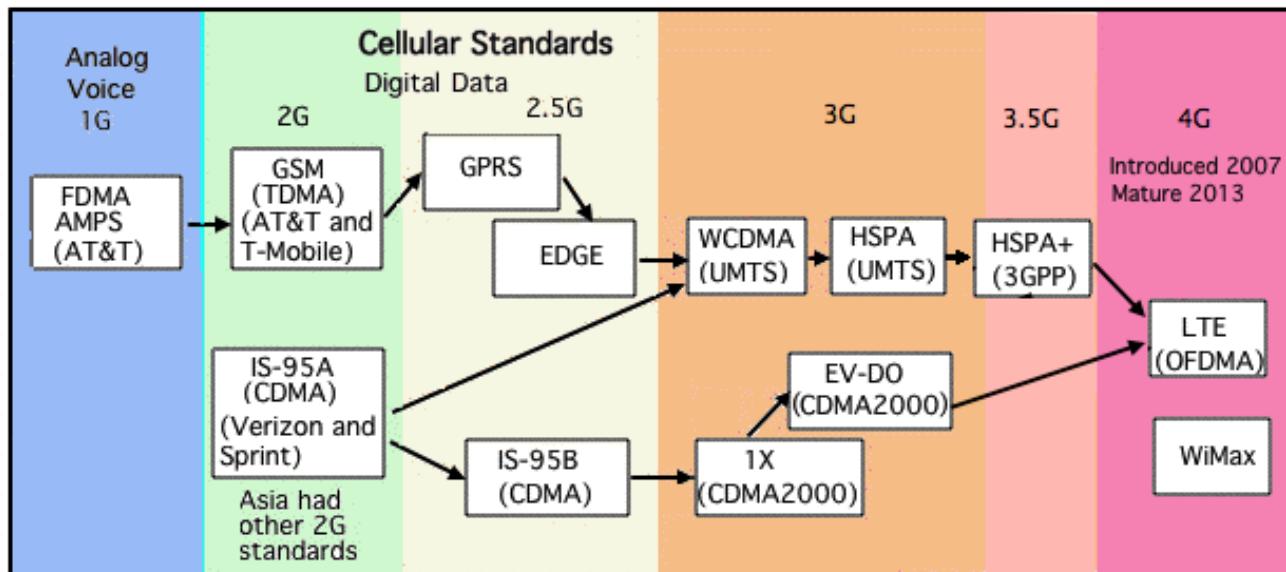


Tema 3

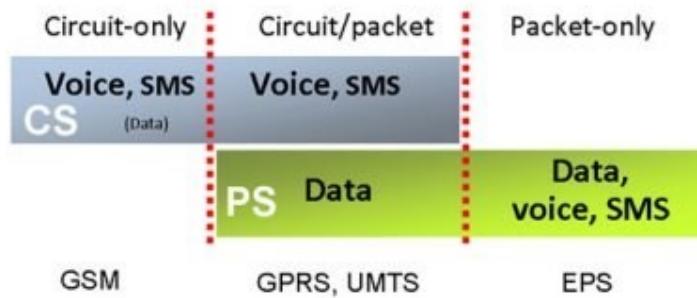
Redes Inalámbricas de Largo Alcance

LTE

Evolución de las comunicaciones móviles



Fuente: Donsnotes



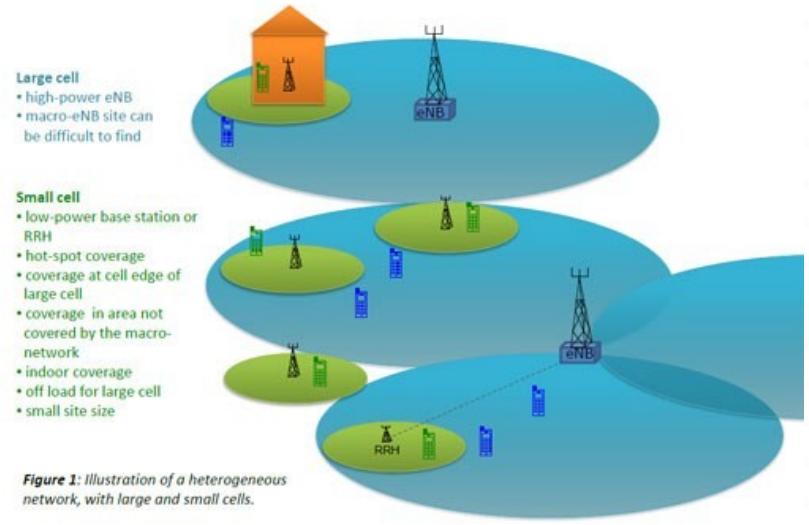


4G: tecnología LTE

- ▶ Long Term Evolution
- ▶ Tecnología especificada por la ITU en el estándar IMT-Advanced
- ▶ Velocidades de acceso mayores a los 100Mbps en movimiento y 1Gbps en reposo, calidad de servicio y seguridad
- ▶ Mejorado en el estándar LTE-Advanced (Release 10 del 3GPP)
- ▶ Diversas tecnologías responsables:
 - ▶ OFDMA: multiplexación de ondas portadoras ortogonales
 - Escalabilidad para mayor número de usuarios
 - Aumento de la eficiencia espectral
 - ▶ MIMO
 - Multiplicación de las velocidades de transferencia
 - ▶ Funcionamiento totalmente orientado a IP
 - Arquitectura simplificada y escalable
 - Menores costes de despliegue
 - Reducción de la latencia

