



# 3G y (no)4G: una introducción para ingenieros IP

# Objetivo

**Entender que son estas tecnologías**

**Su terminología**

**Como funcionan**

**Todo desde el punto de vista del ingeniero IP**

**Para el mundo de datos**

# Dos mundos: un sólo dato

## IP

- Estandarizado por la IETF
- Abierto a todos
- “Rough consensus and running code”

## 3G/4G

- Estandarizado por la ETSI
- 3GPP: Third Generation Partnership Project
- 3GPP2: aka LTE
- Comites cerrados
- Votación de cada estándar

# 3G aka UMTS



# UMTS (Universal Mobile Communications System)

## Creado por el 3GPP Third Generation Partnership Project

- Sucesor del Global System for Mobile Communications (GSM)

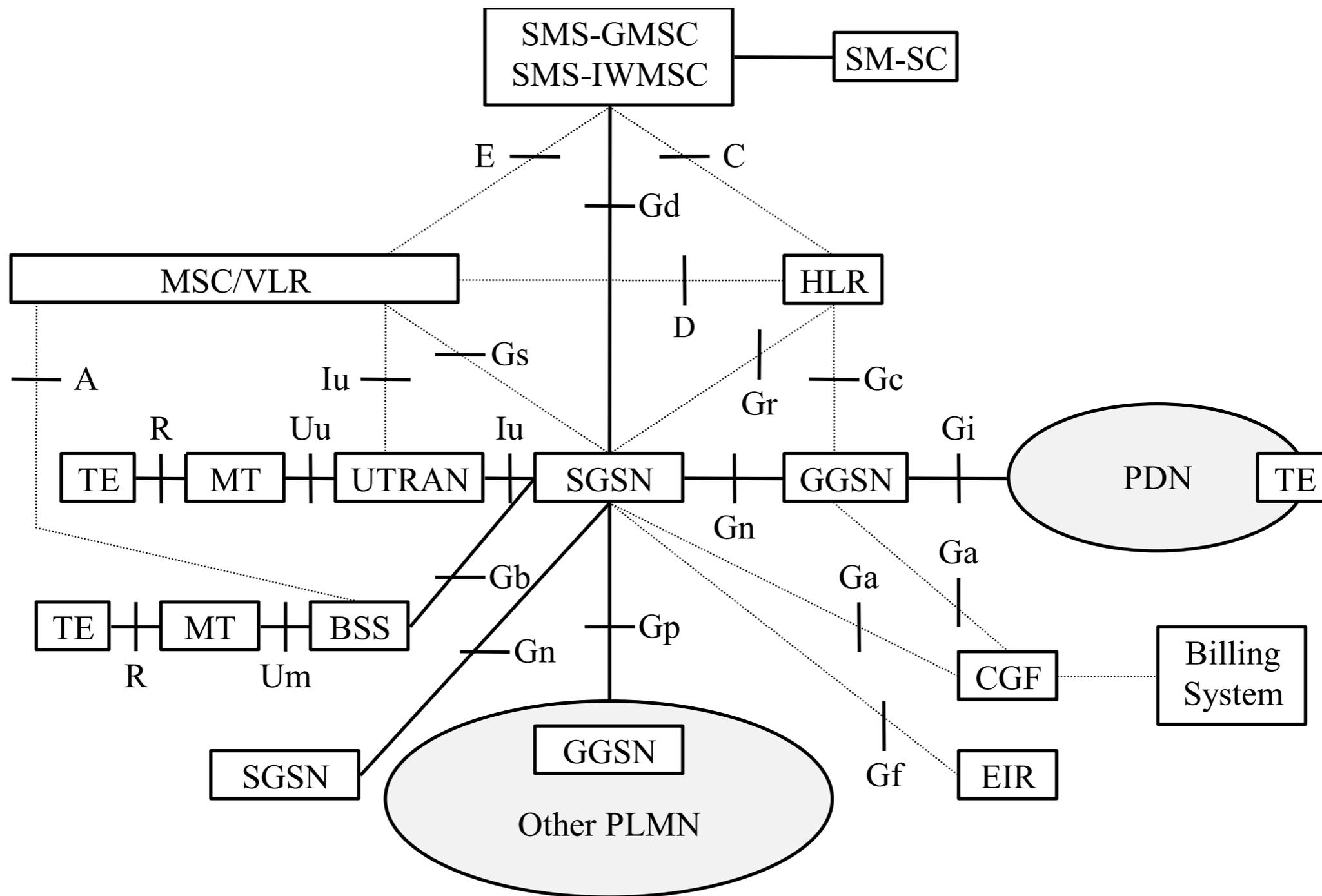
## Organizado por Releases

- Inicialmente la release era el número de año: Release 98, 99, 00
- Ahora secuencial: 8, 9, 10 (Release 12 en marzo 2013)
- Una release no invalida la anterior. LTE usa Release 8 y 9

## Velocidad

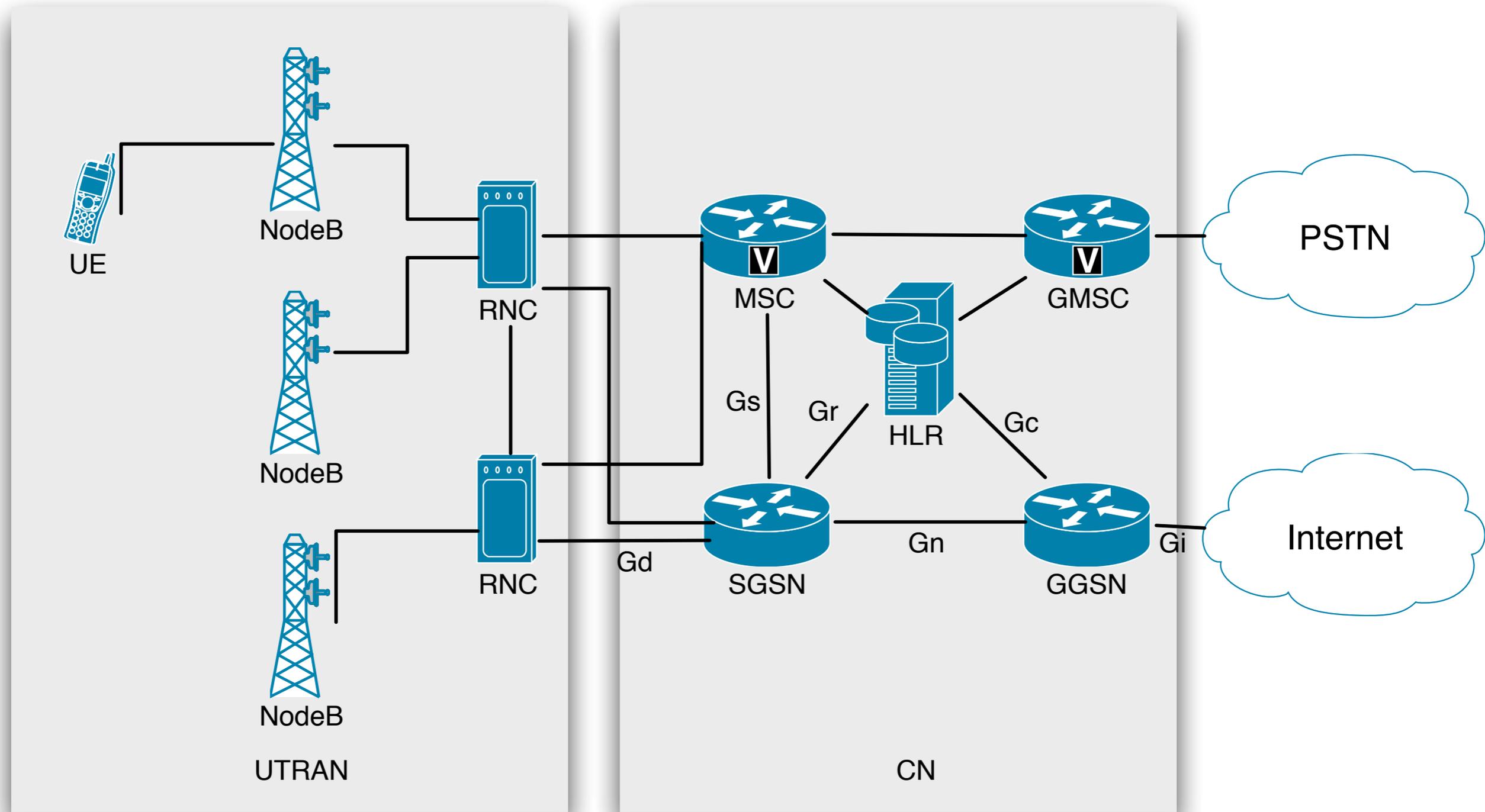
- 384 Kbps/2 Mbps hasta 7,2 Mbps (HSDPA)
- Ancho de banda fijo: 5 MHz

