

## **MOBILE**

Red de Telefonía Móvil (estructura de la red de telefonía celular móvil; pequeñas celdas; celular handover en redes de telefonía celular móvil; elección d frecuencias en redes de telefonía celular; comparación de cobertura en diferentes frecuencias; tecnologías : GSM, IS-95, UMTS, CDMA2000, LTE)

List of mobile phone generations		
<b>0G (radio telephones)</b>	MTS · MTA * MTB * MTC * MTD · IMTS · AMTS · OLT · Autoradiopuhelin · B-Netz	
<b>1G</b>	<b>AMPS family</b>	AMPS (TIA/EIA/IS-3, ANSI/TIA/EIA-553) · N-AMPS (TIA/EIA/IS-91) · TACS · ETACS
	<b>Other</b>	NMT · C-450 · Hicap · Mobitex · DataTAC
<b>2G</b>	<b>GSM/3GPP family</b>	GSM · CSD
	<b>3GPP2 family</b>	cdmaOne (TIA/EIA/IS-95 and ANSI-J-STD 008)
	<b>AMPS family</b>	D-AMPS (IS-54 and IS-136)
	<b>Other</b>	CDPD · IDEN · PDC · PHS
<b>2G transitional (2.5G, 2.75G)</b>	<b>GSM/3GPP family</b>	HSCSD · GPRS · EDGE/EGPRS (UWC-136)
	<b>3GPP2 family</b>	CDMA2000 1X (TIA/EIA/IS-2000) · 1X Advanced
	<b>Other</b>	WIDEN
<b>3G (IMT-2000)</b>	<b>3GPP family</b>	UMTS (UTRA-FDD / W-CDMA · UTRA-TDD LCR / TD-SCDMA · UTRA-TDD HCR / TD-CDMA)
	<b>3GPP2 family</b>	CDMA2000 1xEV-DO Release 0 (TIA/IS-856)
<b>3G transitional (3.5G, 3.75G, 3.9G)</b>	<b>3GPP family</b>	HSPA (HSDPA · HSUPA) · HSPA+ · LTE (E-UTRA)
	<b>3GPP2 family</b>	CDMA2000 1xEV-DO Revision A (TIA/EIA/IS-856-A) · EV-DO Revision B (TIA/EIA/IS-856-B) · DO Advanced
	<b>IEEE family</b>	Mobile WIMAX (IEEE 802.16e) · Flash-OFDM · iBurst (IEEE 802.20)
<b>4G (IMT Advanced)</b>	<b>3GPP family</b>	LTE Advanced (E-UTRA)
	<b>IEEE family</b>	WIMAX (IEEE 802.16m)
<b>5G</b>	conceptual (currently under formal research & development)	

## **REDES MOBILE**

### Concepto de Redes Móviles:

Son aquellas redes pensadas para que el teléfono o equipo del usuario pueda moverse con libertad en la zona cubierta por dicha red incluso mientras mantiene una conversación o una conexión de datos. Una red móvil debe permitir el movimiento incluso a la velocidad de un coche sin que exista una pérdida de la conexión. Las redes móviles actuales permiten mantener esta conexión incluso a la velocidad de un tren de alta velocidad con velocidades superiores a 300 Km/h.

### **Tipos de Redes Mobile en Telefonía:**

- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| ✓ GSM               | ✓ Carrier Aggregation |
| ✓ GPRS              | ✓ MIMO                |
| ✓ EDGE              | ✓ IMT-2020 (5G)       |
| ✓ GSMR o GSM-R      | ✓ Antena              |
| ✓ UMTS              | ✓ Celda               |
| ✓ HSPA              | ✓ Cobertura           |
| ✓ LTE               | ✓ Banda               |
| ✓ FDD LTE y LTE TDD | ✓ Femtocelda          |
| ✓ CSFB              | ✓ Small Cell          |
| ✓ VoLTE             | ✓ HetNet              |
| ✓ LTE Advanced      | ✓ Red de Backhaul     |
| ✓ LTE Advanced Pro  | ✓ SON                 |
| ✓ IMT               | ✓ Dividendo Digital   |
| ✓ LAA               | ✓ MBMS                |
| ✓ LTE-U             | ✓ eMBMS               |
| ✓ NB-LTE            | ✓ Wifi Offload        |

Redes Móviles e Inalámbricas

En 1947, D.H Ring de los Laboratorios Bell propusieron el concepto de celda que permitía la reutilización de las frecuencias.

Sin embargo, no fue sino hasta 30 años después que este sistema se desarrollara.

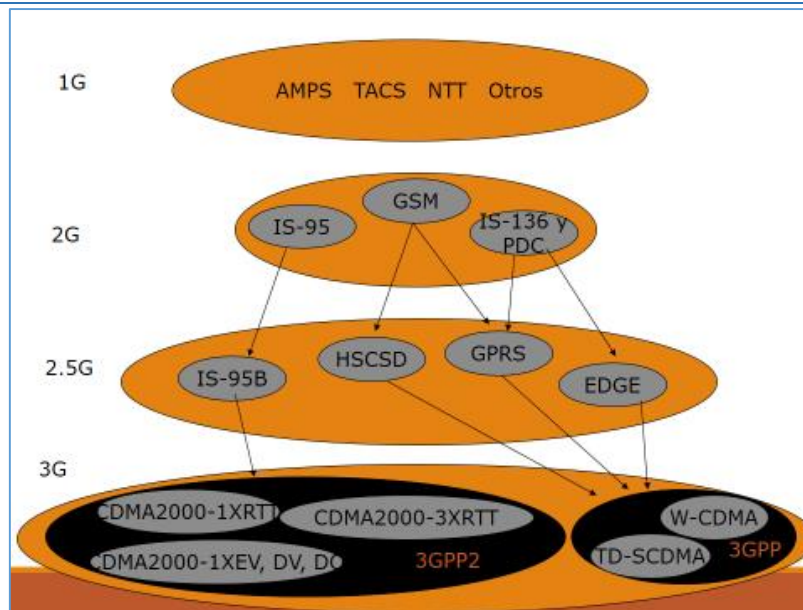
Se creó el primer sistema de telefonía móvil bidireccional (IMTS, Improved Mobile Telephone System) (no celular).

El primer sistema de telefonía móvil se le atribuye a los europeos, quienes hacia los años 40 crearon un sistema en Estocolmo a través L.M. Ericsson.

Sistemas Celulares

No fue sino hasta 1969, más de 20 años después que Ring introdujo el concepto de celdas, que los Laboratorios Bell emplean el concepto de reuso de las frecuencias en un servicio comercial, en un tren que viajaba entre Nueva York y Washington. Sin embargo, no fue sino hasta 1978, que entra en funcionamiento el primer sistema celular funcional.

Aparentemente el primer sistema celular fue a operar comercialmente en Arabia Saudita a través de la operadora Bahrain Telephone Company (Batelco) en Mayo, 1978 [privaline][moya]. El sistema tenía 2 celdas y 250 abonados, 20 canales en la banda de los 400 MHz.



### Lista de Generaciones de telefonía Celular

List of mobile phone generations	
0G (radio telephones)	MTS · MTA · MTB · MTC · MTD · IMTS · AMTS · OLT · Autoradiopuhelin · B-Netz

### Primera Generación de Celulares (1G)

## Primera Generación de Sistemas Celulares

System Name or Standard	Start Date	Country of origin or region it operated in
AMPS	1979 trial, 1983 commercial	United States, then world wide
AURORA-400	1983	Alberta, Canada
C-Netz ( <a href="#">external link</a> , in German) (C-Netz, C-450)	Begins '81, upgraded in 1988?	Germany, Austria, Portugal, South Africa
Comvik ( <a href="#">external link</a> )	August, 1981	Sweden
ETACS ( <a href="#">external link</a> )	1987?	U.K., now world wide
JTACS ( <a href="#">external link</a> )	June, 1991	Japan
NAMPS (Narrowband Advanced Mobile Phone Service)	1993?	United States, Israel, ?
NMT 450 (Nordic Mobile Telephone) link dead NMT 900 (Nordic Mobile Telephone)	1981 1986	Sweden, Norway, Denmark, Finland, Oman; NMT now exists in 30 countries
NTACS/JTACS ( <a href="#">external links infra</a> ) NTT ( <a href="#">external link</a> ) NTT Hi Cap ( <a href="#">external link</a> )	June, 1991 December, 1979 December, 1988	Japan Japan Japan
RadioCom (RadioCom2000) ( <a href="#">external link</a> ), in French	November, 1985	France
RTMS (Radio Telephone Mobile System) ( <a href="#">external link</a> , in Italian)	September, 1985	Italy
TACS (Total Access Communications System) ( <a href="#">external link</a> )	1985	United Kingdom, Italy, Spain, Austria, Ireland

1G	AMPS family	AMPS (TIA/EIA/IS-3, ANSI/TIA/EIA-553) · N-AMPS (TIA/EIA/IS-91) · TACS · ETACS
	Other	NMT · C-450 · Hicap · Mobitex · DataTAC

### Sistemas Celulares (2G)

2G	GSM/3GPP family	GSM · GPRS
	3GPP2 family	cdmaOne (TIA/EIA/IS-95 and ANSI-J-STD 008)
	AMPS family	D-AMPS (IS-54 and IS-136)
	Other	CDPD · IDEN · PDC · PHS
2G transitional (2.5G, 2.75G)	GSM/3GPP family	HSCSD · GPRS · EDGE/EGPRS (UWC-136)
	3GPP2 family	CDMA2000 1X (TIA/EIA/IS-2000) · 1X Advanced
	Other	WIDEN

Groups Special Mobile (GSM) fue formado en 1982 por el Conference Europeenne des Postes et des Telecommunications (CEPT).

