_mexico.html](http://www.ericsson.com.mx/press/referencias/3G_mexico.html)

[http://www.cft.gob.mx/cofetel/html/4\\_tar/celulares/telcel\\_dipsa/telcel09c.shtml](http://www.cft.gob.mx/cofetel/html/4_tar/celulares/telcel_dipsa/telcel09c.shtml)