

La 4G está basada completamente en el protocolo IP, siendo un sistema y una red, que se alcanza gracias a la convergencia entre las redes de cable e inalámbricas. Esta tecnología podrá ser usada por módems inalámbricos, móviles inteligentes y otros dispositivos móviles. La principal diferencia con las generaciones predecesoras será la capacidad para proveer velocidades de acceso mayores de 100 Mbit/s en movimiento y 1 Gbit/s en reposo, manteniendo una calidad de servicio (QoS) de punta a punta de alta seguridad que permitirá ofrecer servicios de cualquier clase en cualquier momento, en cualquier lugar, con el mínimo coste posible.

El WWRF (*Wireless World Research Forum*) pretende que 4G sea una fusión de tecnologías y protocolos, no sólo un único estándar, similar a 3G, que actualmente incluye tecnologías como lo son GSM y CDMA.¹

La empresa NTT DoCoMo en Japón fue la primera en realizar experimentos con las tecnologías de cuarta generación, alcanzando 100 Mbit/s en un vehículo a 200 km/h. La firma lanzó los primeros servicios 4G basados en tecnología LTE en diciembre de 2010 en Tokio, Nagoya y Osaka.

Características técnicas

El concepto de 4G trae unas velocidades mayores a las de 301 Mbit/s con un radio de 8 MHz; entre otras, incluye técnicas de avanzado rendimiento radio como MIMO y OFDM. Dos de los términos que definen la evolución de 3G, siguiendo la estandarización del 3GPP, serán LTE para el acceso radio, y SAE (*Service Architecture Evolution*) para la parte núcleo de la red.

Historia

- En febrero de 2007, la firma japonesa NTT DoCoMo probó un sistema prototipo de 4G con 4x4 MIMO llamado VSF-OFCDM a 100 Mbit/s en movimiento, y 1 Gbit/s detenido.²
- En 2008, ITU-R estableció el detalle de los requerimientos de desempeño para IMT- Avanzado, mediante una circular.³
- En noviembre de 2008, HTC anuncia el primer móvil habilitado para WiMax, conocido como Max 4G.⁴
- En marzo de 2009, la empresa lituana LRTC anuncia a la primera red 4G operativa en los países bálticos.⁵
- En diciembre de 2009, se anuncia la primera implementación comercial de LTE, en Estocolmo y Oslo, a través de TeliaSonera. El módem ofrecido fue manufacturado por Samsung.⁶
- En febrero de 2010, la empresa EMT inaugura la red LTE 4G en régimen de prueba, en Estonia.⁷
- En mayo de 2010 la empresa estatal Copaco-Vox de Paraguay licita la primera red LTE de Sudamérica⁸
- En junio de 2010, Sprint Nextel lanza el primer móvil inteligente WiMax de Estados Unidos, conocido como el HTC Evo 4G.⁹
- En julio de 2010, MTS implementa LTE en Tashkent.¹⁰
- En agosto de 2010 en Letonia la empresa LMT inaugura la red LTE 4G a modo de prueba en el 50% de su territorio.^[cita requerida]
- En diciembre de 2010, en el Seminario Mundial de Radiocomunicaciones, ITU establece que LTE y WiMax, así como otras tecnologías evolucionadas del 3G pueden ser consideradas 4G.^[cita requerida]
- En diciembre de 2010, VivaCell-MTS lanza en Armenia un test comercial 4G/LTE.¹¹
- El 6 de abril de 2011, Entel lanza la tecnología 4G LTE para Bolivia.¹²
- En noviembre de 2011, la empresa ANTEL de Uruguay anuncia que la tecnología 4G LTE estará por primera vez en Uruguay, más precisamente en Punta del Este a partir

de la primera quincena de diciembre de 2011, siendo así el primer país del continente con tecnologías de cuarta generación (ya se ofrecían servicios HSPA+ desde hacía un tiempo).¹³