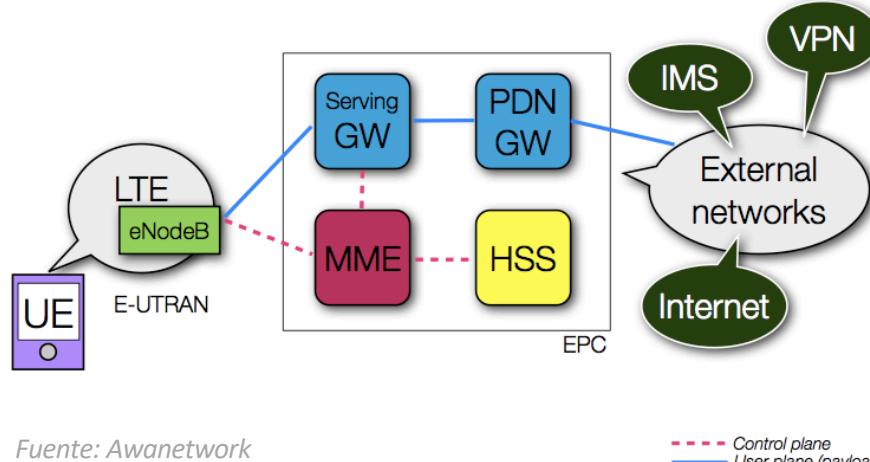
HetNet/Small cells

- ▶ Solución para abordar la creciente demanda de tráfico
- ▶ Pueden ser instaladas en sitios estratégicos para incrementar la capacidad o la cobertura
- ▶ Se clasifican en atendiendo a su radio de cobertura
 - ▶ Microcell
 - ▶ Picocell
 - ▶ Femtocell
- ▶ El resultado es una red heterogénea con macro celdas en combinación con Small cells



Arquitectura LTE

- ▶ El Evolved Packet System (**EPS**) está compuesto por :
 - ▶ Evolved Packet Core (**EPC**)
 - ▶ Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)
 - ▶ Mecanismo de control y gestión de los recursos del sistema de acceso radio
 - ▶ Arquitectura simplificada y plana



Elementos del núcleo de red (1/2)

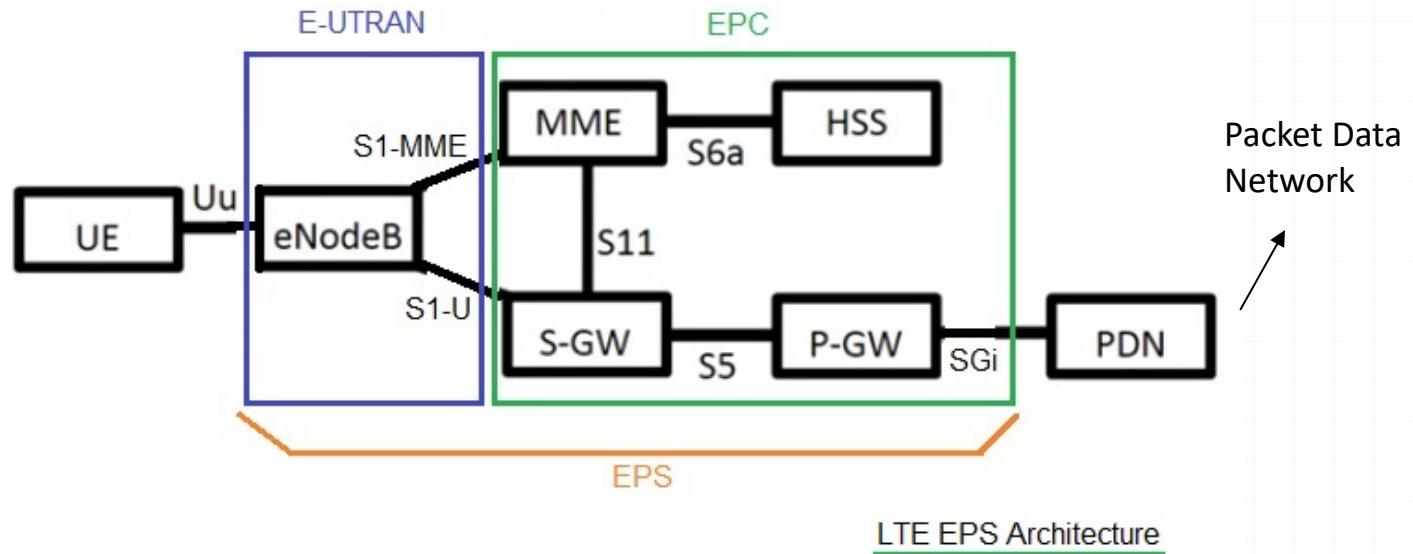
- ▶ **Packet Data Network Gateway (P-GW)**
 - ▶ Asignación de direcciones IP a los UE (equipamiento del usuario)
 - ▶ Interconexión con otras redes externas
 - ▶ Control de políticas y QoS
 - ▶ Filtrado de paquetes
- ▶ **Serving Gateway (S-GW)**
 - ▶ Encaminamiento de paquetes del usuario/hacia el usuario
 - ▶ Interconexión entre el acceso a radio (estaciones) y el EPC
 - ▶ Gestión del handover entre LTE y otras redes 3G
 - ▶ Recopilación de información para facturación