# Red 3G versión tapa dura



..... Signalling Interface  
 ——— Signalling and Data Transfer Interface

# Red 3G



# Node B

**La caseta debajo de las antenas**

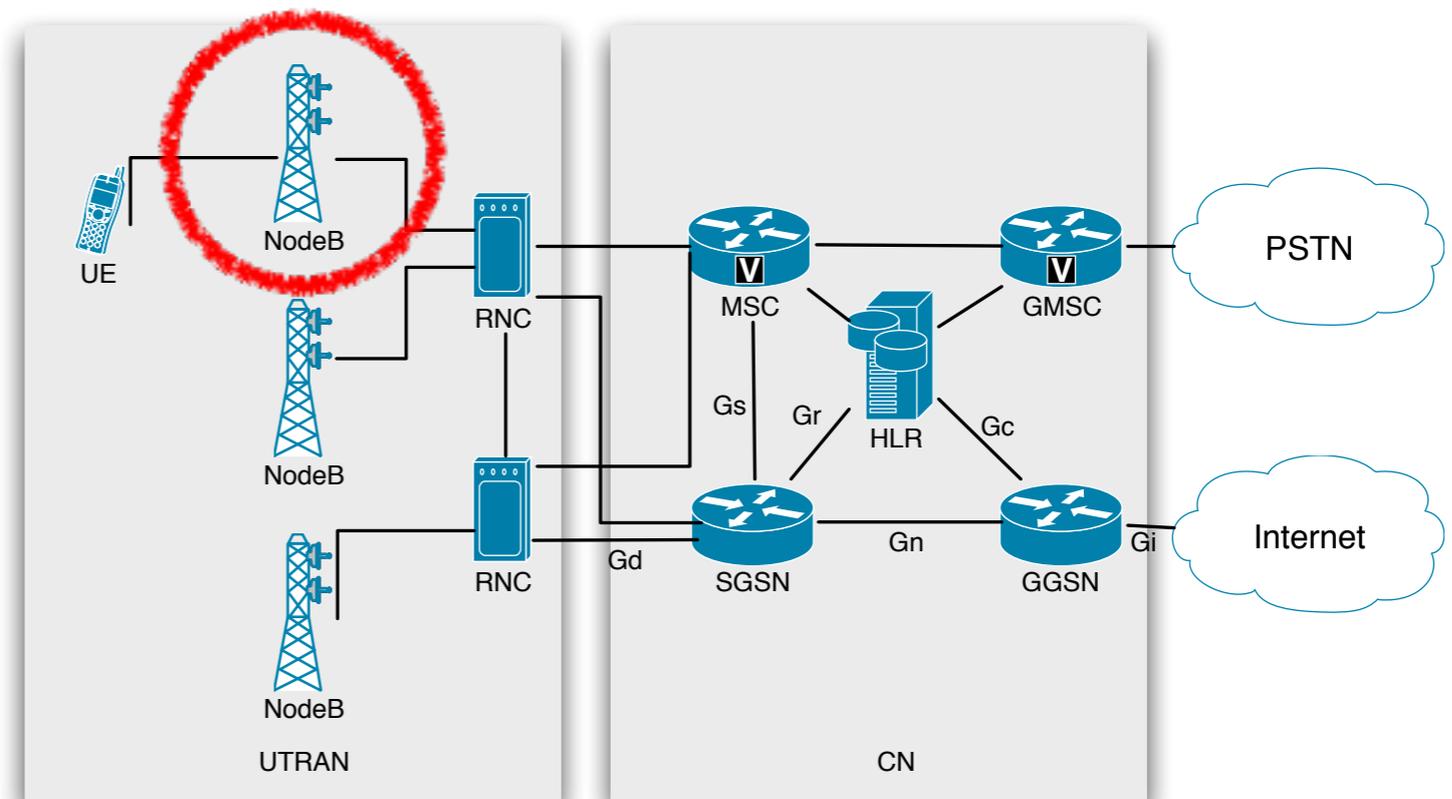
**Codificación de canales**

- WCDMA

**Ajuste de velocidad**

**Control de potencia**

**Maneja varias antenas**



# RNC

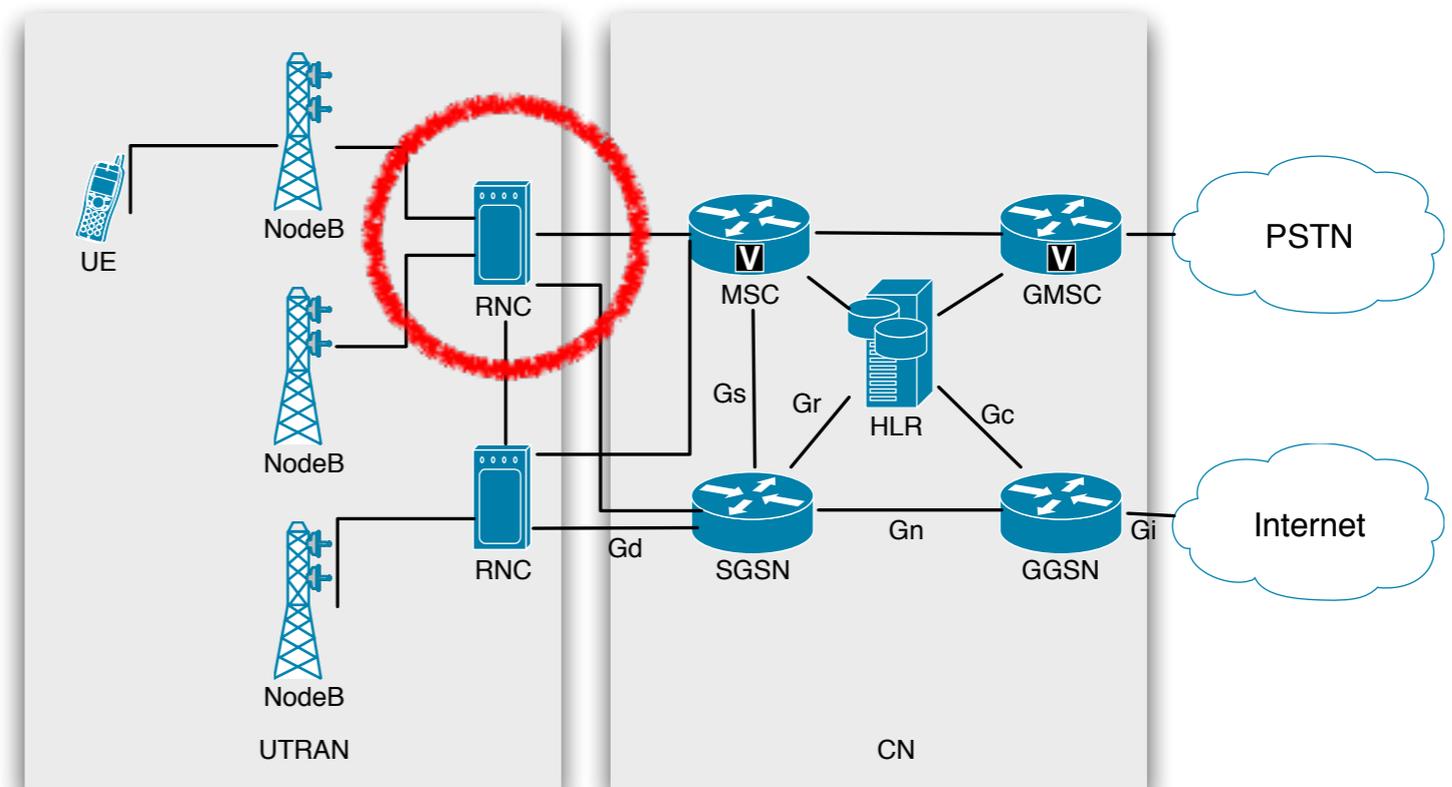
**Gestión de recursos de radio**

**Control de handover de una antena a otra**

**Control de congestión**

**Encriptación**

**Control de entrada**



# HLR

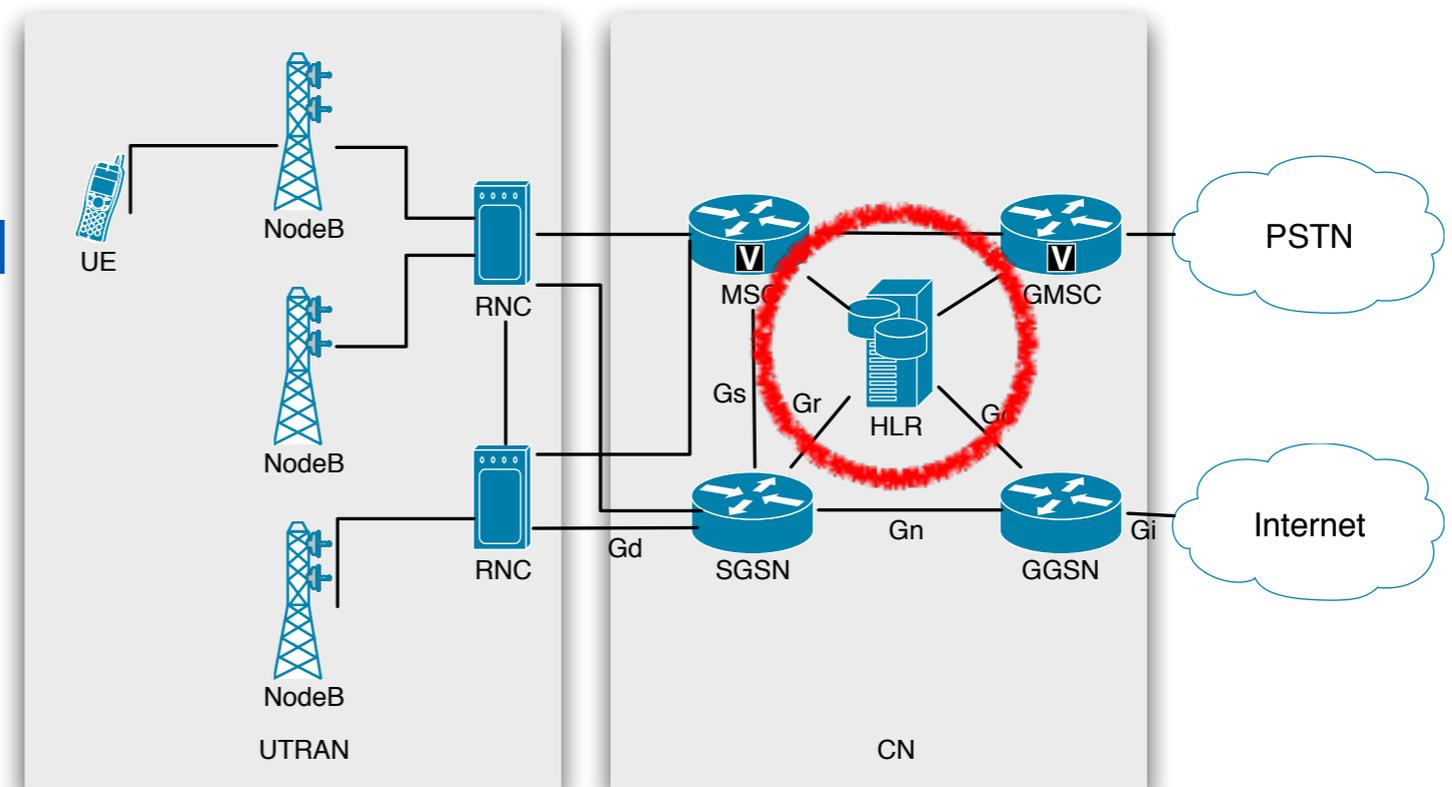
**Home Location Register**

**Base de datos de usuarios**

**Almacena sus perfiles**

**También su posición**

**Traducción de MSISDN a IMSI**



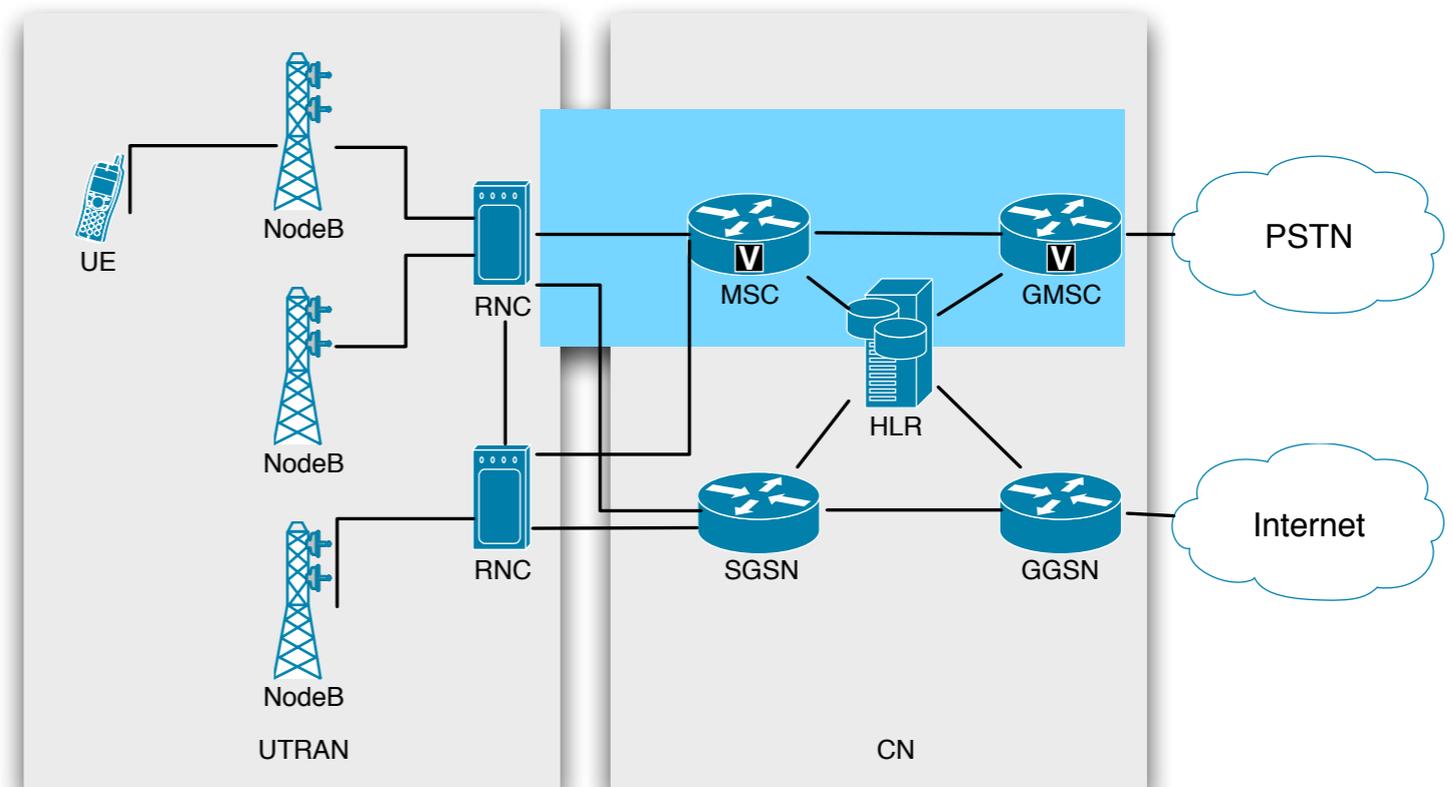