- En noviembre de 2011, Movistar Venezuela anuncia pruebas 4G LTE en el Edo. Aragua con una duración de 3 meses, cumpliendo con el periodo aprobado por el regulador estatal (Conatel).¹⁴
- En 2011, la empresa UNE EPM Telecomunicaciones anuncia el lanzamiento de la tecnología 4G/LTE en Colombia para el primer trimestre del año 2012 en la banda de 2,5 GHz, siendo así la segunda compañía en Latinoamérica en contar con dicha tecnología después de Uruguay, aunque de por sí ya venía trabajando tecnología 4G bajo la tecnología WiMax.¹⁵
- En diciembre de 2011, en Guatemala, las compañías Claro Guatemala subsidiaria de América Móvil y Movistar Guatemala subsidiaria de Telefónica, anuncian el lanzamiento de sus redes 4G disponible inicialmente en la Ciudad de Guatemala con una velocidad máxima real de 5 Mbit/s y en el departamento de Guatemala con una velocidad máxima de 8 Mbit/s respectivamente, aptas para navegación por módem inalámbrico y telefonía móvil. En los primeros días de enero de 2012, TIGO Guatemala subsidiaria de Millicom anuncia el lanzamiento de la tecnología con una velocidad máxima de 8 Mbit/s, con cobertura sobre el departamento de Guatemala. En el primer semestre de 2012 pretenden extender el servicio a todo el país.^[cita requerida]
- En diciembre de 2011, se abre una licitación pública para ofrecer servicios 4G en Chile. Participan 3 operadores móviles y 24 OMV (operadores móviles virtuales). El operador Claro interpone acciones legales para defender supuestos derechos preferentes en la licitación, y el proceso retrasa la implementación efectiva de 4G en Chile hasta finales de 2012.^[cita requerida]
- El 24 de enero de 2012, Tigo Honduras lanza la tecnología 4G en las principales ciudades del país (Tegucigalpa, San Pedro Sula y La Ceiba), prometiendo velocidades de hasta 5 Mbit/s de bajada y hasta 1 Mbit/s de subida.^[cita requerida]
- En abril de 2012, Digitel anuncia que empieza el desarrollo del despliegue de 4G LTE en Venezuela, realizando pruebas en LTE con ayuda de ZTE y Huawei, en la banda de 1,8 GHz.¹⁶
- Para junio de 2012 la empresa Orange anuncia la primera red 4G LTE en República Dominicana. Primero con cobertura solo en la capital, para luego extenderla en todo el territorio nacional con una inversión de US\$150MM, pero fue hasta en 2014 cuando se pudo usar realmente la red para móviles siendo los únicos modelos: Sony Xperia Z1 y Z2 lo que ha creado un gran descontento y rumores que ponen en duda la red, pero ya fue comprobada y es real.^[cita requerida]
- Para julio de 2012, Movistar realiza las segunda pruebas 4G LTE en la capital de Venezuela utilizando las frecuencias AWS (1,7 y 2,1 GHz) y la banda de 700 MHz donde LTE hasta ahora sólo se encuentra disponible en 6 países de Latinoamérica (Colombia, Puerto Rico, Brasil, Paraguay, Uruguay y México).^[cita requerida]
- En julio de 2012, la Subsecretaría de Transportes y Telecomunicaciones de Chile (Subtel), declara ganadores de licitación pública para entregar servicio 4G en Chile a las empresas Claro, Movistar y Entel. Dichas compañías tendrán un año de plazo para dejar funcionando el servicio a nivel nacional.^[cita requerida]
- En noviembre de 2012, Telcel lanza en México su red 4G LTE con velocidades de 20 Mbit/s.^[cita requerida]
- En febrero de 2013, Personal lanza su servicio LTE en Paraguay,¹⁷ así como las empresas nacionales VOX y Copaco con los módems USB y los módems router LTE con velocidades de hasta 60 Mbit/s.¹⁸
- El 30 de mayo de 2013, se anuncia públicamente la cobertura 4G en España a través de Vodafone, anunciando velocidades de hasta 150 Mbit/s.^[cita requerida]
- El 26 de junio de 2013, en Colombia el MinTic subastó 6 espectros en la red 4G, donde se originaron 2 nuevos operadores móviles (DirecTv¹⁹ ganando dos bloques de 30 MHz y 40 MHz en la banda 2500-2600 MHz, y Avantel ganando un bloque de 30

MHz en la banda AWS) y con los operadores actuales (Movistar ganando un bloque de 30 MHz en la banda AWS, Claro ganando un bloque en la banda de 2500-2600 MHz y el consorcio temporal Tigo-ETB que se hizo a un bloque en la banda AWS). Con esto, Colombia terminaría el año con 6 operadores móviles (Claro, Movistar, UNE-EPN, Avantel, Tigo-ETB y DirecTV), siendo el país latinoamericano con la mayor oferta de servicios móviles. En la subasta la nación recibió 770.000 millones de pesos superando, con creces, los 450.000 millones de pesos que se tenían calculados inicialmente.²⁰