Normalmente combinadas en el mismo componente de red

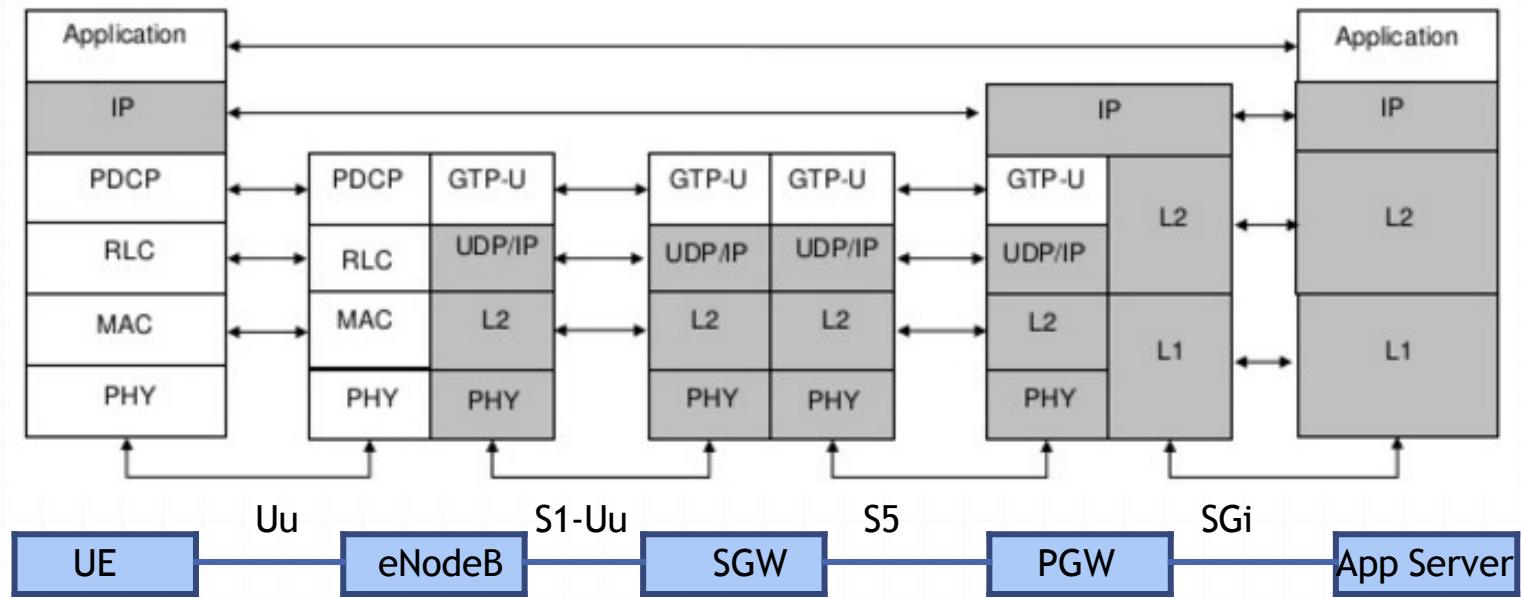
Elementos del núcleo de red (2/2)

- ▶ **MME (Mobility Management Entity)**
 - ▶ Autenticación del usuario
 - ▶ Gestión de la localización
 - ▶ Roaming
 - ▶ Procedimientos de **handover** entre eNodeBs
 - ▶ Procesado y control de la información de señalización de movilidad/seuridad intercambiada entre el UE y el EPC
- ▶ **HSS (Home subscriber server)**
 - ▶ Base de datos que contiene la información de suscripción de los usuarios