La idea era formar un sistema celular digital pan-Europeo.

En 1989 fue estandarizado por el European Telecommunications Standards Institute (ETSI).

Los servicios comerciales se iniciaron en 1991.

### Cdma2000

Tecnología de espectro disperso.

Fue reservada primeramente para uso militar.

*Code-Division Multiple Access (CDMA)* fue aprobado en 1993 por la *Telecommunications Industry Association (TIA)*.

Su uso comercial se inicia en 1995.

Ahora llamado **cdmaOne**.

La primera versión de CDMA fue IS-95A, luego se libero IS-95B.

En 1990 selecciona el sistema *Time Division Multiple Access (TDMA)*, como el sucesor digital de AMPS.

El sistema basado en TDMA usado en Japón es el *Pacific Digital Cellular (PDC)*.

**GSM**

Es la abreviatura de "Group Special Mobile" y posteriormente "Global System for Mobile Communication". No fue el primer sistema de telefonía móvil pero sí el primero totalmente digital y el que revolucionó la telefonía móvil que pasó de ser algo exclusivo de algunas pocas personas a algo accesible para la inmensa mayoría de las personas a nivel global. Se denomina también 2G o segunda generación de telefonía móvil. La primera generación serían los sistemas analógicos previos.

**GPRS**

Abreviatura de "General Packet Radio System". Al principio se diseñó el sistema GSM con el foco solo en las llamadas de voz. Es verdad que era posible una comunicación de datos pero a una velocidad muy reducida: 9600 bit por segundo. GPRS fue una evolución que permitía velocidades de hasta 144000 bit por segundo aunque solo en el sentido de la red al equipo móvil. Del equipo móvil a la red sigue siendo de alrededor de 9600 bit/s pero por una cuestión de consumo de batería. El sistema GPRS utiliza los espacios que no se ocupan con la voz utilizando varios simultáneamente con lo que consigue una velocidad mayor. Esto solo lo puede hacer la red porque el equipo móvil necesitaría doble potencia para utilizar dos espacios y triple potencia para utilizar tres, o sea, doble o triple consumo. Como el uso más habitual es internet realmente descargamos de la red más de lo que subimos por lo que es perfectamente válido que la velocidad de subida a la red siga siendo reducida y así se evita un consumo excesivo de la batería. A esta tecnología se la denomina también 2.5G.

**EDGE**

Abreviatura de "Enhanced Data Rate for GSM Evolution". Es una evolución de GPRS que permite aumentar la velocidad cuando estamos cerca de la antena. La modulación de los datos (la manera en la que los bits se convierten en ondas que viajan por el aire) es diferente. Por un lado se consigue más velocidad pero, como no hay milagros, solo funciona a menor distancia. GPRS utiliza una modulación similar tanto en la voz como en los datos por lo que donde hay cobertura GSM tenemos GPRS. EDGE solo lo tenemos si estamos cerca de la antena. A esta evolución se la denomina 2.75G.

**GSMR o GSM-R**

Abreviatura de "GSM Railways". El sistema GSMR convierte a las compañías ferroviarias en operadores de telecomunicaciones. En cualquier caso el objetivo de esta red es única y exclusivamente la comunicación entre el tren y los sistemas en tierra, tanto de voz como de datos. En ningún caso se utiliza para dar servicio de internet en los vagones. La tecnología que se emplea es 2G, no se utiliza ni GPRS ni EDGE. La ventaja principal es que permite la conexión con el tren incluso a grandes velocidades (más de 250 Km/h) en las que los sistemas clásicos ferroviarios no funcionan. Además permite la conexión cuando el tren está en otro país utilizando el roaming entre los distintos operadores ferroviarios.



## Historia de la Redes Móviles e Inalámbricas: Sistemas Celulares (1G y 2G)

### The Five Major Cellular Radio Systems

**AMPS -- Mostly analog**

These three default to AMPS operation

- IS-54 -- First digital service -- TDMA based  
*(IS-54 and IS 136 are now considered one system)*
- IS-136 -- Newest digital service -- TDMA based
- IS-95 -- Digital service -- CDMA based

**GSM -- Digital service incompatible with above systems. Uses TDMA.**

### Sistemas Celulares (3G)

3G (IMT-2000)	3GPP family	UMTS (UTRA-FDD / W-CDMA · UTRA-TDD LCR / TD-SCDMA · UTRA-TDD HCR / TD-CDMA)
	3GPP2 family	CDMA2000 1xEV-DO Release 0 (TIA/IS-856)
3G transitional (3.5G, 3.75G, 3.9G)	3GPP family	HSPA (HSDPA · HSUPA) · HSPA+ · LTE (E-UTRA)
	3GPP2 family	CDMA2000 1xEV-DO Revision A (TIA/EIA/IS-856-A) · EV-DO Revision B (TIA/EIA/IS-856-B) · DO Advanced
	IEEE family	Mobile WIMAX (IEEE 802.16e) · Flash-OFDM · iBurst (IEEE 802.20)

Es evidente por:

- Necesidad de mas capacidad.
- Nuevas frecuencias y
- Mayores tasas de transmisión.

Se deseaba un único estándar (no fue posible).

Dos estándares ahora reconocidos por cuerpos de estandarización (ITU):

*Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)*, compuesto por dos modos relacionados:

- CDMA-espectro directo o Wideband CDMA o Frequency Division Duplex (FDD).
- CDMA-TDD (time-division duplex)

**Cdma2000:**

- Una evolución de cdmaOne
- Se esta trabajando en las siguientes direcciones:
  - Cdma2000 1x
  - Cdma2000 1xEV-DO
  - Cdma2000 1xEV-DV

**UMTS**

Abreviatura de "Universal Mobile Telecommunication System". Se denominó la tercera generación de telefonía móvil o 3G. Este sistema supuso un cambio radical y es totalmente distinto a la segunda generación. Respecto a la segunda generación permite las videollamadas y conexiones de datos de hasta 384 miles de bit por segundo (KBit/S). No parece mucho comparado con la tecnología EDGE pero esto fue el principio de la tercera generación y EDGE es el último avance de la segunda generación. Esta tecnología no ha llegado a desplazar a la segunda generación por varias razones. Por un lado son necesarias más antenas que en 2G para dar una cobertura similar. Además, en la comunicación de datos no hay milagros, para transmitir a más velocidad hace falta más potencia y, a más potencia más consumo de batería. Muchas personas desactivan voluntariamente 3G para gastar menos batería. Adicionalmente todavía se venden teléfonos ultrabaratitos que solo soportan 2G. Por estas razones ningún operador a dado el paso de desconectar la red 2G. Existen operadores solamente 3G pero tienen acuerdos con otros operadores para los casos en los que no hay cobertura 3G. Curiosamente estos operadores también aceptan clientes con teléfonos de 2G. Uno de los inconvenientes principales es que una antena de 3G no puede tener teléfonos conectados muy lejos cuando también los tiene muy cerca. La consecuencia es que, cuando has teléfonos conectados muy cerca, la antena baja su potencia dejando sin cobertura los más lejanos. Si hay otra antena cerca no hay problema pero, a veces, no hay ninguna otra antena y el teléfono lejano se queda sin cobertura. Esta característica complica mucho el dar una cobertura adecuada y obliga a que se necesiten muchas más antenas que en 2G. Está estimado que se necesitan 3 antenas de 3G por cada una de 2G.

**HSPA**

Abreviatura de "High Speed Packet Access". Es una mejora de la tecnología 3G que permite velocidades de la central al teléfono de hasta 14.4 MBit/S, por encima incluso de las velocidades habituales de ADSL. A esta tecnología se la denomina 3.5G. Las variantes son HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) que mejora el sentido de la central al teléfono y HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) que mejora también el sentido del teléfono a la central. En este último caso la velocidad desde el teléfono alcanza 2 MBit/S. Esta tecnología ha salvado, en cierto modo, a la tercera generación. La velocidad máxima anterior en 3G era de 384 KBit/S lo cual no lo diferenciaba mucho de la tecnología EDGE teniendo en cuenta que la tecnología UMTS es mucho más compleja. La tecnología HSPA evolucionó aún más alcanzando los 88 Mbps de la central al



teléfono y 22 Mbps del teléfono a la central. A este avance se le denominó HSPA+ y también 3.75G.