- El 27 de junio de 2013, Claro Chile lanza su servicio 4G LTE en Chile. ^[cita requerida]
- El 22 de julio de 2013, Telefónica Móviles y Americatel Perú obtuvieron la licitación de las frecuencias 4G LTE bajo la banda 4 (AWS) de 1700 MHz y 2100 MHz las cuales se concesionaron como frecuencias conjuntas (1700 MHz de subida y 2100 MHz de bajada). Telefónica obtuvo el bloque A (1710 MHz - 1730 MHz y 2110 MHz - 2130 MHz) y Americatel el bloque B (1730 - 1750 y 2130 - 2150). Telefónica ofrece el servicio de 4G desde enero de 2014 con una velocidad de 20 Mbps; en el caso de Americatel (a través de Nextel del Perú) ambas filiales de Entel Chile, ofrecería el servicio de 4G a finales de 2014. El 18 de mayo de 2014, Claro Perú (filial de América Móvil) comenzó a ofrecer el servicio 4G usando la frecuencia de 1900 MHz PCS (banda 12) frecuencia que le fue concesionada en 2001 a TIM Perú la cual fue comprada por América Móvil en 2005, ya que no ganó la concesión de las frecuencias de la banda 4 (AWS) y optó por usar una frecuencia la cual ya le había sido concesionada. Claro ofrece el servicio con una velocidad de 12 Mbps inicialmente en Lima. ^[cita requerida]
- El 5 de septiembre de 2013 se lanza oficialmente el servicio 4G LTE con la operadora móvil venezolana Digitel, usando la banda 3 de 1800 MHz. ^[cita requerida]
- El 27 de noviembre de 2013, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) lanza oficialmente el servicio 4G LTE en Costa Rica con la marca Kolbi Ultra 4G LTE en la banda de 2600 MHz. ^[cita requerida]
- El 3 de diciembre de 2013 se lanza oficialmente el servicio 4G LTE en Colombia con los operadores móviles Movistar y Tigo, en las 5 ciudades principales de Colombia, exceptuando Cali que empezó a ser cubierta solo por Movistar. ^[cita requerida]
- En diciembre de 2013 se oficializó el lanzamiento del servicio 4G LTE en Ecuador por parte de la operadora estatal CNT; cubriendo inicialmente las ciudades de Quito y Guayaquil.²¹
- El 13 de febrero de 2014, Claro Colombia lanza oficialmente el servicio 4G LTE, con cobertura inicial en la capital Colombiana, Bogotá. ^[cita requerida]
- El 1 de abril de 2014, Claro Costa Rica lanza oficialmente el servicio 4G LTE en la banda de 1800 MHz; convirtiéndose en la segunda compañía de Costa Rica en ofrecer esta tecnología. ^[cita requerida]
- El 13 de mayo de 2014, Argentina abre una licitación pública para la implementación de la tecnología 4G LTE, en las bandas AWS 1700-2100 MHz y 700 MHz.²²
- El 8 de julio de 2014, Claro Dominicana rectifica su compromiso con el país de mantenerlo a la más avanzada tecnología con la puesta en marcha de su red 4G LTE. Generación de tecnologías móviles con una espera de más de 2 años de preparación y una inversión de más de US\$200MM. La red alcanza velocidades de 130 mbps. ^[cita requerida]
- El 19 de agosto de 2014, se lanza oficialmente el servicio 4G de la empresa Avantel Colombia, siendo esta la quinta red LTE de Colombia en ser desplegada, cubriendo inicialmente 20 municipios y/o ciudades de Colombia.²³
- El 17 de septiembre de 2014, se lanza oficialmente el servicio 4G de la empresa DirecTV Colombia, bajo la marca DirecTV Net, siendo la sexta empresa con red LTE de Colombia, inicialmente cubriendo 13 ciudades de Colombia,²⁴ sin embargo, sus operaciones de pre-venta de su nuevo servicio empezaron aproximadamente 2 meses atrás a su anuncio oficial.²⁵

- El 7 de octubre de 2014, se lanza la red 4G LTE de la ETB en 41 municipios y/o ciudades de Colombia, convirtiéndose en la séptima empresa con red LTE en Colombia.²⁶
- En diciembre de 2014, la secretaría de comunicaciones de Argentina asignó las bandas licitadas de 3G y 4G a las empresas Personal,²⁷ Claro²⁸ y Movistar²⁹ comenzando el despliegue en varias zonas de la Capital³⁰
- El 18 de febrero de 2015, El gobierno del Ecuador suscribió contratos de concesión para servicios 4G con Claro y Movistar, sumándose a la operadora estatal CNT, que ya venía ofreciendo el servicio 4G LTE.
- El 19 de febrero de 2015, Movistar Venezuela anuncia el lanzamiento de su red 4G, inicialmente cubriendo en la ciudad de Caracas (capital) y Puerto la Cruz bajo la banda AWS (1700/2100).
- * El 7 de noviembre de 2015, WOM anuncia el lanzamiento de su red 4G, cubriendo la Región Metropolitana y la V Región de Valparaíso. Actualmente, cuenta con cobertura nacional en todo el país, bajo la banda AWS (1700/2100).