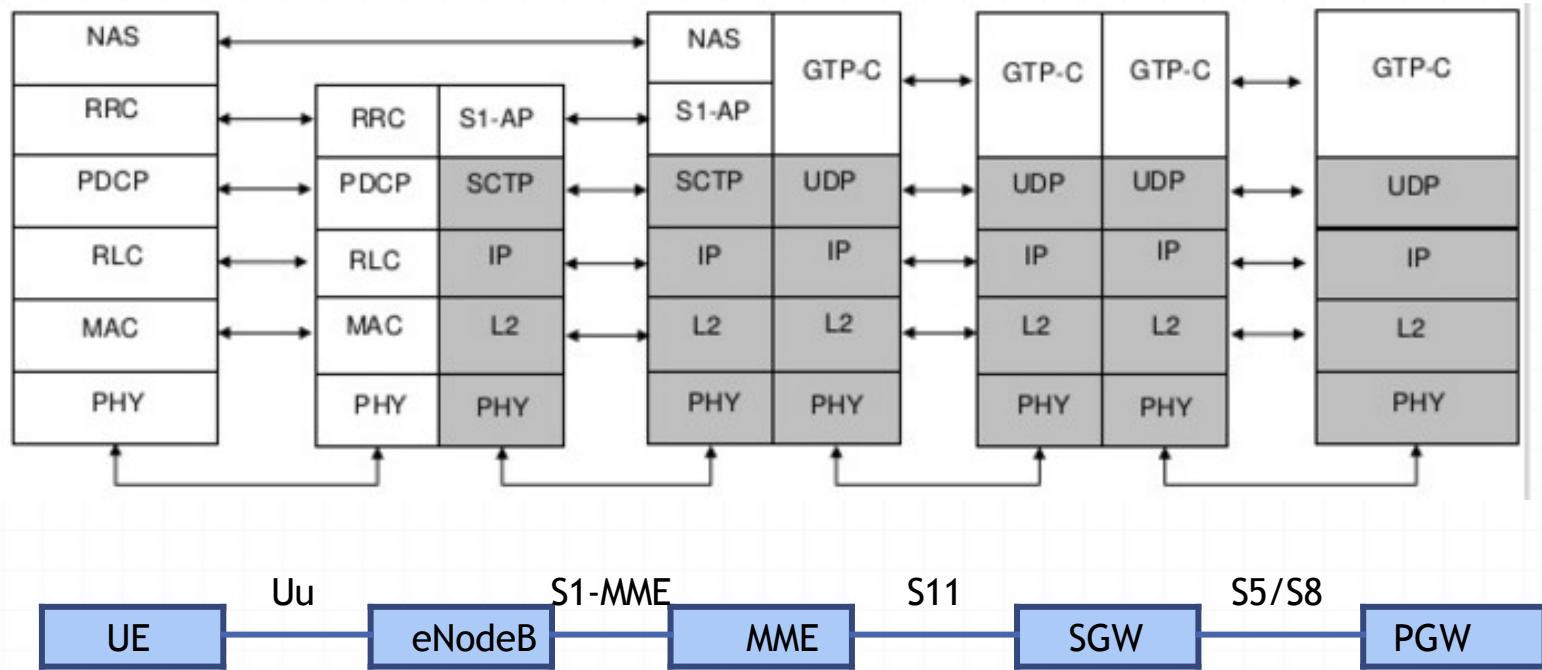
Elementos y protocolos del EPS



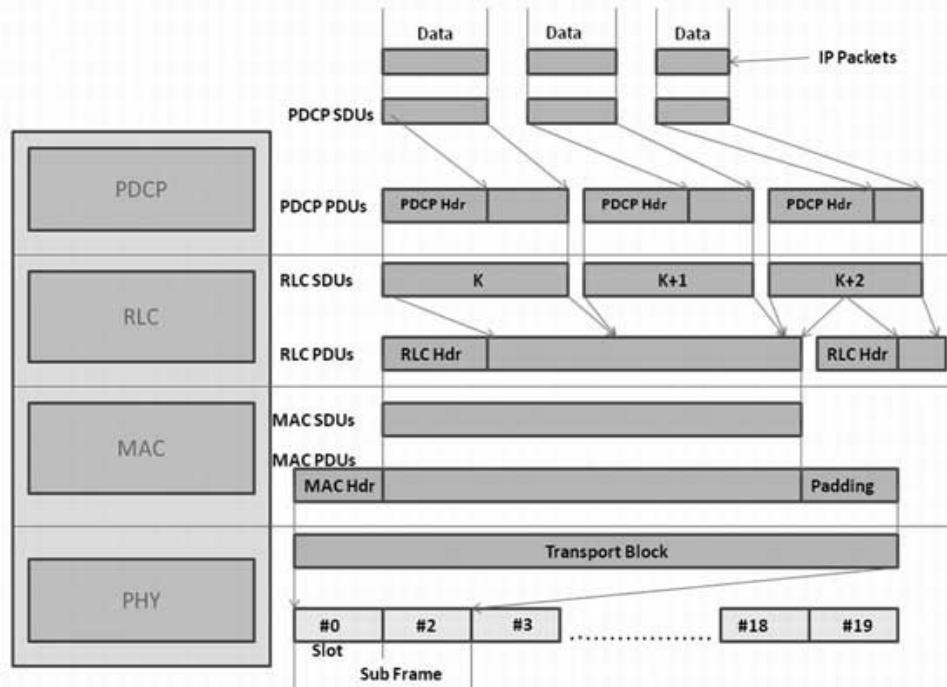
Pila de protocolos del plano de usuario (datos)