### **Sistemas Celulares (4G)**

4G (IMT Advanced)	3GPP family	LTE Advanced (E-UTRA)
	IEEE family	WiMAX (IEEE 802.16m)
5G	conceptual (currently under formal research & development)	

Es impulsada por:

Servicios inalámbricos de mayor calidad y velocidad.

Revolución tecnológica que combina la naturaleza ubicua de la Internet y la PC.

Aunque aun inmadura, incluye conceptos tales como:

Innovaciones en:

- Arquitecturas.
- Reservación del espectro y su utilización.
- Comunicaciones de radio
- Servicios y aplicaciones.

Proporcionan servicios de roaming a través de diferentes tipos de redes.

### **LTE**

Abreviatura de "Long Term Evolution". Es la cuarta generación de telefonía móvil o 4G y, como la anterior, supone otro cambio radical y es distinta tanto a 2G como a 3G. Actualmente la cobertura LTE es bastante limitada pero mucho operadores la ofrecen comercialmente. También existen pocos teléfonos que la soportan aunque el más famoso de ellos, el iPhone 5, lo soporta. Puestos a ver similitudes LTE se parece más a GSM, GPRS y EDGE que a UMTS. La tecnología utilizada es OFDM (Ortogonal Frequency Division Multiplexing). Parece más complicado pero es una tecnología ya utilizada anteriormente y conceptualmente más sencilla. Esta tecnología resuelve el problema de 3G cuando la cobertura de una antena encoje. En este caso la cobertura de una antena es, como en 2G, mayor o menor pero constante. ¿Reemplazará LTE a 2G y 3G? Actualmente el despliegue de LTE está muy avanzado pero ningún operador ha tomado la decisión que quitar ninguna tecnología. Por unos años, las tres tecnologías van a convivir y, con la experiencia de estos años, se verá si se puede eliminar alguna de las tres ya que, para un operador, cuantas más tecnología más coste y es un ahorro importante eliminar una de las tres.

### **FDD LTE y LTE TDD**

Son dos las dos opciones que contempla el estándar LTE. Hay bandas reservadas para FDD (La mayoría) y otras para TDD. Dependiendo de la licencia que recibe el operador debe utilizar la opción correspondiente. Para el usuario no hay diferencia ya que los teléfonos soportan los dos estándares. En

estándar FDD LTE la comunicación se realiza en dos frecuencias distintas dentro de la misma banda. Una frecuencia sirve en la comunicación desde la antena al teléfono. A este sentido se le denomina "downlink" o "downstream". El otro sentido, del teléfono a la antena, se le denomina "uplink" o "upstream". Para este sentido se utiliza una frecuencia distinta. El estándar LTE TDD utiliza solo una frecuencia para los dos sentidos. Para hacer esto teléfono y antena se reparten el tiempo. Durante un tiempo la transmisión es "downlink" y al instante siguiente es "uplink". Estos cambios son muy rápidos y el efecto para el usuario es que la transmisión se realiza en los dos sentidos. El tiempo asignado a cada sentido depende de la cantidad de datos a transmitir por lo que se consigue una utilización muy eficiente del espectro radioeléctrico. La eficiencia del sistema TDD es debido a que normalmente hay más datos de la red al teléfono que del teléfono a la red. Eso quiere decir que el sentido "uplink" suele estar más "ocioso" que el downlink y se está desperdiciando su capacidad. Por lo tanto el sistema TDD tiene prácticamente la misma capacidad pero ocupando la mitad de ancho de banda.

Esto, en teoría, está muy bien pero realmente el sistema LTE-TDD tiene algunas limitaciones: Esta transición entre el sentido uplink y downlink no la puede decidir solo una antena si no que todas las antenas tienen que estar transmitiendo a la vez o recibiendo a la vez. Si no se hace así y una antena transmite cuando la contigua recibe se producen muchas interferencias y el sistema no funciona. Esto obliga a que el operador sincronice en toda su red cuando se trasmite y cuando se recibe lo que limita mucho la eficiencia de la que hablamos. Además, si dos operadores utilizan bandas contiguas también tienen que sincronizarse entre ellos lo cual hace de este sistema muy complejo de utilizar. La realidad es que la mayoría de los operadores utilizan el sistema FDD. En el momento actual, de 448 licencias LTE que hay en el mundo, solo 26 son TD-LTE.

### **CSFB**

Son las siglas de "Circuit Switching Fall Back". La red LTE es una red pura de conmutación de paquetes y solo se pueden realizar conexiones de datos. Por lo tanto, para realizar llamadas de voz, es necesario utilizar la tecnología VoLTE (Voice over LTE o Voz sobre LTE). Esta tecnología se está introduciendo lentamente y, mientras llega nuestro teléfono, se realiza un rápido cambio a 2G o 3G para realizar la llamada de voz volviendo a LTE cuando finalizamos la llamada. Por ahora VoLTE tiene una utilización bastante reducida por lo que CSFB es la técnica generalizada en los teléfonos LTE.

### **VoLTE**

"Voice over LTE" o "Voz sobre LTE". Es el sistema que nos permitirá realizar llamadas de voz sobre la tecnología 4G o LTE. VoLTE utiliza tecnologías ya consolidadas para llamadas de voz en internet como el protocolo SIP y el sistema IMS. Su uso todavía no es generalizado ya que es necesario tener una buena cobertura 4G por lo menos en el 90% del territorio para conseguir un funcionamiento óptimo. VoLTE son las técnicas para adaptar estas tecnologías ya consolidadas en internet a las características de las redes móviles centrado

exclusivamente en 4G. Eso sí, en caso de falta de cobertura 4G la llamada no se pierde y el paso a 2G o 3G es automático.

Actualmente empiezan a estar disponibles teléfonos que soportan VoLTE como el iPhone 6. Para los Smartphones que no soportan de fábrica VoLTE los operadores que lo han lanzado suministran una aplicación que permite realizar este tipo de llamadas. La estrategia habitual de los operadores es la de que este tipo de llamadas no consumen datos de nuestra tarifa de datos y las llamadas se facturan exactamente igual que en 2G y 3G. Algunos operadores también permiten que la llamada se realice a través de Wifi cuando el teléfono está conectado a este tipo de redes. Este tipo de estrategias son las que marcarán el éxito o el fracaso de esta tecnología. No hay que olvidar que aplicaciones como WhatsApp han sustituido en muchos casos a los clásicos SMS y actualmente WhatsApp permite realizar llamadas de voz muy similares a VoLTE.

### **LTE Advanced**

Cuando todavía no se han desplegado totalmente las redes LTE ya está disponible la tecnología LTE Advanced. En realidad LTE Advanced es la única que cumple con los requisitos esperados para la cuarta generación. Además es la que el organismo 3GPP ha presentado oficialmente a la ITU como 4G. Por lo tanto podemos considerar LTE como pre-4G y LTE Advanced como la verdadera 4G. Para alcanzar una mayor velocidad se utiliza una modulación más eficiente, la tecnología MIMO (Multiple Input Multiple Output) que utiliza dos, tres o cuatro antenas funcionando simultáneamente, tanto en el teléfono como en la base del operador. Adicionalmente, también permite el uso de varias bandas simultáneamente sumando la capacidad que el dispositivo consigue en cada una de ellas. A esta última funcionalidad se la denomina "Carrier Aggregation". El objetivo es llegar a una velocidad de 3 GBps en la recepción y 1.5 GBps en la transmisión del dispositivo.

### **LTE Advance Pro**

Es el estándar LTE más reciente denominado oficialmente como la generación 4.5 que estará disponible durante el año 2016. Con LTE Advanced Pro se alcanzarán velocidades de descarga por encima de 1 Gbit/S superando en velocidad a las más avanzadas redes fijas FTTH. Para conseguirlo se desarrollan al máximo las tecnologías Carrier Aggregation, Beamforming, MIMO y QAM. Aun así esta no es la principal característica de LTE Advanced Pro ya que estas tecnologías ya estaban presentes en LTE Advanced.

LTE Advance Pro permite que una de las bandas que se utiliza para Carrier Aggregation es la banda de 5 GHz que es una banda libre utilizada por Wifi. A esto se le denomina LTE-U, LTE Unlicensed or LAA. Con otro objetivo bien distinto LTE Advanced Pro incorpora los dispositivos LTE de categoría 0 pensados para el "Internet de las cosas" que tienen una velocidad de conexión muy reducida pero también con un consumo y coste muy reducidos.