# Voz

## MSC

- Conmutación de circuitos
- VOZ

## GMSC

- Interconexión con PSTN



# Datos

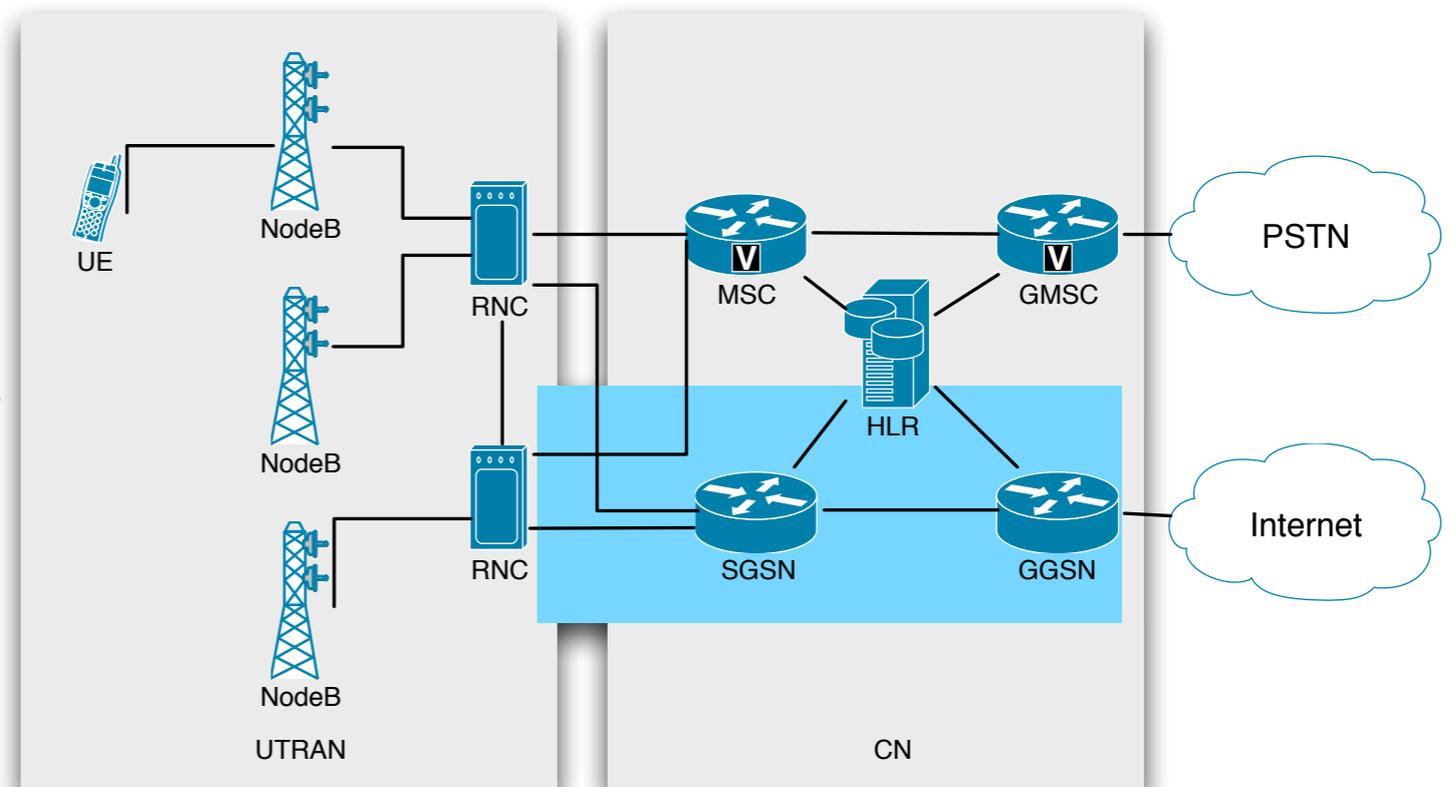
## Conmutación de paquetes

### SGSN - Serving GPRS Support Node

- Gestión de datos con UTRAN
- Gestión de movilidad de usuarios
- Autenticación
- Información de facturación

### GGSN - Gateway GPRS Support Node

- Terminación de túneles de usuario
- Asignación de red de salida
  - Internet
  - VPN
  - Filtrado



# APN

## Indica al GGSN como gestionar al usuario

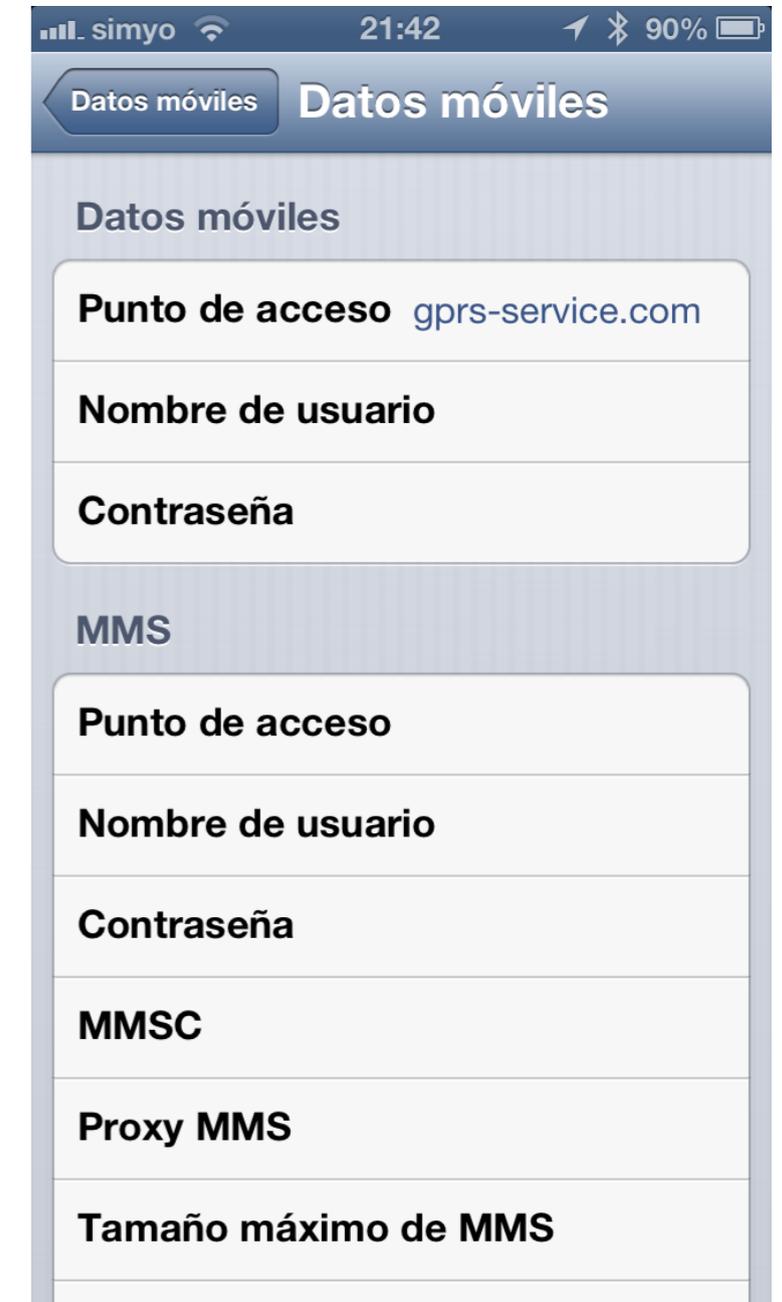
- Red de destino (Internet/VPN)
- Forma de asignación de direcciones
- QoS
- Si aplica NAT