Pila de protocolos del plano de control

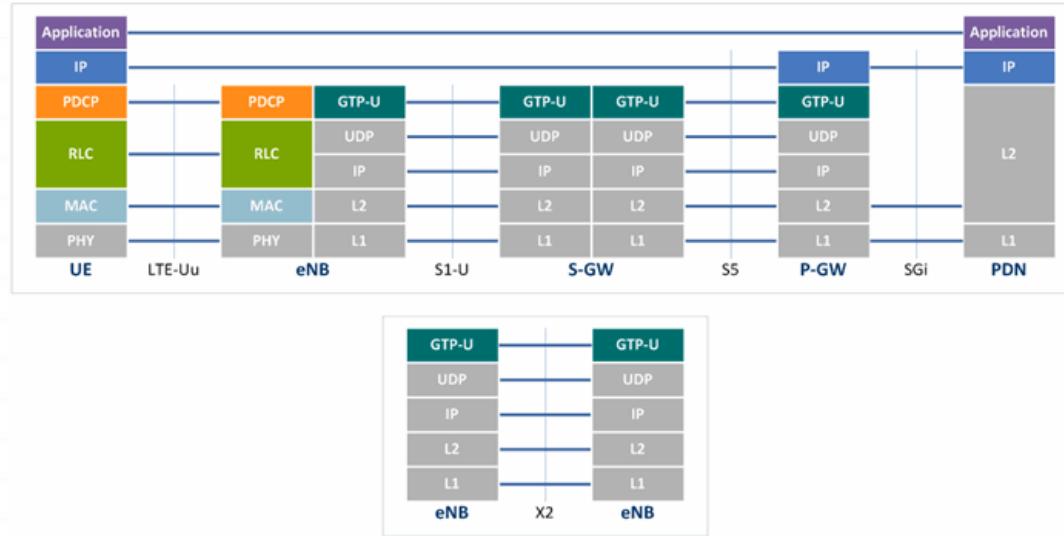


Encapsulamiento en el UA



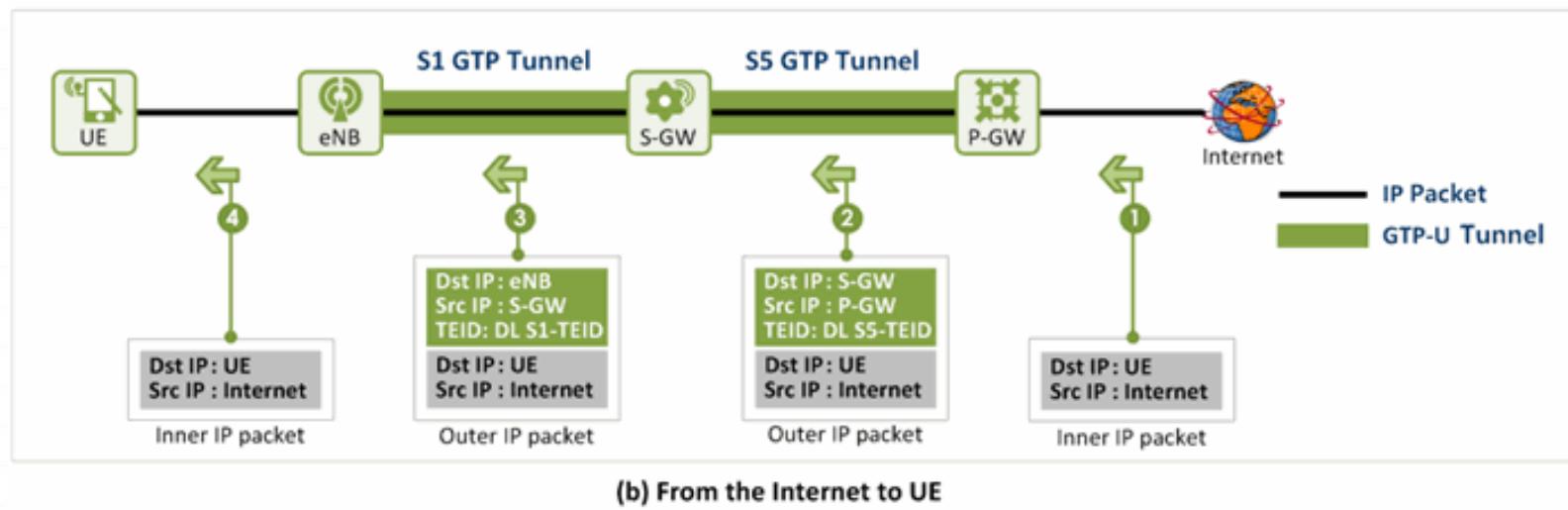
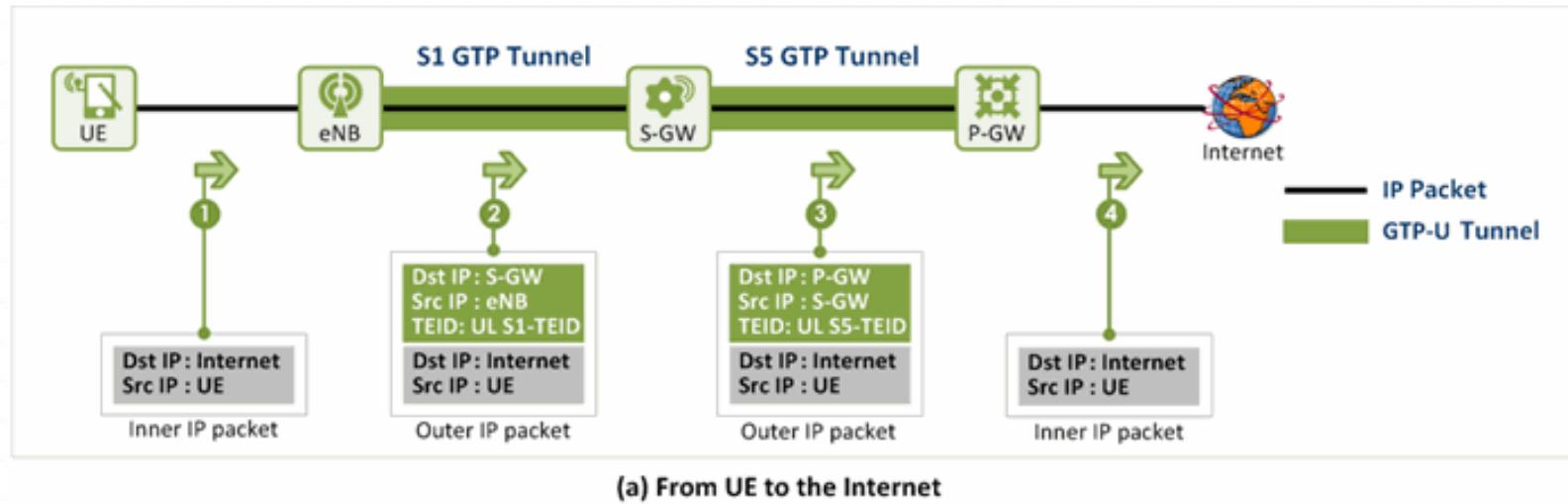
- ▶ **PDCP - Packet Data Convergence Protocol:**
 - ▶ Soporte para protocolos de capas superiores
 - ▶ Cifrado y compresión de datos
- ▶ **RLC - Radio Link Control:** protocolo por encima de MAC en LTE/UMTS
 - ▶ Segmentación/reensamblado
 - ▶ Corrección de errores
- ▶ **Capa MAC (Medium Access Control):**
 - ▶ Conectada a RLC por canales lógicos
 - ▶ Conectada al nivel físico por canales de transporte
 - ▶ Multiplexación entre canales lógicos (capas superiores) y canales de transporte
 - ▶ QoS y priorización de canales lógicos

Encapsulamiento plano de usuario



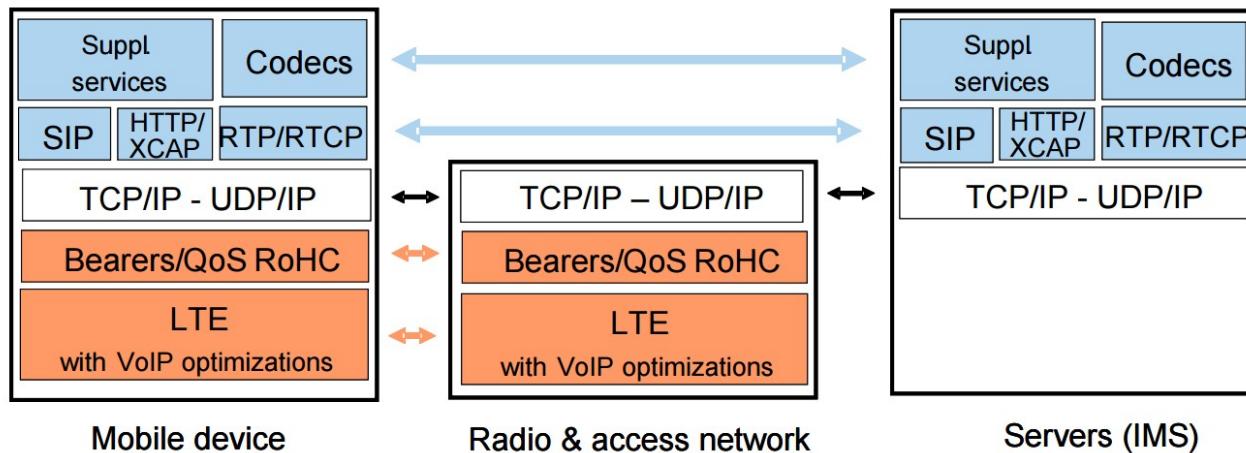
Interfaz	Protocolo	Descripción
LTE-Uu	E-UTRA	Interfaz entre un UE y un eNB. Por el LTE-Uu el usuario envía sus paquetes IP.
S1-U	GTP-U	Interfaz entre un eNB y un S-GW (GPRS Tunneling Protocol)
S5	GTP-U	Interfaz entre un S-GW y un P-GW para el plano de usuario.
SGi	IP	Interfaz entre el P-GW y una PDN.
X2	GTP-U	Interfaz entre eNBs. Para el plano de usuario se utiliza en los handovers entre eNBs para transferir los paquetes de usuario pendientes.