### **IMT**

Son las siglas de "International Mobile Telecommunication". Son las siglas asignadas por la ITU (United Nations specialized agency for Information and Communication Technologies) que es la organización de estandarización de más alto rango dependiente de la ONU. Durante muchos años la ITU dejó autonomía primero al proyecto GSM y posteriormente al organismo 3GPP que es el que actualmente está al cargo de las especificaciones de todas las generaciones de telefonía móvil. Suyos son los términos GSM, GPRS, UMTS, HSDPA, LTE, LTE Advanced, etc. Sin embargo la ITU ha decidido una denominación diferente: IMT-2000 para la tercera generación o UMTS y IMT-Advanced para la cuarta generación o LTE (En realidad LTE Advanced). La quinta generación ya tiene nombre también y se denominará IMT-2020 adelantándose al posible nombre que daría el organismo 3GPP.

### **LAA**

Es la abreviatura de "Licensed Assisted Access". El término se refiere al acceso mediante una banda licenciada (lo normal) asistida por una banda no licenciada. Esta banda no licenciada es la utilizada actualmente por las conexiones Wifi que es una banda pública. LAA y LTE-U (explicado a continuación) son términos totalmente relacionados y podemos utilizarlos indistintamente. La tecnología empleada en LAA es LTE-U y, a veces, también se denomina LTE-LAA. Esta tecnología está pensada siempre para ser utilizada simultáneamente y como complemento al acceso en una banda licenciada con el objetivo de aumentar la velocidad de la conexión.

### **LTE-U**

Es la abreviatura de LTE "Unlicensed" o LTE sin licencia. Todos los operadores utilizan bandas "Licensed" o con licencia. Para ello deben pagar una cantidad de dinero a los gobiernos o a organismos propiedad del gobierno para tener el derecho a emitir en un rango de frecuencias en una banda licenciada. Ninguna otra empresa ni particular puede emitir en el rango asignado con lo que el operador no tendrá ninguna interferencia y podrá garantizar la calidad del servicio. Sin embargo hay rangos de frecuencia de uso público y en el que cualquiera puede emitir. Estos son las bandas para radioaficionados o las bandas para Wifi. Precisamente se está pensando en utilizar la banda de Wifi en 5 GHz (La más habitual es la de 2.4 GHz) para emitir en tecnología LTE. Al ser una frecuencia muy alta se pueden conseguir una alta capacidad y puede ser el complemento perfecto para que los operadores incrementen su capacidad en determinadas áreas con mucho tráfico.

Aunque la tecnología LAA o LTE-U todavía no está siendo utilizada comercialmente la discusión está ya al nivel de los organismos reguladores. Concretamente se está discutiendo a nivel del organismo FCC (Federal Communications Commission). Aunque el resultado solo afectaría a Estados Unidos probablemente su decisión afectará a la evolución de esta tecnología en otros países. Los principales temores vienen de la comunidad Wifi agrupada en la alianza Wifi Alliance. Actualmente los equipos Wifi solo tienen conflictos con otros equipos Wifi pero estos son resueltos ya que están contemplados. El problema surge cuando el conflicto es con una tecnología diferente como

LTE-U/LAA que, además, evoluciona mucho mas rápido. Es muy posible que los equipos LTE-U/LAA sigan funcionando a costa de los equipos Wifi. En poco tiempo veremos como se resuelve el conflicto entre estas dos tecnologías.

### **NB-LTE**

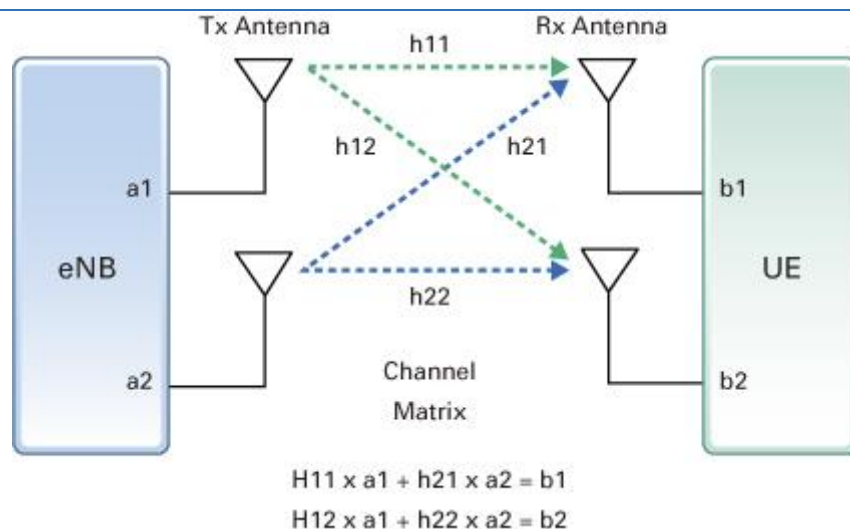
NB-LTE o Narrowband (Banda estrecha) LTE es una tecnología pensada para el Internet de las Cosas o IoT (Internet of the Things). IoT o Internet de las cosas es un termino más moderno y más de moda que el antiguo M2M (Machine To Machine). Nos referimos a elementos de nuestra vida que están conectados a internet y que pueden mandar mensajes o a los que nos podemos conectar desde cualquier lugar. Aunque el ejemplo más repetido es el de un frigorífico que realiza la compra cuando falta algo podemos estar tranquilos, no está pensado que nuestro frigorífico se ponga a comprar por su cuenta. Las aplicaciones IoT que ya estamos viendo son vending, smartgrid, connected car, home automation, etc. En todos los casos el ancho de banda necesario es muy pequeño ya que la información a transmitir suele ser muy poca. Sin embargo el consumo es una característica vital ya que el objetivo es que los dispositivos utilicen pilas normales y éstas deben durar meses. Esta tecnología estará disponible en muy poco tiempo y cumplirá estos dos requisitos: poco ancho de banda y mínimo consumo.

### **Carrier Aggregation**

Carrier Aggregation o agregación de portadoras es una técnica para aumentar sustancialmente la capacidad de nuestra conexión incorporada tanto en LTE Advanced como en UMTS con la denominación DC-HSPA (Dual Channel HSPA). Los operadores intentan transmitir en el mayor número de bandas posibles incluso con la misma tecnología. Las bandas de alta frecuencia tienen una alta capacidad pero una mala cobertura. Las bandas de baja frecuencia tienen una mejor cobertura aunque una capacidad menor. Qué mejor que transmitir en varias bandas con distintas frecuencias y, efectivamente, eso es lo que hacen. Con la función "Carrier Aggregation" nuestro dispositivo puede conectarse simultaneamente en dos o más bandas, incluso de distintas antenas, sumando la capacidad de cada una de las conexiones. Actualmente esta función está ya disponible en los dispositivos más modernos aunque, en algunas ocasiones, es necesario activarla en la configuración.

### **MIMO**

MIMO es la abreviatura de "Multiple Input Multiple Output". También se denomina Spatial. Multiplexing o multiplexación espacial. Esta tecnología es muy utilizada no solo en LTE si no también en las últimas versiones de UMTS y en Wifi. Las dos antenas (a veces 3 o 4) de nuestro router Wifi indican que se está utilizando la tecnología MIMO.



Consiste en que dos antenas transmiten datos diferentes en la misma frecuencia o banda. En el receptor también hay dos antenas que reciben la suma de las dos señales de las dos antenas aunque cada una ha hecho un recorrido distinto. Procesando las señales de las dos antenas receptoras se puede distinguir qué señal proviene de cada una de las antenas transmisoras. Por lo tanto, sumando las dos transmisiones, hemos conseguido transmitir el doble de rápido con el mismo ancho de banda. MIMO no está limitado a dos antenas pudiendo utilizarse 4, 8 o más.