## Mezcla de VRF y DSCP

## Un GGSN puede gestionar múltiples APNs

## Similar a nombre de host de Internet

- Significado local para el operador
- SGSN encuentra el GGSN por DNS del APN



# Contexto PDP

## **Tunel entre UE y GGSN**

- Datos en GTP-U v1
- Control en GTP-C v1

## **Múltiples contextos PDP por UE**

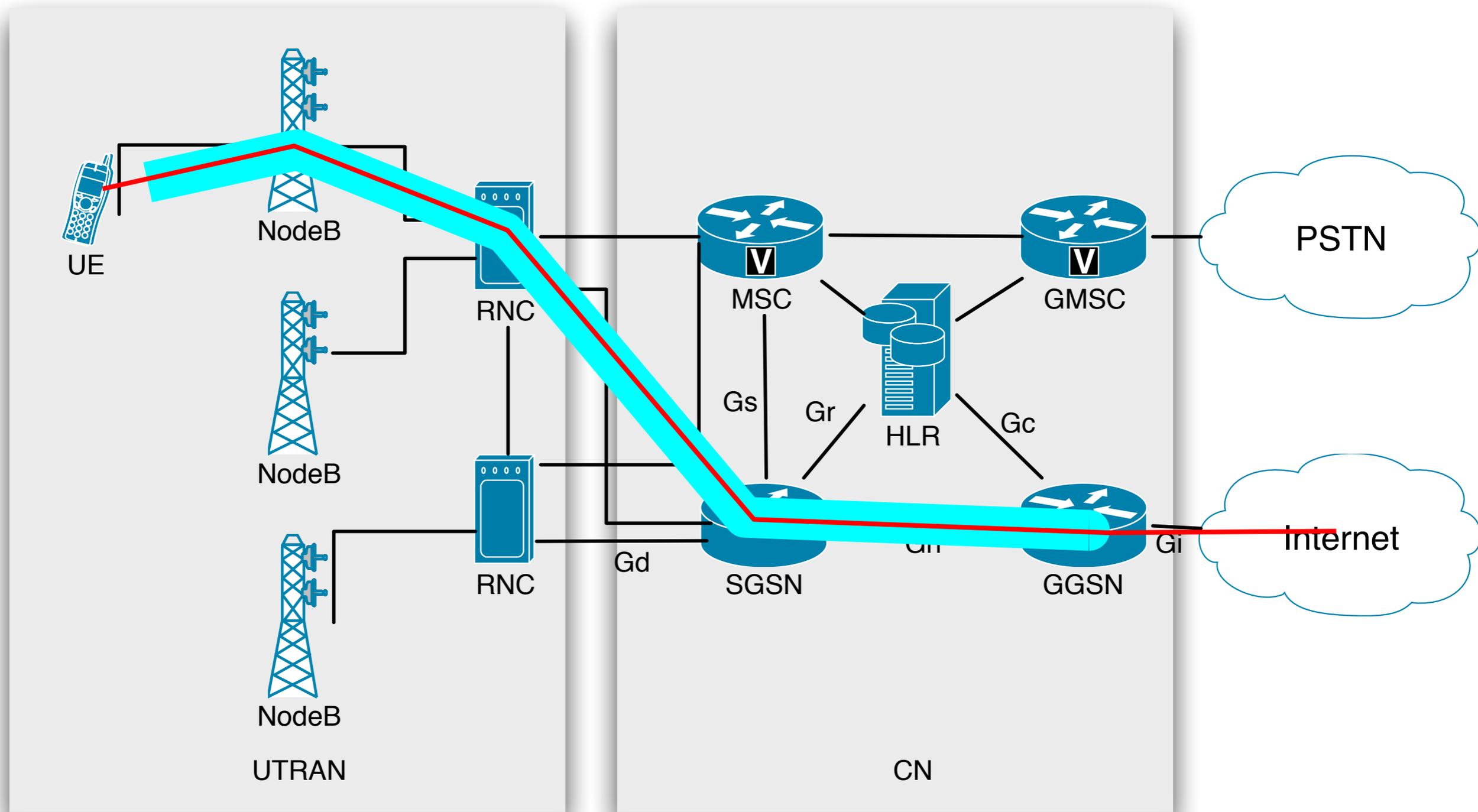
- Conexión a Internet y MMS

## **Creado bajo demanda**

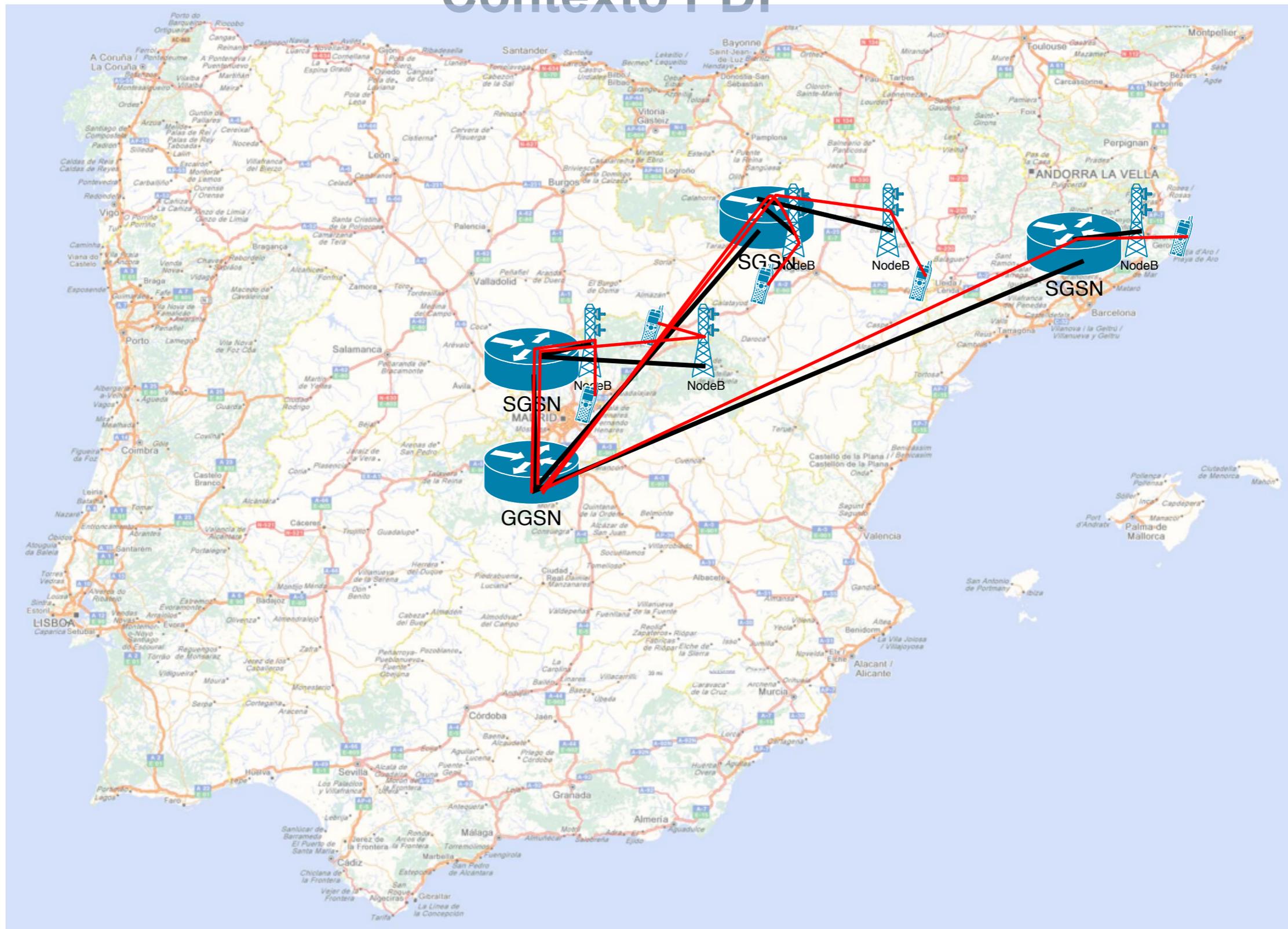
## **Permite movilidad geográfica sin cambio de IP**

- NO necesita Mobile IP

# Red 3G



# Contexto PDP



# Identificación del usuario

## MSISDN

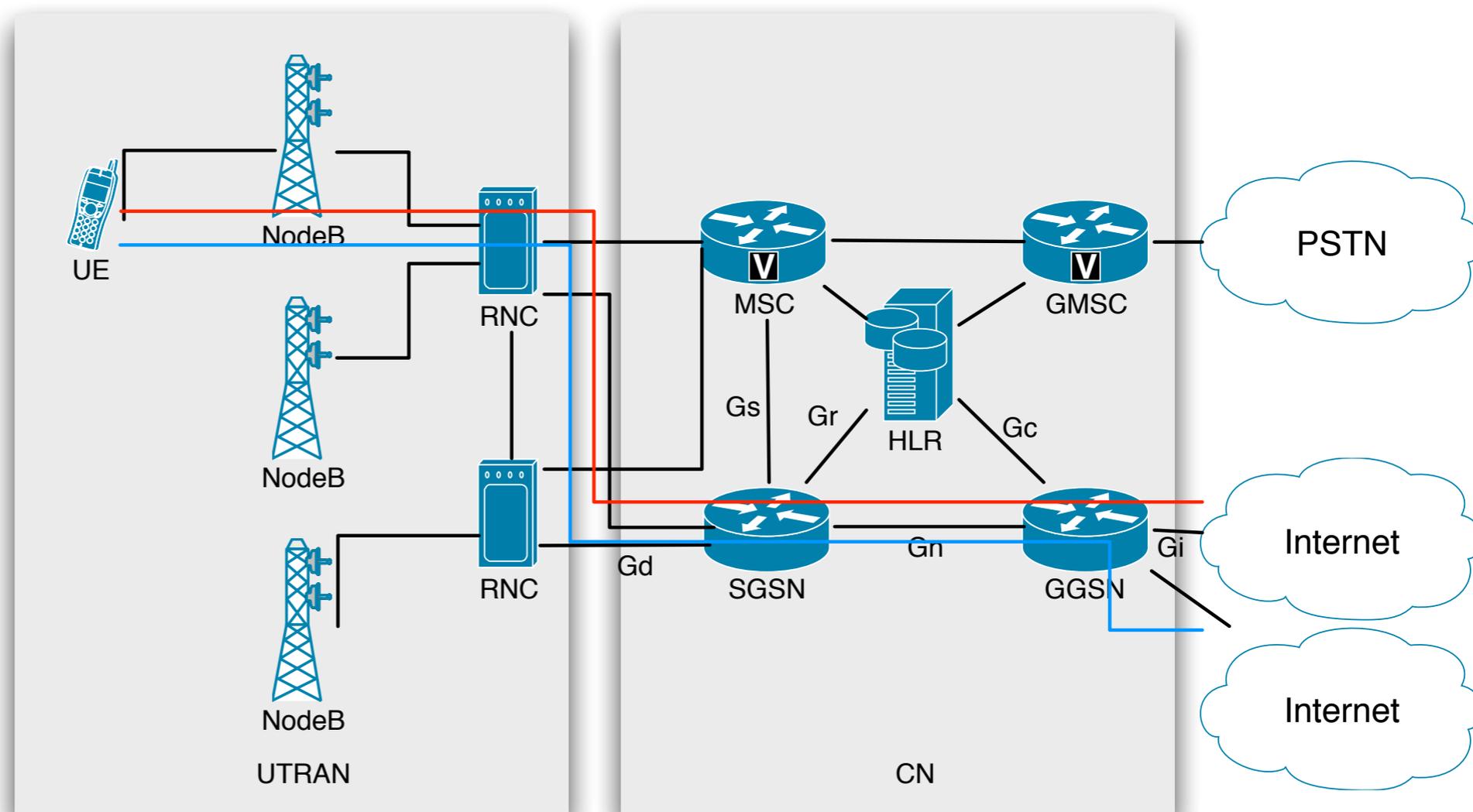
- Código del país
- Número del abonado

## IMSI

- MCC: Mobile Country Code - 214 España
- MNC: Mobile Network Code - 1 Vodafone, 3 Orange, 4 Yoigo, 5 Telefónica, Telefónica Móviles, 18 ONO, 19 Simyo
- MSIN - identificador de la UE de 9 o 10 dígitos