Encapsulamiento plano de usuario



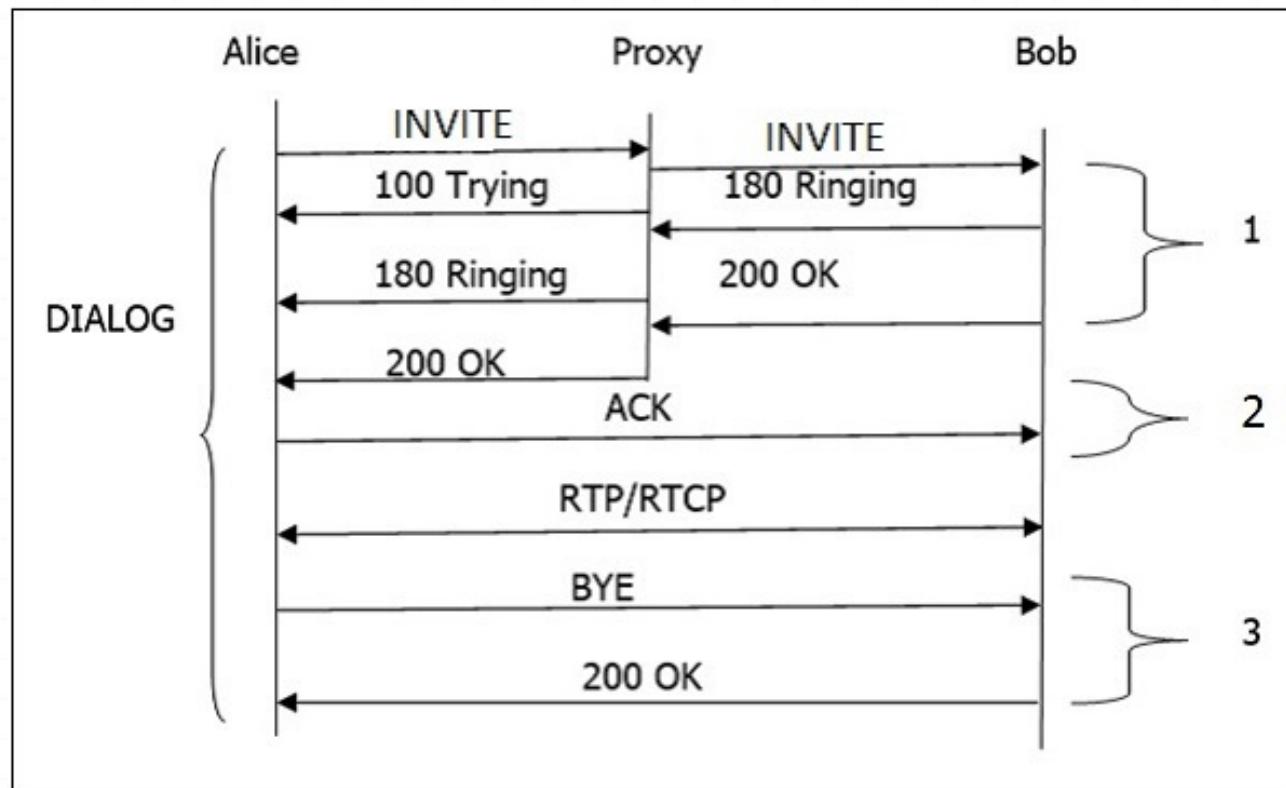
Voice over IP (VoLTE / IR.92)

- ▶ Especificación para la provisión del servicio de llamadas de voz en redes LTE por la GSMA (asociación de GSM, compuesta por operadores y compañías).
 - ▶ Basado en el uso de IMS (IP Multimedia Subsystem)
 - ▶ Especificación de la arquitectura de red para servicios multimedia de nueva generación a través de IP
 - ▶ Uno de los protocolos VoIP más utilizados es SIP (Session Initiation Protocol)
 - ▶ Modelo cliente-servidor (un servidor registra/direcciona)



SIP: Session Initiation Protocol

- ▶ Especificado en IETF RFC 3261 para establecimiento y gestión de sesiones multimedia a través de redes IP



Categorías de UEs

Category	1	2	3	4	5
Peak rate Mbps	DL	10	50	100	150
	UL	5	25	50	75
Capability for physical functionalities					
RF bandwidth		20MHz			
Modulation	DL	QPSK, 16QAM, 64QAM			
	UL	QPSK, 16QAM			QPSK, 16QAM, 64QAM
Multi-antenna					
2 Rx diversity		Assumed in performance requirements.			
2x2 MIMO		Not supported	Mandatory		
4x4 MIMO		Not supported			Mandatory