### IMT-2020 (5G)

Actualmente el foco de todos los operadores es el despliegue de las redes 4G o LTE, pero ya se está trabajando en la siguiente generación de telefonía móvil que sería la quinta generación y que se aplicará en las redes móviles a partir del año 2020. Aprovechando la última feria de la telefonía móvil en Barcelona se ha publicado el primer "white paper" o especificación de alto nivel en la que se ha puesto de acuerdo tanto operadores como proveedores de tecnología. Esta primera especificación contempla una nueva tecnología radio (todavía no especificada) en conjunto con la tecnologías LTE Advanced. Además contempla el uso no solo de bandas licenciadas si no también de bandas públicas o no licenciadas como la banda utilizada en Wifi para aumentar la capacidad

El objetivo es llegar a capacidades de 100 Mbps normalmente e incluso 10Gbps en ciertos entornos. Además la conexión deberá tener una latencia de alrededor de 1 ms, necesaria para un perfecto funcionamiento de las llamadas de voz con la tecnología VoLTE. Otro punto importante es la posibilidad de dispositivos de bajas prestaciones, bajo coste y bajo consumo que estarán pensados para el "Internet de las cosas" o "Internet of the Things". La especificación es bastante extensa e incluye las futuras características de las redes de quinta generación. El documento completo se muestra en el siguiente link:



## **Otros conceptos y servicios:**

### **Antena**

En realidad son raros los casos en los que se utiliza una sola antena. Lo normal es denominarlos site o emplazamiento. En cada emplazamiento hay conjunto de antenas con el objetivo de dar cobertura a más usuarios. El emplazamiento normal tiene tres antenas direccionales, cada una de ellas da cobertura a un sector circular de 120 grados entorno a la antena. Este conjunto, sobre todo en los comienzos de la telefonía móvil, es muy aparatoso pero la razón simplemente es que la antena sea muy direccional. La potencia emitida no supera los 100 W por lo que a veces tenemos en nuestra casa bombillas más potentes. El emplazamiento es la parte más cara para los operadores ya que tienen que compensar económicamente al dueño del edificio y tienen que ser muchos. Dependiendo del tamaño del país se pueden tener fácilmente de 10.000 a 20.000 emplazamientos.

### **Celda**

Realmente, el elemento que nos da cobertura es la celda. Cada una de las antenas de un emplazamiento cubre un sector circular denominado celda. Además, si en el mismo sector circular tenemos varias tecnologías (2G, 3G, LTE), cada una es una celda distinta aunque coincidan en el espacio. Es el mismo caso si tenemos la misma tecnología en dos bandas distintas serían dos celdas diferentes. Por ejemplo 2G en la banda de 900 MHz y en la banda de 1800 MHz. Serían celdas distintas incluso si tienen la misma antena física. Un teléfono o dispositivo móvil solo están conectado a una celda aunque mantiene información de todas las celdas próximas por si pierde la cobertura y tiene que conectarse a otra.

### **Cobertura**

En realidad la cobertura que da una celda está más limitada por el teléfono que por la antena de dicha celda. La potencia de una celda puede llegar hoy en día hasta los 100 W y está en un lugar elevado por lo que puede llegar muy lejos. Sin embargo el teléfono emite con 1 o 2 W dependiendo de la banda y suele estar en un bolsillo o en un bolso lo que limita mucho su capacidad de llegar hasta la antena de la celda. Por lo tanto los mayores problemas en la comunicación se producen desde el teléfono a la antena del operador. Por lo tanto cualquier cosa que mejore la comunicación en el teléfono mejora la cobertura. Por ejemplo utilizar un auricular que nos permite hablar y colocar el teléfono separado de nuestro cuerpo y en un sitio fijo. Hay teléfonos que permiten una antena externa que, colocada sobre el techo de un coche, aumenta mucho la capacidad de transmisión de nuestro teléfono. Otro punto a tener en cuenta es que las bandas de 700 MHz a 900 MHz permiten transmitir a 2 W mientras que el mismo teléfono en otras bandas solo puede transmitir

con 1 W de potencia. Por lo tanto se tendrá mejor cobertura en las bandas de 700 MHz a 900 MHz que en otras bandas de frecuencia superior.

### **Banda**

Se denomina banda al rango de frecuencias asignado, en este caso, para la telefonía móvil. Los gobiernos de cada país asignan en régimen de concesión por un tiempo a varias empresas el uso de esa banda. A cada empresa se le asigna una parte fija de esa banda y nadie más puede utilizarla. Normalmente la banda se indentifica con la frecuencia central aunque realmente es un rango de frecuencias. En el caso de la banda de 900 MHz el rango, dependiendo del país, va desde 890 MHz a 915 MHz. Inicialmente el sistema GSM comenzó en la banda de 900 MHz y en la banda de 1900 MHz en Estados Unidos (La banda de 900 MHz estaba ocupada). Posteriormente se utilizó la banda de 1800 MHz para dar más capacidad al sistema GSM. UMTS comenzó en la banda de 2100 MHz y actualmente GSM está dejando libre parte de la banda de 900 MHz en beneficio de UMTS. Esto está mejorando en gran medida la cobertura de UMTS ya que, como hemos indicado en el punto anterior, la banda de 900 MHz es la que mejor cobertura da. También ahora llega LTE y necesita también su espacio. LTE está utilizando la nueva banda de 800 MHz (que deja libre la banda de televisión), la de 1800 MHz (menos espacio para GSM y la banda de 2600 MHz (Ocupada hasta ahora por otras tecnologías como WIMAX o punto a multipunto). Una banda peculiar bastante utilizada en América es la banda AWS (Advanced Wireless Service). Utiliza la banda de 1700 MHz para la comunicación del teléfono a la antena y la banda de 2100 MHz para la comunicación de la antena al teléfono.

Por regla general cualquier tecnología funciona en cualquier banda y son los gobiernos de los países los que realizan esta asignación. Los operadores procuran emitir en la frecuencia más baja posible ya que la cobertura es mayor y eso le permite poner menos antenas. Pero esto no siempre es posible ya que la banda puede estar ocupada por otras tecnologías más antiguas o directamente no ha podido comprar la licencia necesaria. Esto se está notando sobre todo en la tecnología LTE que es la última que ha llegado y está ocupando los huecos que quedan libres. Según los países hay una gran disparidad de bandas utilizadas. Debemos comprobar tanto la tecnología como la banda en la que se emite a la hora de comprar un teléfono o cuando viajamos ya que los teléfonos solo soportan cada tecnología en unas bandas concretas. Para más información consultar en la página cobertura.

### **Femtocelda**

La Femtocelda es un dispositivo similar a nuestro router wifi pero que emite en la banda de 3G. La cobertura es pequeña y su objetivo es simplemente dar una buena cobertura de 3G en el hogar donde está instalada. La idea surgió cuando la cobertura 3G no era muy buena y se pensó para operadores que daban tanto el servicio de telefonía móvil como de ADSL o cable. Se crearon routers para ADSL o cable que emitían también en la banda de 3G dando cobertura al domicilio. Este equipo no llegó a tener ningún éxito debido a que no se encontró un modelo de negocio adecuado. Preguntas como ¿A quien se da cobertura? ¿Solo al dueño del router? ¿También a los vecinos? ¿Como se

gestiona este control? Al ser el router mas caro ¿Quien pagaría la diferencia? El resultado final es que la cobertura fué mejorando y esta solución ha quedado descartada.

### **Small cells**

Literalmente celdas pequeñas. Es una solución derivada del concepto de las femtoceldas. La diferencia está en que estas celdas están pensadas para oficinas, negocios, aeropuertos, etc. La cobertura que dan es pequeña y su objetivo es dar cobertura a zonas donde difícilmente llega la cobertura tradicional. Están pensadas para 3G y 4G y sería el operador el encargado de su despliegue, por supuesto, con el consentimiento del propietario del edificio. Una utilidad muy interesante es la de dar cobertura a zonas con muchas afluencia de personas. Estos equipos son pequeños y se pueden instalar, por ejemplo, en las farolas de la calle por lo que son muy fácil de desplegar. Hay que tener en cuenta que el mayor gasto de una antena es el pago que se debe realizar al propietario del edificio donde va instalada. En el caso de una small cell la instalación es muy sencilla y se puede instalar en el mismo mobiliario urbano o en sitios donde el propietario no suele cobrar por permitir la instalación.

### **HetNet**

HetNet o "Heterogeneous Networks" es una red en la que conviven las celdas normales (denominadas macro) y small cells (denominadas micro o pico según el tamaño). Cada celda normal o macro conoce todas las celdas que están cerca denominadas "vecinas". Cuando un dispositivo cambia de una celdas a otra este cambio está guiado y la red recomienda el mejor cambio. Esto no es así con las small cells que no tienen ningún conocimiento del resto de la red. En este caso es el teléfono el que tiene que decidir la mejor celda a la que conectarse. Esto plantea una problemática adicional que se debe tener en cuenta en este tipo de redes.

### **Red de Backhaul**

El termino "backhaul" se puede traducir por "soporte al transporte". En los comienzos de la telefonía móvil el enlace básico utilizado para comunicar los distintos elementos de una red eran los enlaces E1 que consistía en un enlace de 2 MBits/S dividido en 32 canales de 64 KBit/S. Con la llegada de GPRS comienzan a utilizarse enlaces TCP/IP similares a Internet: Los enlaces clásicos E1 seguían utilizandose para las conexiones de voz y estas redes TCP/IP se utilizaban para las conexiones de datos. Esto fue el comienzo de las redes de "backhaul". Son redes TCP/IP similares a Internet pero que su única función es comunicar los distintos elementos de la red móvil. Hoy en día se utiliza la tecnología VoIP para la voz y todas las conexiones (voz y datos) son TCP/IP. Todos los elementos de la red móvil tienen una dirección IP y se comunican entre ellos a través de la red de backhaul o backhaul network.