Arquitectura 4G[

La nueva generación denominada **4G**³¹ viene implementada a través de la tecnología que se conoce como **LTE** (*Long Term Evolution*). La arquitectura LTE presenta una serie de cambios de denominación, configuraciones y elementos.

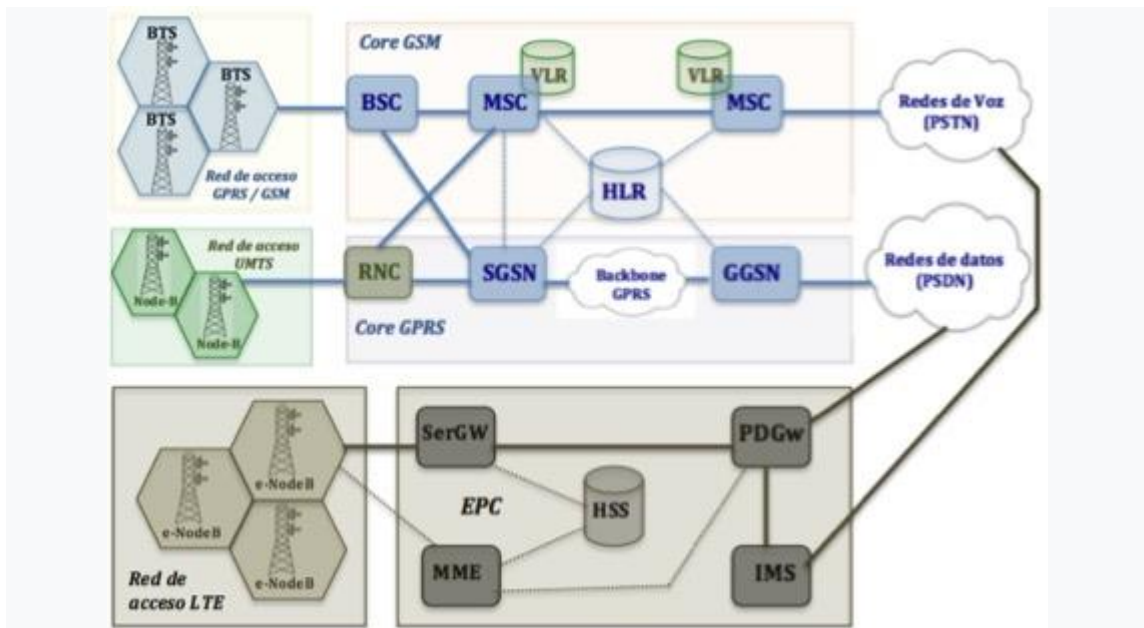


Imagen del libro "Seguridad en Redes" (A. Corletti Estrada)

Lo que debemos tener especialmente en cuenta es lo siguiente:

Como podemos ver en la parte inferior de la imagen (y en marrón), aparece un nuevo elemento denominado "**eNodeB**" en LTE y el mismo incorpora las funciones de **RNC** (*Radio Network Controller*) que ya no existe. Por otro lado como también se puede apreciar que las funciones básicas del **SGSN** y el **GGSN** (y otras más también) quedan cubiertas ahora por lo que se denomina **MME** (*Mobility Management Entity*) y **SerGW** (*Serving Gateway*). No hemos querido profundizar en mayores detalles, pues existen varios dispositivos que no hemos puesto para simplificar el concepto, pero sí hemos destacado dos componentes más que serán las piezas clave para recibir paquetes IP y diferenciar el tráfico de voz y datos, que luego deberán encaminar hacia ambas redes exteriores, pues como es natural, en la actualidad y por muchos años aún seguirán existiendo dos "mundos de dominio público", el de voz (**PSTN**) y el de datos (**PSDN**). El

responsable final de encaminar los datos será el **PDGw** (*Packet Data Gateway*), mientras que el que “convertirá” paquetes de voz en “flujos” de voz será el **IMS** (*Internet Multimedia Subsystem*) que desarrollaremos más adelante. Por último vemos que aparece el **HSS** (*Home Subscriber Server*) que hereda las funciones del HLR, este almacena y gestiona el perfil del servicio IMS del abonado, guarda las claves de seguridad y genera vectores de autenticación, registra el estado de los abonados y almacena el nodo con el que el abonado se ha registrado, etc.