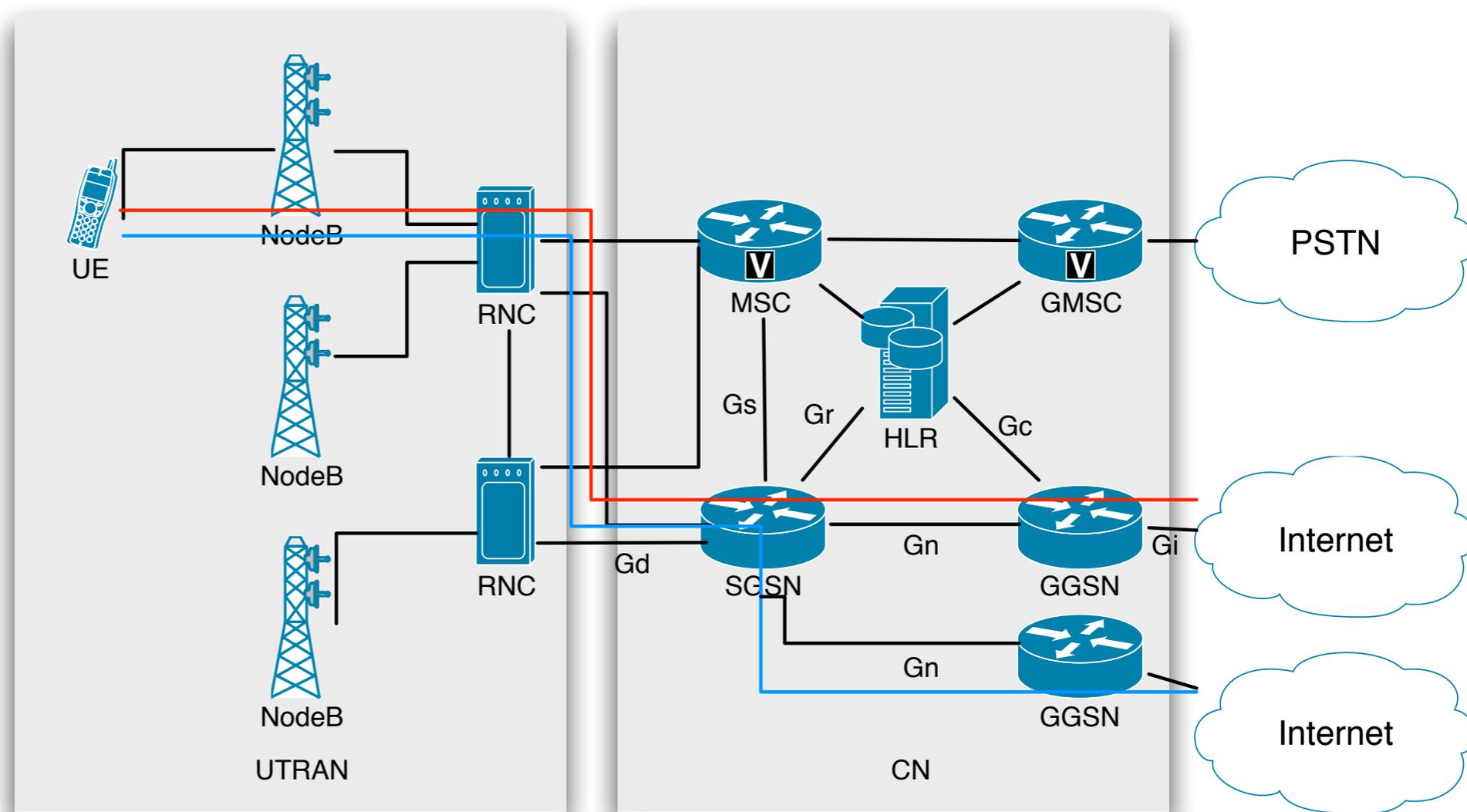
# Operadores Móviles Virtuales

## Un APN dentro del GGSN del operador real



# Operadores Móviles Virtuales

## Un GGSN propio para el OMV

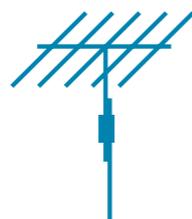


# Tráfico de usuario



UE

App.
TCP/UDP
IPv4v6
PDCP
RLC
MAC
L1



NB

App.	App.
TCP/UDP	TCP/UDP
IPv4v6	IPv4v6
PDCP	GTP-U
RLC	UDP
MAC	IP
	AAL5
L1	ATM



SGSN

App.	App.
TCP/UDP	TCP/UDP
IPv4v6	IPv4v6
GTP-U	GTP-U
UDP	UDP
IP	IP
ATM	L2
ATM	L1



PGW

App.	App.
TCP/UDP	TCP/UDP
IPv4v6	IPv4v6
GTP-U	L2
UDP	
IP	L1
L2	
L1	

Internet/VPN

App.
TCP/UDP
IPv4v6
L2
L1



(no)4G (aka LTE aka EPS)

# Evolución de 3G

## **Surgió en 2004**

- IPv6 surgió en 1996

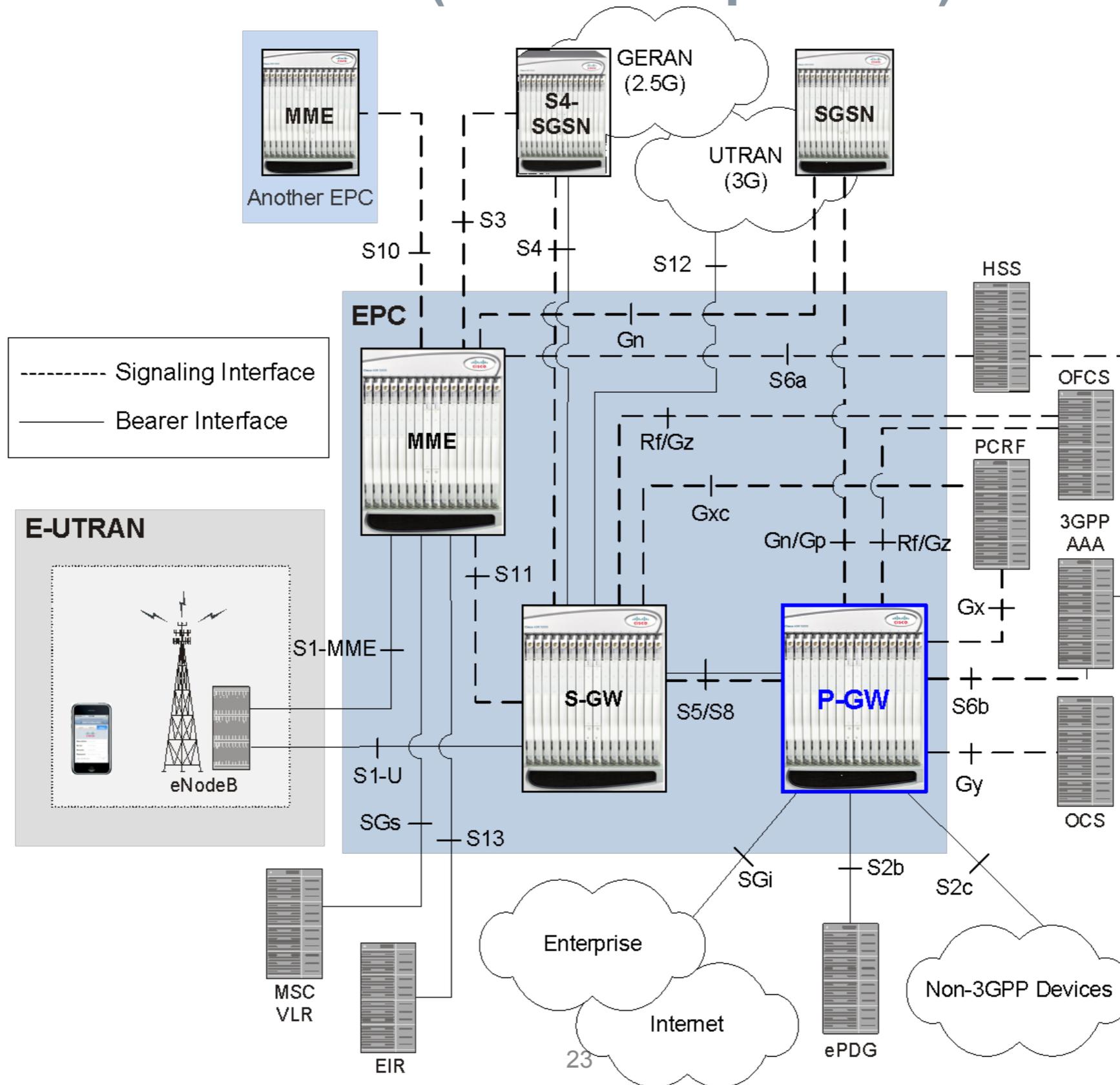
## **Compatibilidad con 3G**

- Dispositivos 3G/4G
- Llamadas/Conexión pueden migrar entre 3G y 4G
  - Handover