### **SON**

"Self Organizing Networks" o redes que se organizan por si solas. Actualmente el diseño y optimización de las redes móviles es muy complejo. Por un lado las distintas antenas interaccionan entre si y se deben configurar para que tengan información de las antenas cercanas para permitir que el equipo móvil vaya cambiando de un antena a otra sin que se interrumpa la conversación. Por otro lado las personas se mueven libremente y, a veces, se concentran en lugares no esperados. Por el día están en su oficina, tarde y noche en su casa, conciertos, manifestaciones. El objetivo de las redes SON es que la red se vaya adaptando a estos cambios por si sola con una mínima intervención del personal del operador. SON será en breve una cualidad o característica de los nuevos sistemas que se instalarán en las redes móviles de los operadores.

### **Dividendo Digital**

La banda de televisión UHF (Ultra High Frequency) comprende desde 470 MHz hasta 862 MHz dividida en canales separados 8 MHz numerados del canal 21 al canal 69. Las emisoras de televisión analógica tienen asignados canales por los que pueden emitir pero siempre debe haber uno o varios canales de separación para evitar interferencias. Por lo tanto las emisiones de televisión analógica realizan una gran ocupación de esta banda no solo por los canales realmente ocupados si no también por los canales de guarda que se deben dejar libres. Hoy en día se está realizando la migración en muchos países a la televisión digital con el estándar DVB-T. Este estándar permite que cada canal de la banda UHF se puede utilizar para cuatro canales de televisión digital. Además no es necesario dejar ningún canal de guarda y se pueden utilizar canales consecutivos. Por lo tanto hay una utilización mucho más eficiente de los canales y esto permite dejar los canales más altos para las bandas de telefonía móvil de 700 MHz, 800 MHz y 850 MHz. A esta liberación de la banda de televisión en beneficio de la telefonía móvil se la denomina dividendo digital.

### **MBMS**

Es la abreviatura de "Mobile Broadcast Multicast Service". Consiste en mandar dentro de la señal 3G una emisión de televisión con una definición menor para no restar mucha capacidad a la celda. La emisión sería similar a una conexión de datos pero en modo broadcast. Esto quiere decir que la emisión es de la antena a todos los dispositivos que estén conectados pero sin ninguna respuesta. Los dispositivos reciben esta comunicación continuamente y pueden utilizarla para mostrar uno de los canales o ignorarla. Como no hay respuesta hacia la antena el consumo de batería no se incrementa demasiado. Esta tecnología ha sido retrasada varias veces y, prácticamente, no ha sido utilizada por ningún operador ya que resta demasiada capacidad a las celdas.

### **eMBMS**

Es la evolución de la tecnología MBMS. Con la llegada de la tecnología LTE con una capacidad de comunicación de datos muy superior el impacto de emitir varios canales de televisión no es tan alto y esta tecnología ha vuelto a resurgir con el nombre eMBMS "enhanced Mobile Multicast Service" o MBMS mejorado. Los operadores están bastante avanzados en sus pruebas y este

servicio estará disponible en poco tiempo. La emisión será de alrededor de 5 canales de televisión con una capacidad de 1 MBit/S por canal. La definición de estos canales será inferior a la de la televisión digital terrestre que tiene una capacidad de 5 MBit/S normalmente y de 20 MBit/S en alta definición.

### **Wifi Offload**

Es otra de las tecnologías de las que se han hecho muchas pruebas en los operadores pero que no ha tenido un desarrollo comercial por diversas razones. La idea está basada en que la inmensa mayoría de los teléfonos móviles permiten la conexión a redes Wifi. Para descargar la red móvil el operador instalaría una serie de puntos Wifi en lugares especialmente sobrecargados como aeropuertos o estaciones. El usuario no necesitaría introducir ninguna clave ya que se utiliza la información de la SIM del teléfono para validar el usuario. El teléfono cambiaría automáticamente de la red móvil a la red Wifi descargando la red móvil e incluso aumentando la velocidad de conexión ya que las redes Wifi tienen mayor velocidad. La razón por lo que no se utiliza es principalmente económica. Estas redes Wifi tienen un coste también y, con esta tecnología, es difícil repercutirlo al usuario. Los operadores han preferido cobrarlas aparte. Normalmente el usuario se conecta y es redirigido a una página web donde especifica el medio de pago o las condiciones de utilización. En este caso no podemos hablar de "Wifi offload" si no de un servicio Wifi totalmente independiente de la red móvil.

### **Redes Internas (Indoor)**

#### **Wireless LANs (WLANs):**

- No pertenecen a la evolución mostrada anteriormente, pero surgen como una extensión a las LANs.
- Relegadas inicialmente a un segundo plano, las WLANs se han desplegado rápidamente.
- Sus características se encuentran en ofrecer mayores tasa de accesos que las tecnologías celulares incluso de la 3G a precios menores.

### **Satélites**

Otras tecnologías inalámbricas que han evolucionado paralelamente son:

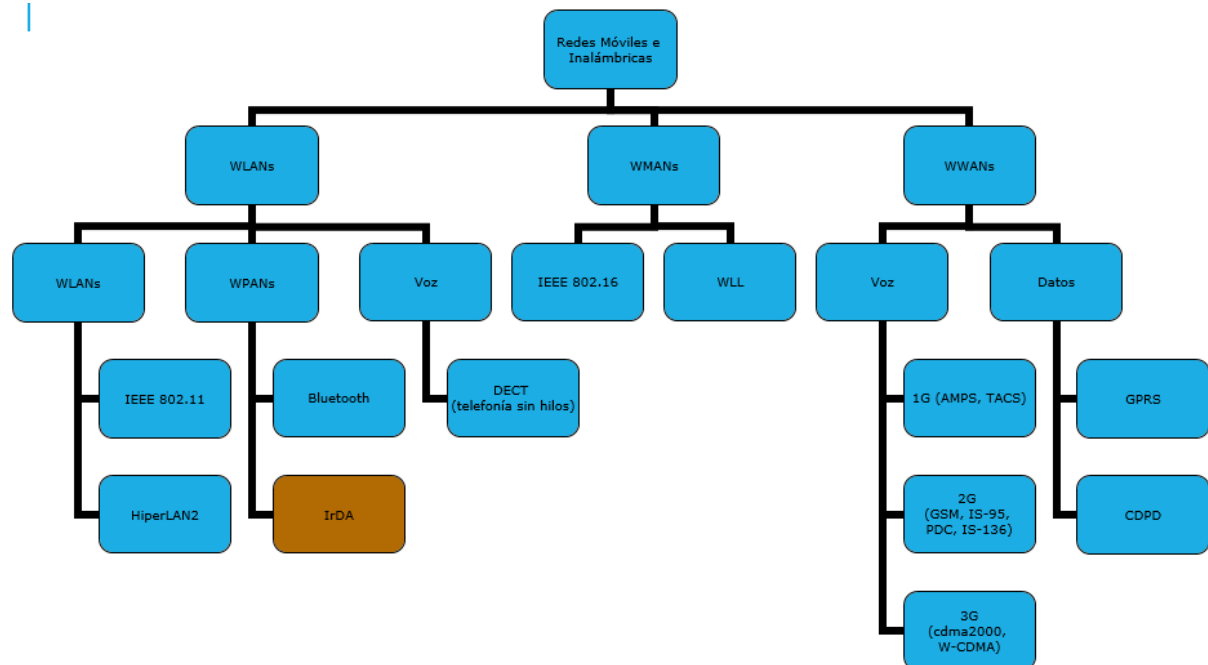
La tecnología de satélites cuyo inicio se remontan a la mitad del siglo pasado.

Grandes avances que van desde grandes satélites GEOs hasta pequeños satélites como los LEOS pasando por los MEOs.

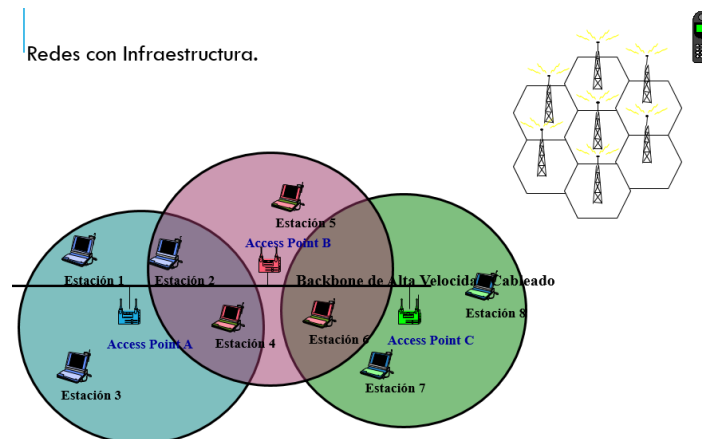
**Clasificación de las redes Móviles e inalámbricas**

Pueden ser clasificadas de acuerdo a diversos criterios.