Lo que debemos destacar es que en un único dispositivo se incorporan funcionalidades que implican un hardware y software para optimizar el rendimiento de la interfaz radio. Este nuevo diseño es tal vez el aspecto más **IMPORTANTE** 🟢 de LTE, pues desde aquí ya se ingresa a la red con protocolo IP, permitiendo que sea una arquitectura “**all IP**” de extremo a extremo, a una velocidad de subida y bajada nunca antes alcanzada.

El eNodeB lleva incorporada la antena y la inteligencia que antes controlaba la RNC (que ahora no existe más) por lo tanto en la mayoría de los casos quedará fuera del dominio de seguridad físico de la operadora, es decir en edificios, locales, áreas rurales o desatendidas, azoteas, túneles, puentes, etc. Es aquí donde se presenta un nuevo desafío de seguridad pues toda esta labor que realiza, implica desarrollos de software a los cuáles se puede acceder por protocolo IP y a su vez este dispositivo para poder ser configurado, posee interfaces físicas de acceso a las cuáles cualquiera también podría potencialmente tener acceso.

Por tratarse LTE de una tecnología en plena fase de despliegue en todo el mundo, a continuación abordaremos el tema de la seguridad de la misma con mayor grado de detalle que las anteriores, pues como se verá están surgiendo bastantes problemas, brechas o debilidades en sus implantaciones.

Los ataques a este nuevo elemento de radio (eNB) pueden realizarse de forma local o remota. Al obtener acceso físico al eNodeB, cualquier intruso podría interceptar, modificar o inyectar tráfico en la red. Si se presentara esta situación, sería posible todo tipo de manipulación sobre la información de usuario y señalización entre la estación base y el Serving Gateway o también entre las diferentes estaciones base.

Estos requerimientos de seguridad están especificados en la cláusula 5.3 del **TS33.401**. Como podemos ver en la imagen anterior, una estación base se conecta al **EPC** (*Evolved Packet Core*), esto lo hace a través de la interfaz que se conoce como “**S1**” y a las estaciones base adyacentes a través de la interfaz “**X2**”. La cláusula mencionada del documento anterior establece los mecanismos de confidencialidad, integridad y antiréplica a emplear en ellas que no todas las operadoras cumplen. Lo que debería ser común en todos los planos de seguridad de esta especificación es el empleo del protocolo **IPsec** en modo túnel con empleo de **ESP** (*Encapsulation Security Payload*) y también el empleo de autenticación con **IKEv2** (*Internet Key Exchange*) con certificados. La discusión está en que la norma de **3GPP** que es el organismo que más peso tiene en las regulaciones y estándares de telefonía móvil deja esta condición como “Opcional”, debido a esto es que por razones de costes en general no se está cumpliendo de forma estricta.

Esta especificación técnica, al establecer que tanto para el plano de control como para el de usuario en las interfaces S1 y X2 el modo transporte de IPsec sea opcional, se nos presentan dos problemas:

1) En la transmisión de la información:

- Administración de claves dentro de la estación base.
- La transferencia de datos cifrados (o no) en el plano de usuario entre el e-nodoB y S1/X2 no está explícitamente tratado en esta especificación.

2) En el “**Hardening**” (bastionado) del “eNodeB”: La especificación menciona el concepto de “entorno seguro” y describe algunas características, de las cuales las más **IMPORTANTES** 🟢 a destacar son:

- Arranque seguro (Integridad del SW).
- Se deja librado a los fabricantes sus sistemas operativos; particionado, formateado discos, aplicaciones, etc. Por lo tanto depende de cada uno de ellos el nivel de seguridad de sus elementos.
- No requiere evaluaciones de seguridad de SW o HW de los fabricantes.
- No requiere medidas de seguridad físicas para el eNB.
- La única especificación que menciona es el concepto de HeNB (Home eNodeB).

Utilización preferente para vídeo

El 43% de sus usuarios están utilizando “menos o ningún punto de acceso wifi público” desde que se mudaron a la tecnología 4G. Además, usan menos la conexión de banda ancha de casa. Un 26% de estos suscriptores de LTE pasan más de tres horas al día conectados. Y buena parte de este tiempo lo dedican al consumo de vídeo. Como aseguraba hace unos días el CEO de Vodafone UK, Guy Laurence, parece que “el 4G tiene finalmente una razón y es el entretenimiento”.