<http://www.3gpp.org/keywords-acronyms/1612-ue-category>

Categorías UE

		Xiaomi Mi A2 (Mi 6X)	Apple iPhone 6s
			
		REVIEW SPECIFICATIONS READ OPINIONS PICTURES 360° VIEW	REVIEW SPECIFICATIONS READ OPINIONS PICTURES 360° VIEW
FULL OR DIFFERENCES		<i>Change compare mode</i>	ALL VERSIONS
NETWORK	Technology	GSM / CDMA / HSPA / LTE	GSM / CDMA / HSPA / EVDO / LTE
	2G bands	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 - SIM 1 & SIM 2	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900
	3G Network	CDMA 800 & TD-SCDMA - China	CDMA 800 / 1700 / 1900 / 2100
		HSDPA 850 / 900 / 1700(AWS) / 1900 / 2100 - Global	HSDPA 850 / 900 / 1700 / 1900 / 2100
		HSDPA 850 / 900 / 1900 / 2100 - China	CDMA2000 1xEV-DO
	4G Network	LTE band 1(2100), 2(1900), 3(1800), 4(1700/2100), 5(850), 7(2600), 8(900), 20(800), 38(2600), 40(2300) - Global	LTE band 1(2100), 2(1900), 3(1800), 4(1700/2100), 5(850), 7(2600), 8(900), 12(700), 13(700), 17(700), 18(800), 19(800), 20(800), 25(1900), 26(850), 28(700), 29(700) - A1688
		LTE band 1(2100), 3(1800), 5(850), 7(2600), 8(900), 34(2000), 38(2600), 39(1900), 40(2300), 41(2500) - China	LTE band 1(2100), 2(1900), 3(1800), 4(1700/2100), 5(850), 7(2600), 8(900), 12(700), 13(700), 17(700), 18(800), 19(800), 20(800), 25(1900), 26(850), 28(700), 29(700), 30(2300), 38(2600), 39(1900), 40(2300), 41(2500) - A1687
Speed		HSPA 42.2/5.76 Mbps, LTE-A (3CA) Cat12 600/150 Mbps	HSPA 42.2/5.76 Mbps, LTE-A (2CA) Cat6 300/50 Mbps, EV-DO Rev.A 3.1 Mbps
GPRS		Yes	Yes
EDGE		Yes	Yes

WLAN vs LTE

- ▶ Diseñado para trabajar en bandas de espectro liberadas
- ▶ Protocolos no optimizados (las cabeceras y los tiempos de contención introducen una alta sobrecarga)
- ▶ Protocolo sencillo, fácil de implementar
- ▶ Diseñado para trabajar en espectro compartido
 - ▶ Protocolos robustos frente a interferencias
- ▶ Diseñado para trabajar en espectro licenciado
- ▶ Protocolos diseñados para maximizar la utilización del espectro
- ▶ Cada celda y Hz es utilizado para transportar la máxima cantidad de datos
- ▶ Protocolos complejos y optimizados
- ▶ Mala tolerancia a interferencias
- ▶ Requiere una planificación de red

WLAN vs LTE

- ▶ Los puntos de acceso y las estaciones son muy similares
 - ▶ Los puntos de acceso introducen software adicional
 - ▶ Las modulaciones en son las mismas
 - ▶ Potencias similares
- ▶ Los UEs y las estaciones base son muy diferentes
 - ▶ Las potencias en el uplink y en el downlink son muy distintas
 - ▶ Las modulaciones son diferentes

WLAN vs LTE

Control de acceso distribuido

- ▶ Acceso al medio basado en CSMA/CA
 - ▶ Probabilístico, basado en un mecanismo de backoff aleatorio
- ▶ Normalmente el punto de acceso no tiene privilegio sobre las estaciones
 - ▶ Excepción: PCF
- ▶ No es necesario que las funciones de red lleven a cabo una planificación de las frecuencias

Control de acceso centralizado

- ▶ Todo acceso de un cliente está planificado
- ▶ Las estaciones base tienen control absoluto sobre el funcionamiento de los dispositivos de red
- ▶ Redes adyacentes necesitan planificación de frecuencias

WLAN vs LTE

Contexto

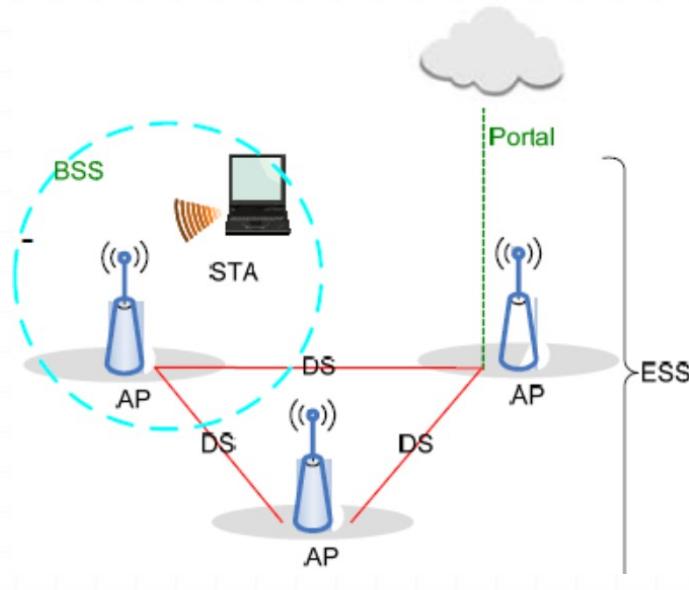
- ▶ WLAN es estandarizado por el IEEE en el proyecto 802
 - ▶ El primer estándar 802 fue Ethernet
 - ▶ Los estándares 802 se limitan a los niveles MAC y PHY
 - ▶ El proceso de estandarización se inició en los 90
 - ▶ El proceso de selección estaba basado en votaciones