La siguiente es un intento de clasificación basada en cobertura y tipo de información transportada (en particular voz y datos).


**Redes con Infraestructura**

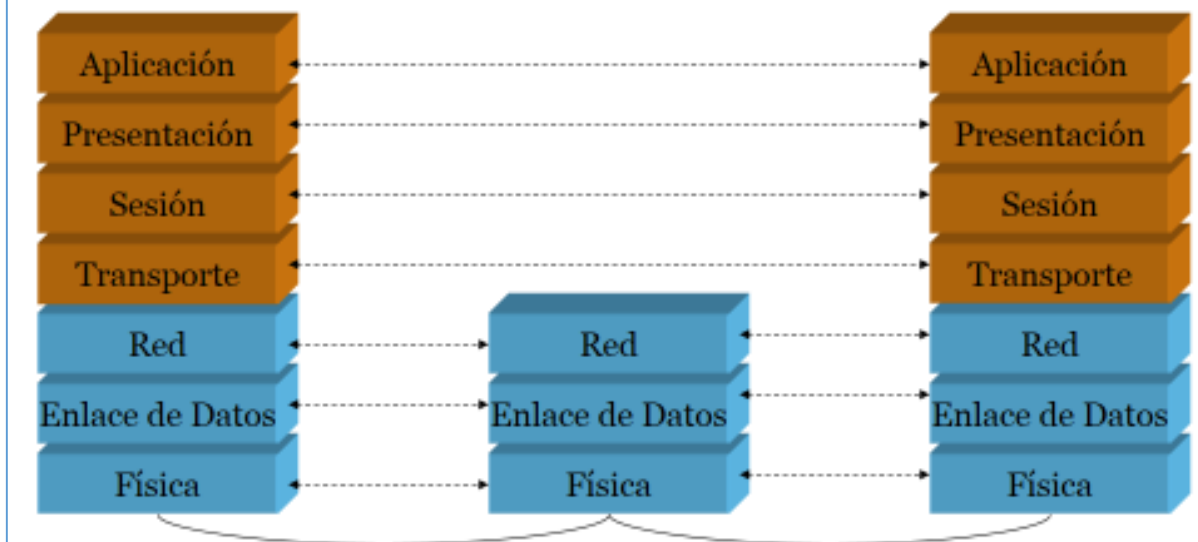
Redes con Infraestructura.



Modelo de Referencia

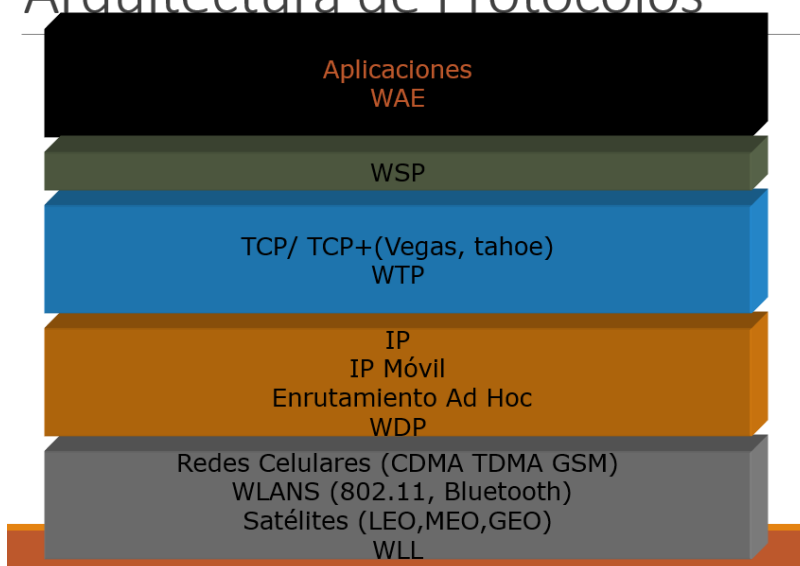


## Modelo de Referencia



### Arquitectura de Protocolos

## Arquitectura de Protocolos



## IP MOVIL (MIP)

Mobile IP ofrece un mecanismo eficiente y escalable para nodos móviles dentro de Internet. Con Mobile IP, los nodos pueden cambiar sus puntos de acceso a Internet sin tener que cambiar su dirección IP. Esto permite mantener el transporte y conexiones de alto nivel mientras se mueve. La movilidad del nodo es realizada sin la necesidad de propagar las rutas de los hosts a través del enrutamiento.

### Aplicaciones:

Mobile IP no es necesaria dentro de los sistemas celulares, tales como 3G, para proporcionar la transparencia cuando los usuarios de Internet migran entre las torres celulares, ya que estos sistemas proporcionan su propio traspaso capa de enlace de datos y mecanismos de itinerancia. Sin embargo, se utiliza a menudo en los sistemas 3G para permitir la movilidad IP sin fisuras entre diferentes **paquetes de datos nodo de servicio de dominios (PDSN)**.

Mobile IP se encuentra frecuentemente en entornos:

**Wireless WLAN** (redes inalámbricas) donde los usuarios necesitan llevar sus dispositivos a través de varias redes (**LANs**) con diferentes direcciones IP. Esto también se puede usar en redes **3G** para ofrecer transparencia cuando los usuario(a)s de Internet migran entre las antenas celulares.

En muchas aplicaciones, como **VPN y VoIP**, por mencionar algunas, los cambios repentinos en la red y en la dirección IP pueden causar problemas.

### Características:

- ✓ No tiene limitaciones geográficas, por lo que el usuario puede conectarse en cualquier lugar.
- ✓ No tiene necesidad de conexión física.
- ✓ No tiene que modificar enrutadores o terminales ya que mantienen su IP.
- ✓ No afecta a los protocolos de transporte ni a los de alto nivel.
- ✓ Soporta seguridad para garantizar la protección de los usuarios.
- ✓ El cambio de red debe ser lento (si nos movemos en un coche no se podría aprovechar las características de IP móvil)

### Cómo Funciona Mobile IP:

Un nodo móvil puede tener dos direcciones, una permanente (home) y una dirección dinámica (care-of address), es decir, respectiva al nodo móvil cuando visita la red. Hay dos tipos de entidades en Mobile IP:

- Un **agente inicial (Home Agent, HA)** (El HA actúa como un enrutador de la red de origen del host móvil (MH), que los túneles de datagramas para su entrega al MH cuando se está fuera de casa, mantiene un directorio de ubicación (LD) para la HM.) que almacena la información sobre el nodo móvil cuya dirección permanente es la de la red del agente.
- Un **agente externo (Foreign Agent, FA)** (Un agente extranjero es un router que almacena información sobre los nodos móviles que visitan su red. agentes extranjeros también anuncian los cuidados de direcciones que son utilizados por IP móvil.) almacena información sobre cada nodo móvil visitado en su red. Los agentes externos también cuidan la dirección que está siendo usada por el móvil IP.

Si el nodo móvil se encuentra en su red local actúa como nodo fijo y los paquetes seguirán las reglas convencionales. En el caso de que se encuentre en una red foránea, un nodo que quiere comunicarse con el nodo móvil usa la dirección inicial (home) del nodo móvil para enviarle paquetes. Estos paquetes son interceptados por el agente inicial (**home**), el cual usa una tabla y túneles. Los paquetes con destino al nodo móvil llevan una nueva cabecera IP con la dirección **care-of address** que encapsula la cabecera original con la dirección original. Los paquetes son desencapsulados en el extremo final del túnel para eliminar la cabecera IP añadida y así entregarlo al nodo móvil.

Cuando actúa como emisor, el nodo móvil simplemente envía directamente los paquetes al nodo receptor a través del **agente externo**. En caso necesario, el agente externo podría emplear *reverse tunneling* por el túnel del nodo móvil hasta el **agente inicial (home)**, el cual los reenviará al nodo receptor.

#### El protocolo Mobile IP define lo siguiente:

- un procedimiento de registro de autenticación por el cual el nodo informa a su **agente (home)** de su Care of Address;
- una extensión ICMP Router Discovery, el cual permite que los nodos móviles descubran agentes caseros anticipados y agentes extranjeros; y
- las reglas para enrutar paquetes hacia y desde nodos móviles, incluyendo la especificación de un mecanismo obligatorio de hacer túnel y de varios mecanismos opcionales para también, hacer túnel.

#### Mejoras en la técnica de Mobile IP

Mejoras como: Mobile IPv6 y Hierarchical Mobile IPv6 (HMIPv6), están siendo desarrolladas para mejorar las comunicaciones móviles en ciertas circunstancias haciendo el proceso más seguro y más eficiente.