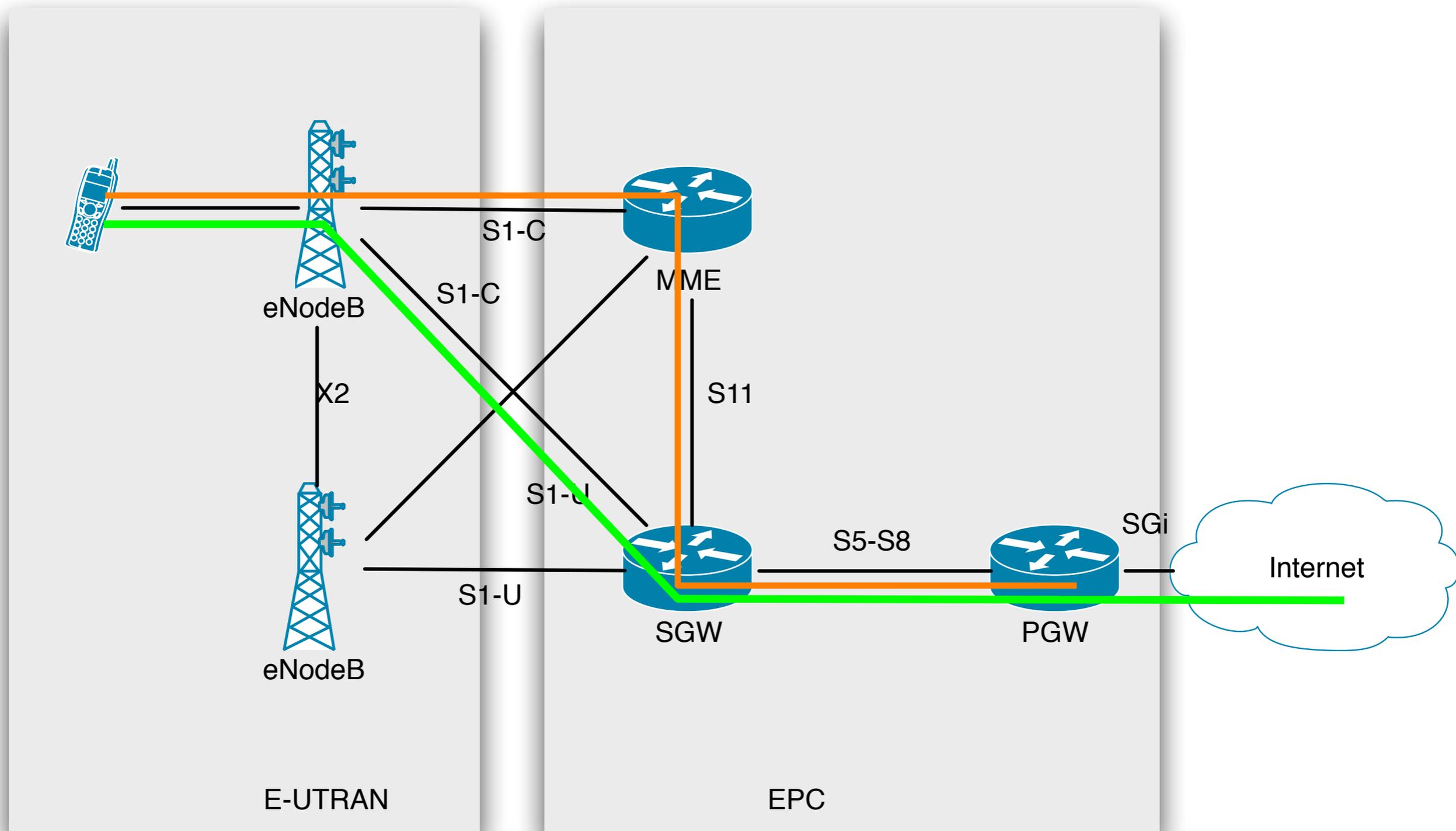
## **Mayor velocidad**

- 100 Mbps bajada 50 Mbps subida (Teórico 300/75)

# Red 4G (versión tapa dura)



# Red 4G



# Puntos básicos

## **TODO tecnología IP**

- Hasta la voz (más sobre esto luego)

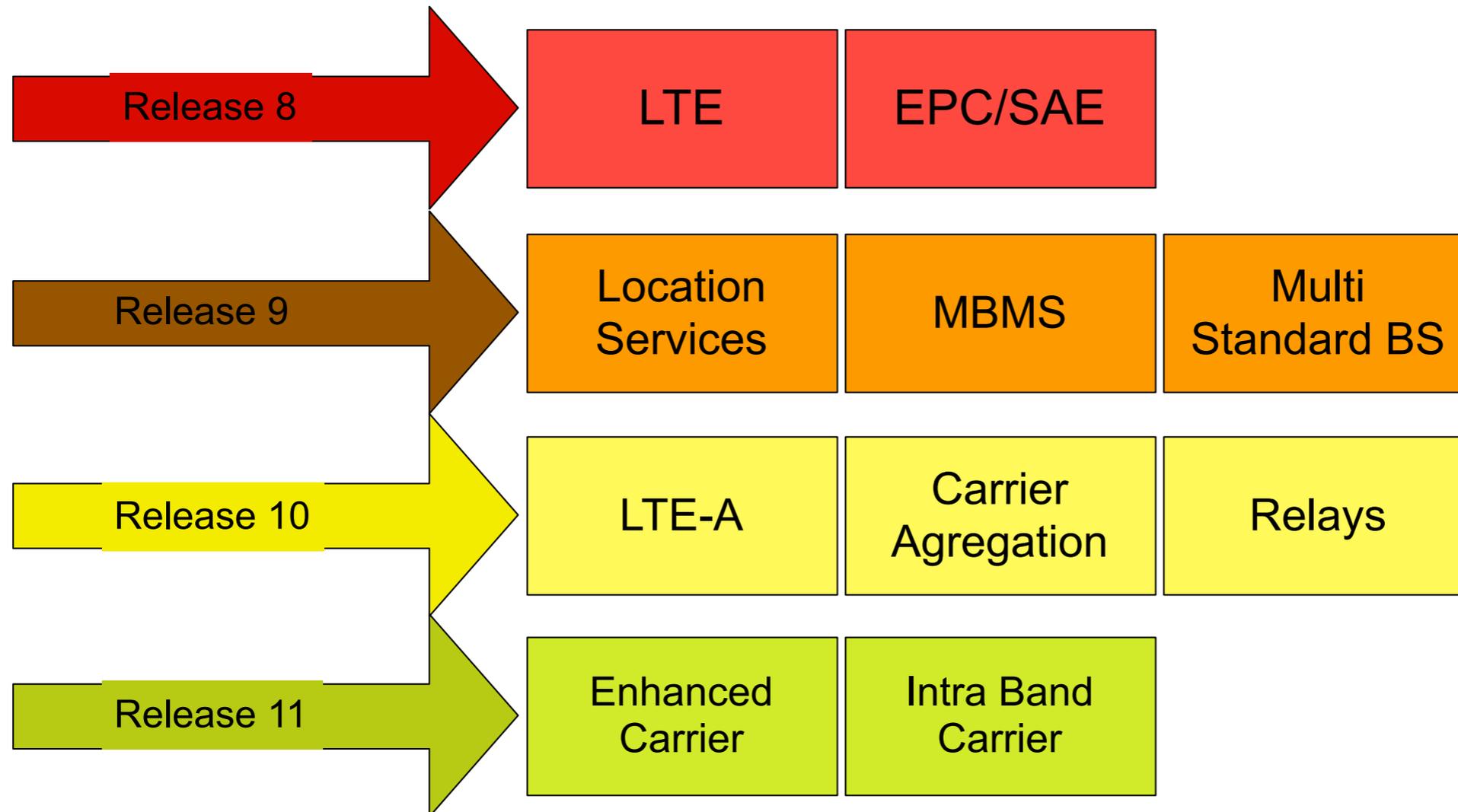
## **Nodo siempre conectado**

- Sesión inicial con IP siempre conectado

## **LTE no es 4G**

- Es la parte de radio de 4G (E-UTRAN)

# Estandarización 4G



# eNodeB

## Antena inteligente

## Handover de usuarios entre eNodeB directamente

## Ancho de banda variable

- 1,4 3 5 10 15 20 MHz

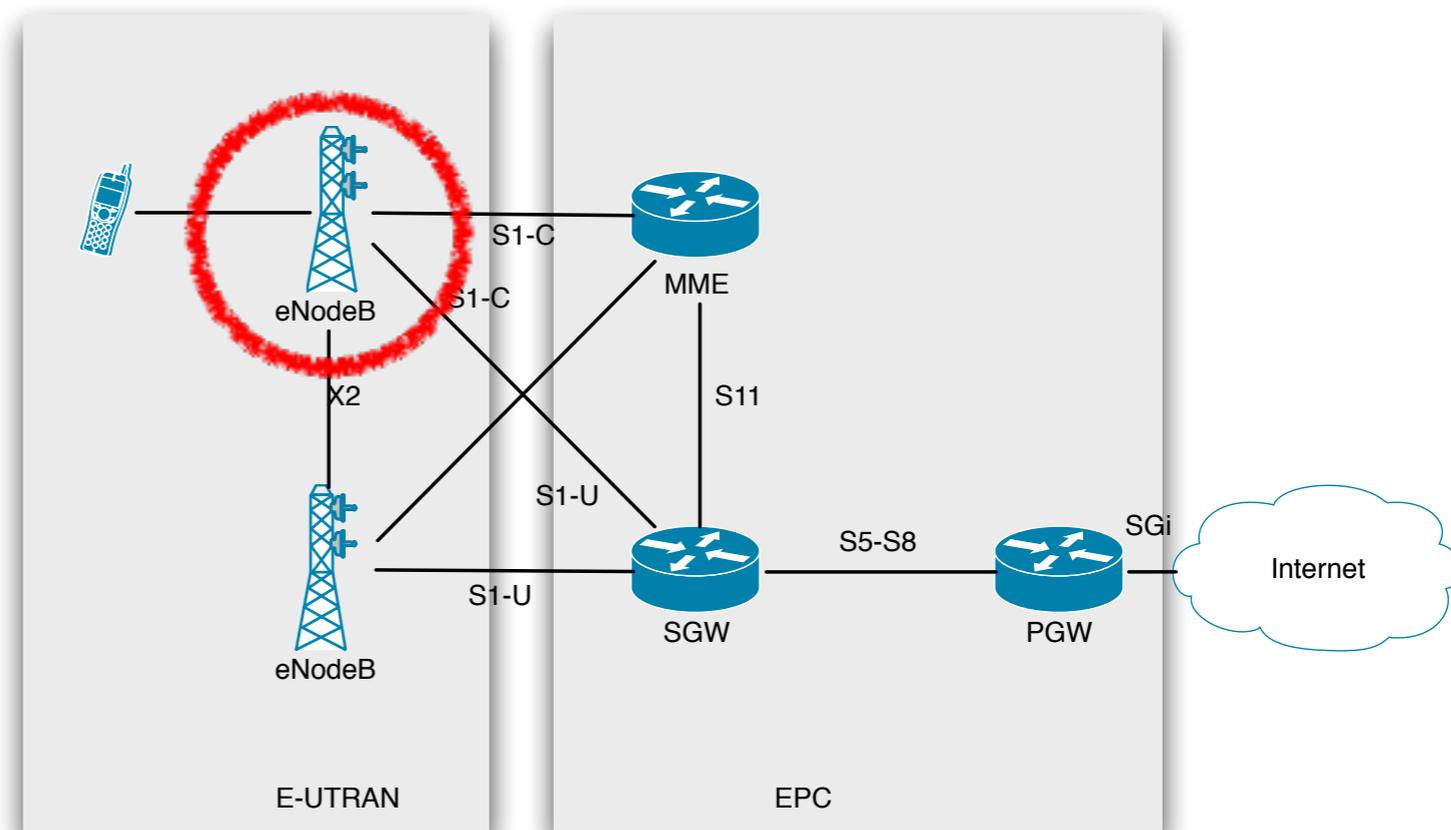
## Mayor eficiencia del espectro

## Menor latencia: 10 ms

## Tecnologías

- Bajada 64QAM
- Subida 16QAM

## 200 usuarios activos por celda



# MIMO

## Tecnología de antenas

### Multiple Input - Multiple Output

- El móvil habla con varias antenas
- Recibe datos de todas

Optimizado para UE parada y hasta 15 km/h

Soporta hasta 120-350 km/h



# MME

Identificación de la UE (IMEI)