Contexto

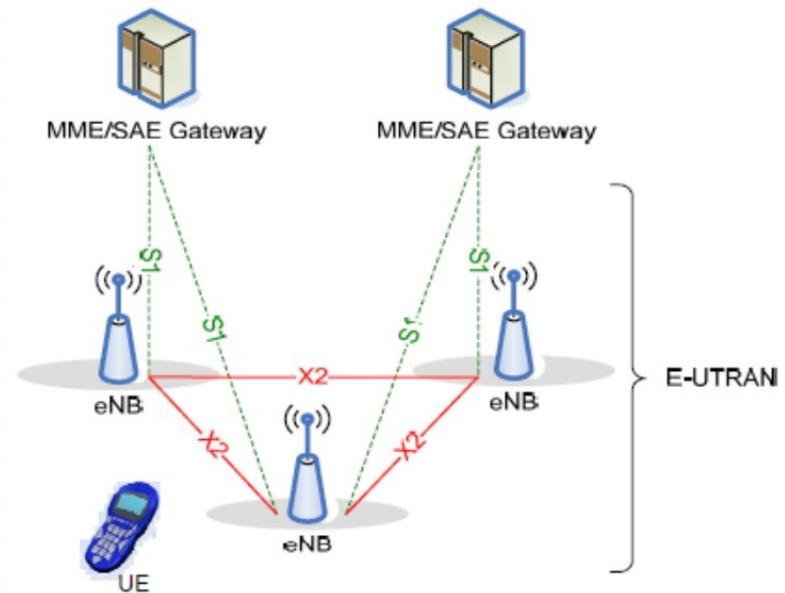
- ▶ LTE es estandarizado por el 3GPP
 - ▶ Evolución de los estándares GSM
- ▶ Los estándares 3GPP especifican los sistemas en su totalidad
- ▶ El proceso de estandarización de LTE se inició en 2004
- ▶ El proceso de selección basado en concesos

WLAN vs LTE

Arquitectura



Arquitectura



WLAN vs LTE

PHY

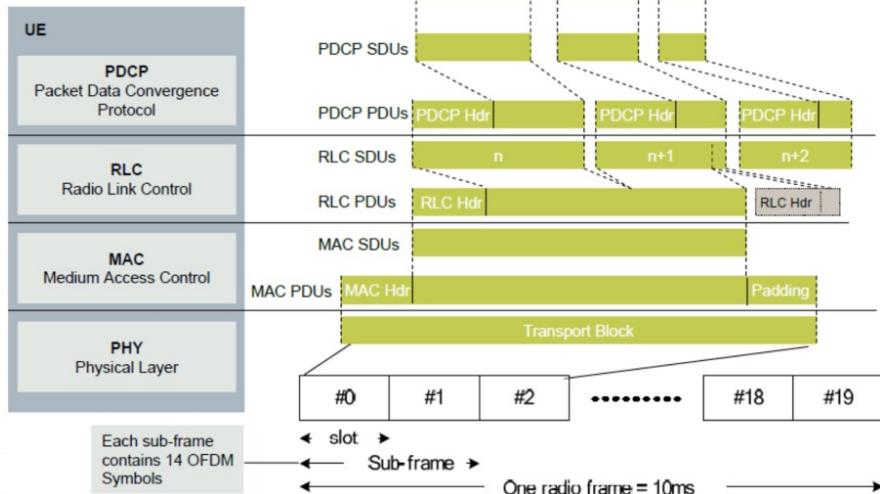
- ▶ Half-dúplex
- ▶ La capa física es orientada a paquetes. a sincronización se realiza en cada paquete
- ▶ El medio físico proporciona un único canal con una sola modulación por paquete

PHY

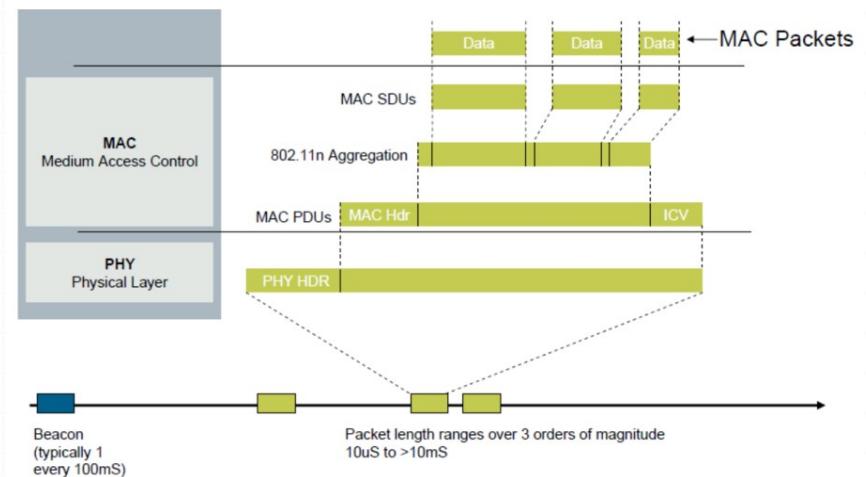
- ▶ Típicamente full-dúplex
- ▶ La capa física opera de forma continua, la sincronización está intercalada
- ▶ La capa física proporciona varios canales simultáneamente con diferentes modulaciones

WLAN vs LTE

Trama



Trama



Bibliografía

- Comunicaciones móviles, Jose María Hernando Rábanos, Editorial Universitaria Ramón Areces
- H. Holma and A. Toskala, HSDPA/HSUPA for UMTS: High Speed Radio Access for Mobile Communications. John Wiley & Sons, 2007.
- A. R. Mishra, Advanced Cellular Network Planning and Optimisation: 2G/2.5G/3G ... Evolution to 4G. John Wiley & Sons, 2006
- R. Steele, P. Gould, and C. Lee, GSM, cdmaOne and 3G Systems. John Wiley & Sons, 2000
- J. Korkonen, Introduction to 3G Mobile Communications. Artech House, 2003.
- H. Holma and A. Toskala, WCDMA for UMTS: Radio Access for Third Generation Mobile Communications. John Wiley & Sons, 2000.