También hay investigadores trabajando en crear soporte para redes móviles sin requerir ninguna infraestructura pre-desplegada según los requisitos de la MIPS. Un ejemplo

es Interactive Protocol for Mobile Networking (IPMN) el cual promete soporte a movilidad en una red común IP.

## Los cambios en IPv6 para Mobile IPv6

- Un conjunto de opciones de movilidad para incluir en los mensajes de movilidad
- Una nueva opción de Dirección de la casa para la cabecera Opciones de Destino
- Una nueva cabecera de enrutamiento de tipo 2
- Protocolo de mensajes de control de Internet nuevo para IPv6 (ICMPv6) mensajes para descubrir el conjunto de agentes de origen y para obtener el prefijo de la home link
- Los cambios en los mensajes y las opciones de descubrimiento de router y opciones adicionales de descubrimiento de vecinos
- Agentes extranjeros ya no son necesarios

Cuando un host está conectado a un enlace o red, adquiere una dirección IP y todo lugar la comunicación toma utilizando la dirección IP en ese enlace. Tan pronto como, al mismo host cambia su ubicación física, es decir, se mueve en otra área / subred / red / enlace, su dirección IP cambia en consecuencia, y toda la comunicación que tiene lugar en el host utilizando la dirección IP antigua, se cae.

la movilidad IPv6 proporciona un mecanismo para el anfitrión a dar vueltas por diferentes enlaces sin perder la comunicación / conexión y su dirección IP.

Varias entidades están involucrados en esta tecnología:

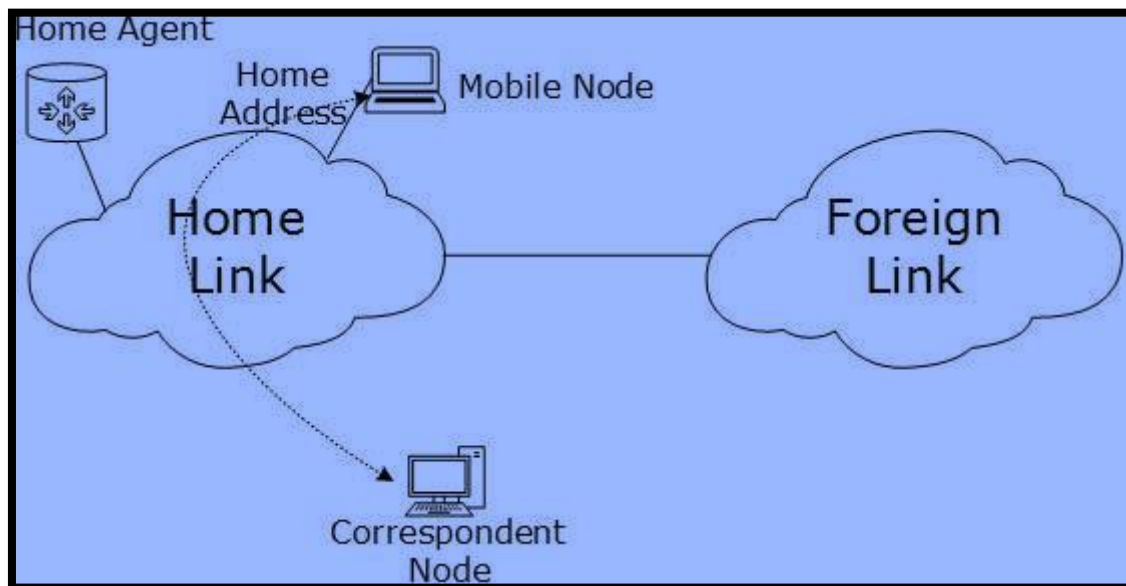
- **Nodo móvil:** El dispositivo que necesita la movilidad IPv6.
- **Inicio Enlace:** Este enlace se configura con el prefijo de subred casa y aquí es donde el dispositivo móvil IPv6 recibe su Domicilio.
- **Dirección de la casa:** Esta es la dirección que el nodo móvil adquiere desde el Home Link. Esta es la dirección permanente del nodo móvil. Si el nodo móvil se mantiene en la misma casa Enlace, la comunicación entre las distintas entidades tienen lugar como de costumbre.
- **Home Agent:** Este es un router que actúa como registrador de nodos móviles. Home Agent está conectado al Vínculo con el hogar y mantiene

información sobre todos los nodos móviles, sus domicilios, y sus direcciones IP actuales.

- **Enlace extranjera:** Cualquier otro enlace que no es de Nodo Móvil Enlace principal.
- **Atención de la dirección:** Cuando un nodo móvil se une a un Enlace de Asuntos Exteriores, adquiere una nueva dirección IP de la subred que Link Exterior. Home Agent mantiene la información de ambos Domicilio y Atención de direcciones. Cuidado de múltiples direcciones se puede asignar a un nodo móvil, pero en cualquier caso, sólo una Dirección de Atención-ha de unión con la Dirección de la casa.
- **Nodo Corresponsal:** Cualquier dispositivo habilitado para IPv6 que tiene la intención de tener una comunicación con el nodo móvil.

### Operación de la movilidad

Cuando nodo móvil se mantiene en su Vínculo con el hogar, todas las comunicaciones se llevan a cabo en su Dirección de la casa como se muestra a continuación:

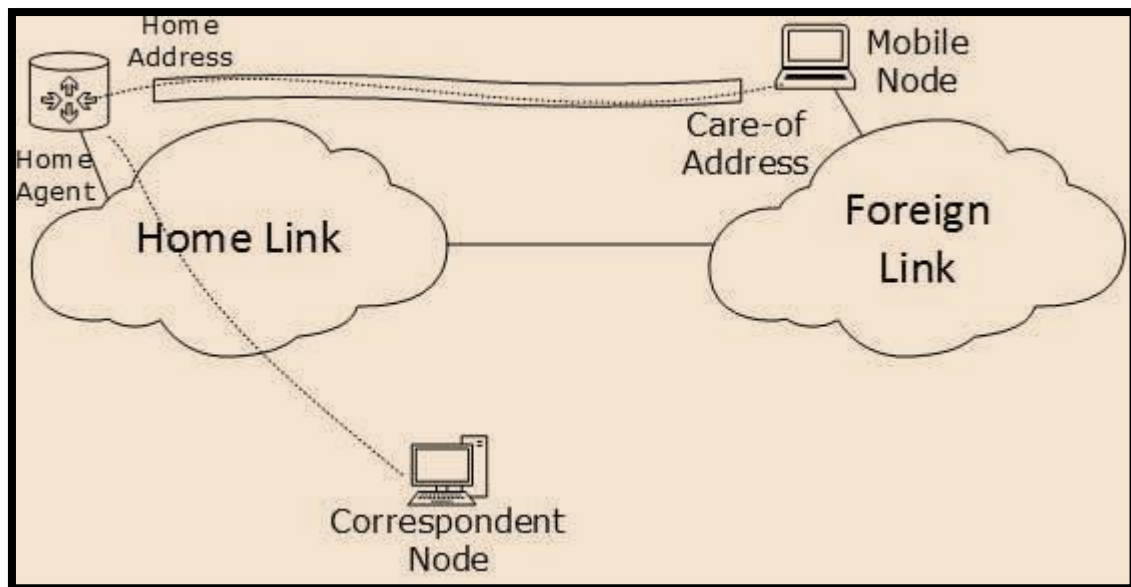


[Imagen: Nodo móvil conectado a Inicio Enlace]

Cuando un nodo móvil deja su Vínculo con el hogar y está conectado a alguna Enlace de Asuntos Exteriores, la característica de movilidad de IPv6 entra en juego. Después de ser conectado a un Enlace de Asuntos Exteriores, el nodo móvil adquiere una dirección IPv6 desde el Enlace de Asuntos Exteriores. Esta dirección se llama Dirección de

Atención-. El nodo móvil envía una petición de unión a su agente local con la nueva dirección de custodia de direcciones. El agente local se une Dirección inicial de nodo móvil con la Dirección de Atención-, se establece un túnel entre ambos.

Cada vez que un nodo correspondiente intenta establecer la conexión con el nodo móvil (en su Domicilio), el Home Agent intercepta el paquete y hacia delante a Dirección de Atención-Mobile Node a través del túnel que ya estaba establecido.



[Imagen: Nodo móvil conectado al Enlace de Asuntos Exteriores]

### Optimización de carreteras

Cuando un nodo correspondiente inicia una comunicación mediante el envío de paquetes al nodo móvil la de la Dirección de la casa, estos paquetes son un túnel al nodo móvil por el agente local. En el modo de optimización de ruta, cuando el nodo móvil recibe un paquete desde el nodo correspondiente, no hacia adelante responde a la Home Agent. Más bien, se envía su paquete directamente al nodo correspondiente usando Domicilio como dirección de origen. Este modo es opcional y no se utiliza de forma predeterminada.