Maneja movilidad

Maneja roaming

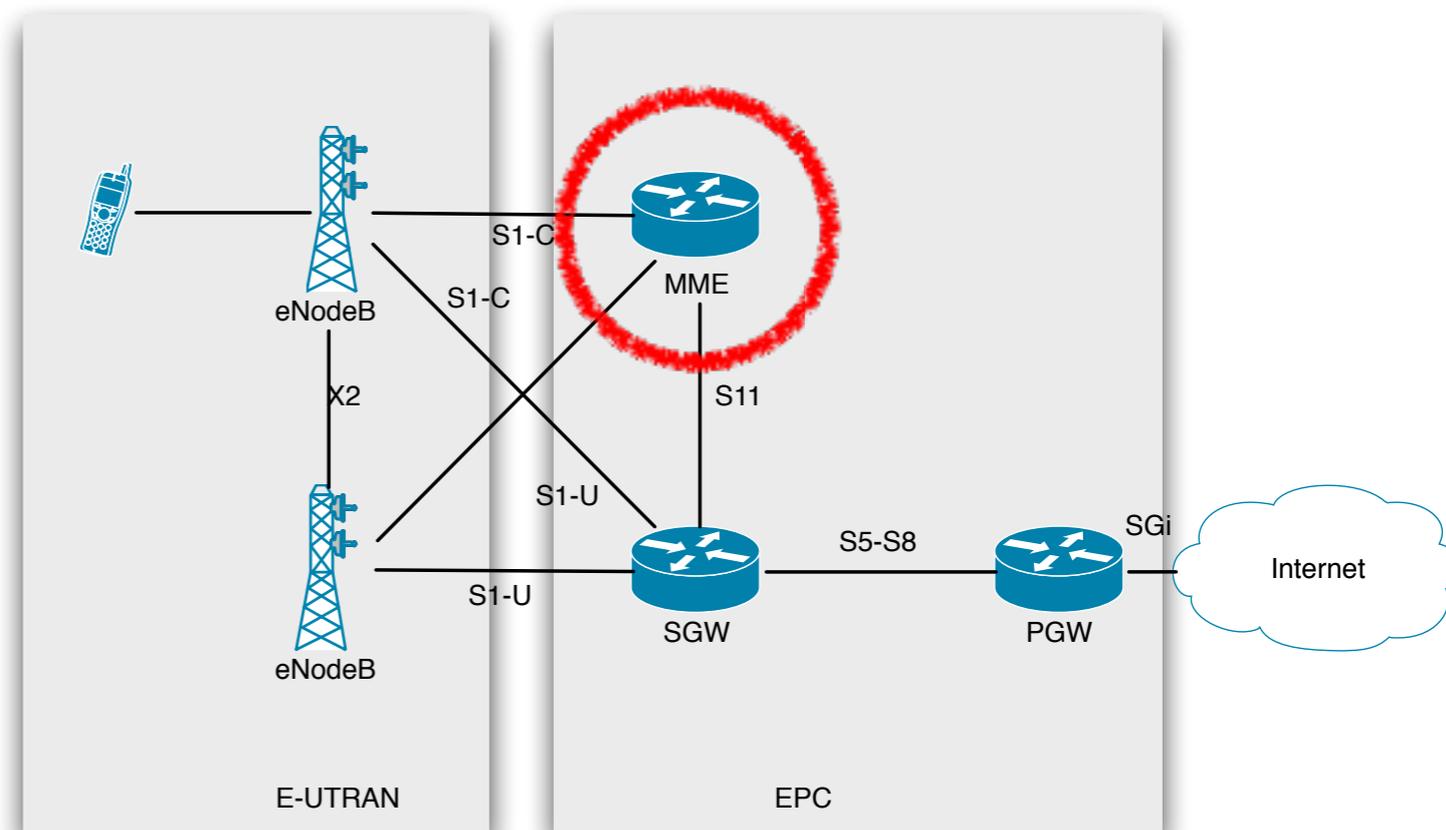
Maneja QoS

Controla handover 3G 4G

Creación de bearers

Autenticación

Autorización

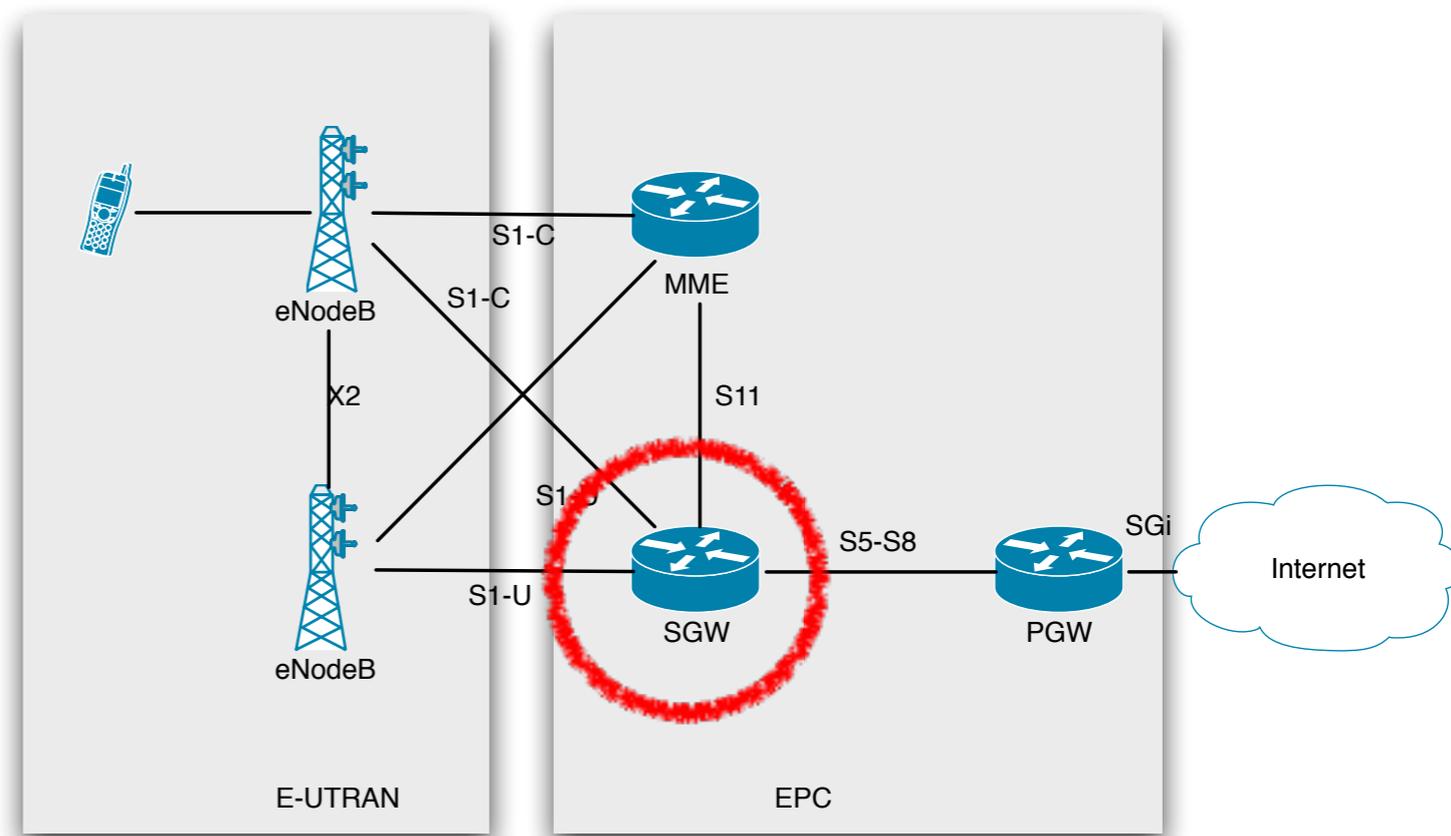


# SGW

Handover con eNodeB de nodos

Terminación de tráfico 3G

Gestión de modo IDLE de UE



# PGW

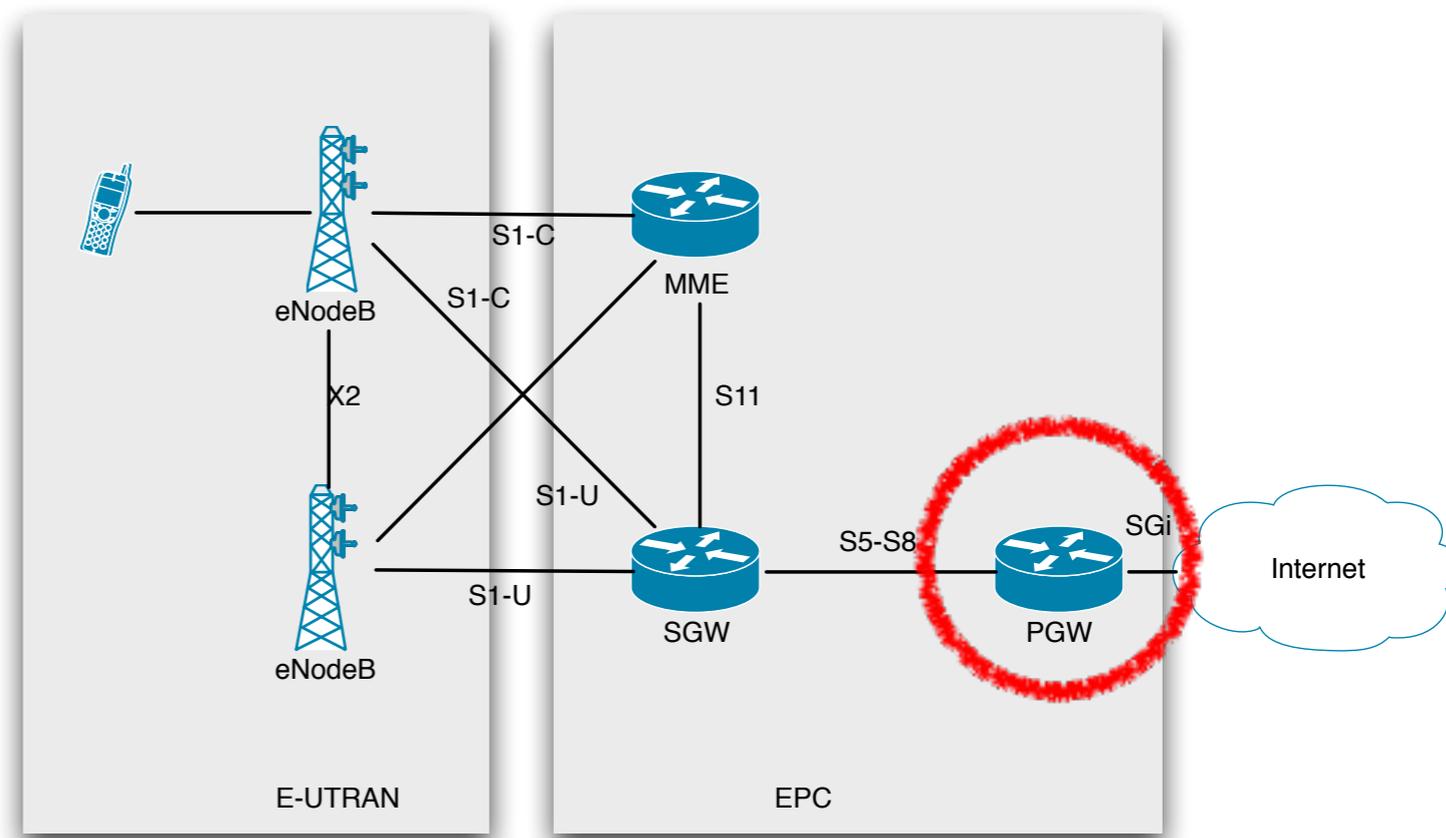
## Puente hacia la PDN

- Es decir, hacia Internet

## Terminación de túneles GTP desde la UE

- Datos en GTP-U v1 como en UTMS
- Control en GTP-C v2

## GGSN para los handovers desde/a 3G



# Otros elementos

## Servidor Radius

- Autenticación por datos de APN

## PCRF

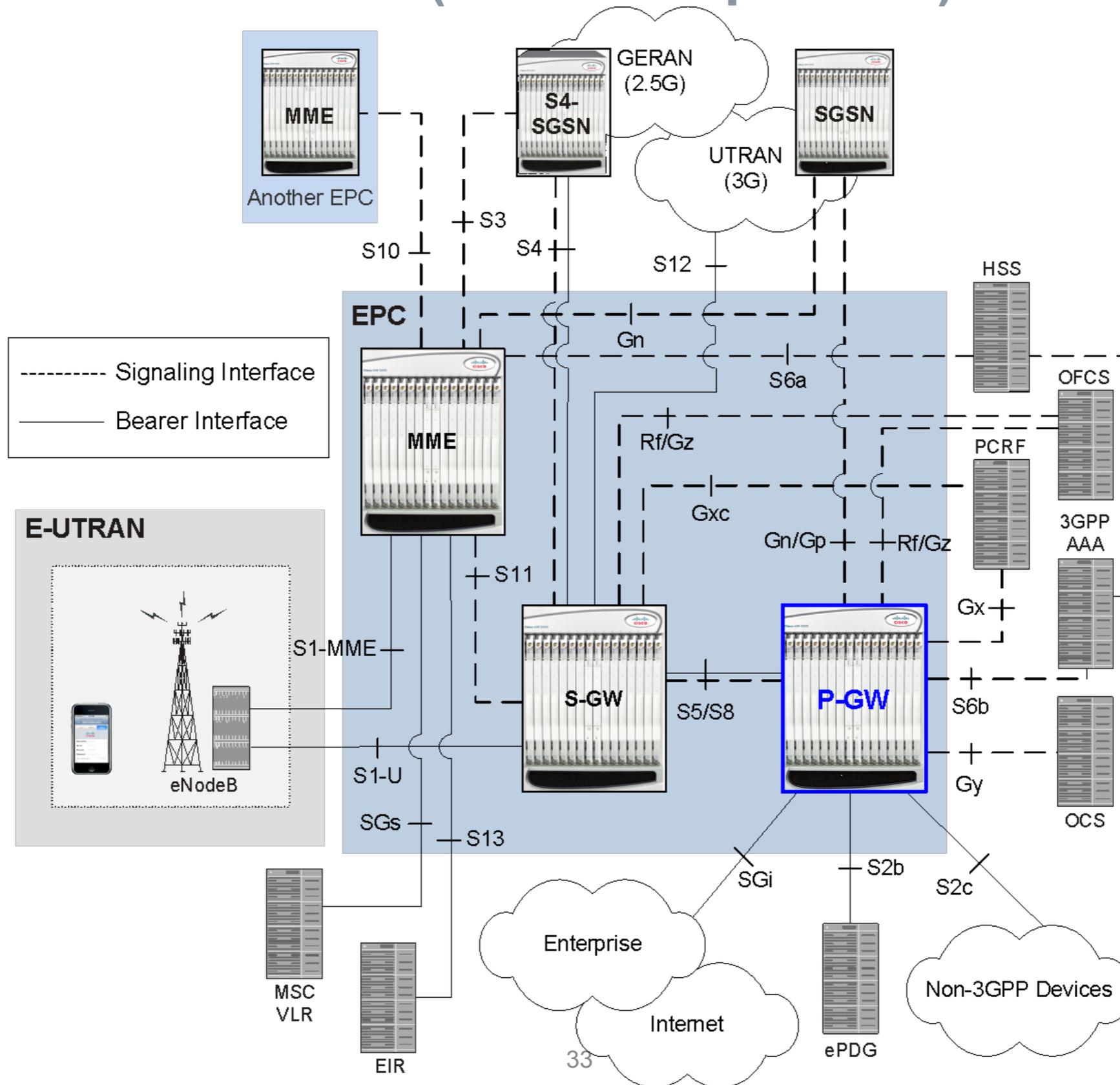
- Define políticas de control de calidad
- En base a MSISDN

## OCS

- Online Charging Service
- Lleva control de tráfico y asigna cuotas en modo prepago

## PCRF y OCS usan protocolo Diameter

# Red 4G (versión tapa dura)

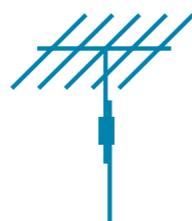


# Tráfico de usuario



UE

App.
TCP/UDP
IPv4v6
PDCP
RLC
MAC
L1



eNB

App.	App.
TCP/UDP	TCP/UDP
IPv4v6	IPv4v6
PDCP	GTP-U
RLC	UDP
MAC	IP
	L2
L1	L1



SGW

App.
TCP/UDP
IPv4v6
GTP-U
UDP
IP
L2
L1



PGW

App.	App.
TCP/UDP	TCP/UDP
IPv4v6	IPv4v6
GTP-U	L2
UDP	
IP	L1
L2	
L1	

Internet/VPN

App.
TCP/UDP
IPv4v6
L2

# APN

## El concepto de APN sigue existiendo

- Mismo funcionalidad
- Imprescindible para interoperatibilidad entre 3G y 4G

# Bearer

**NO es un término de radio**

**Equivale al contexto PDP de 3G**

**Un bearer siempre establecido**

- Default Bearer

**Otros bearer bajo demanda**

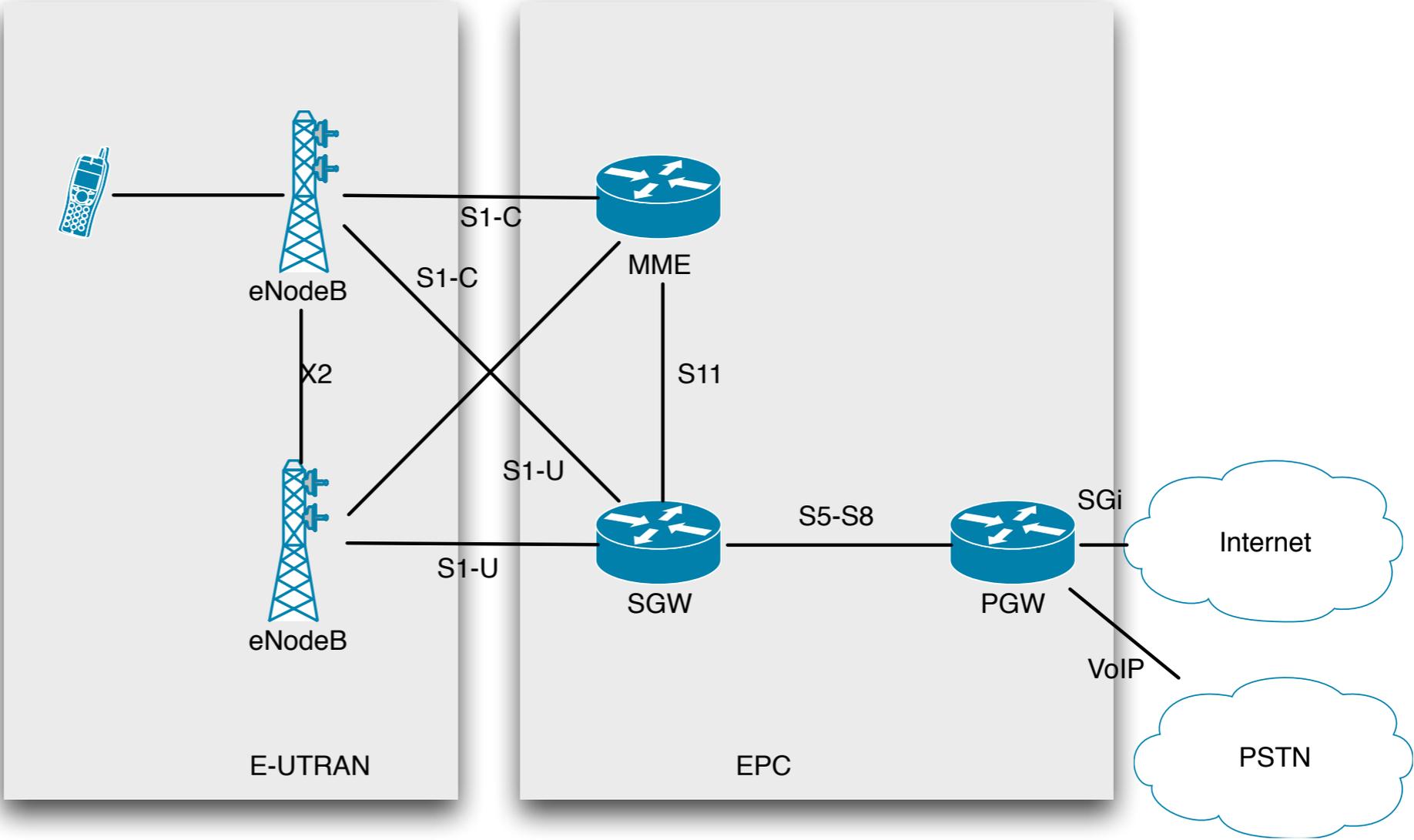
- Distintas calidades de servicio
- p.e. voz
- Dedicated bearers

# Voz en LTE

Dos posibilidades

# VoLTE

## VoIP sobre LTE



# 3G Fallback

## **Cuando se hace/recibe una llamada cambia a 3G**

- Transmisión de datos no se interrumpe
- Baja la velocidad
- Se vuelve a 4G al terminar

# Movilidad/Roaming

# Conceptos de movilidad

## Dentro de la red del operador

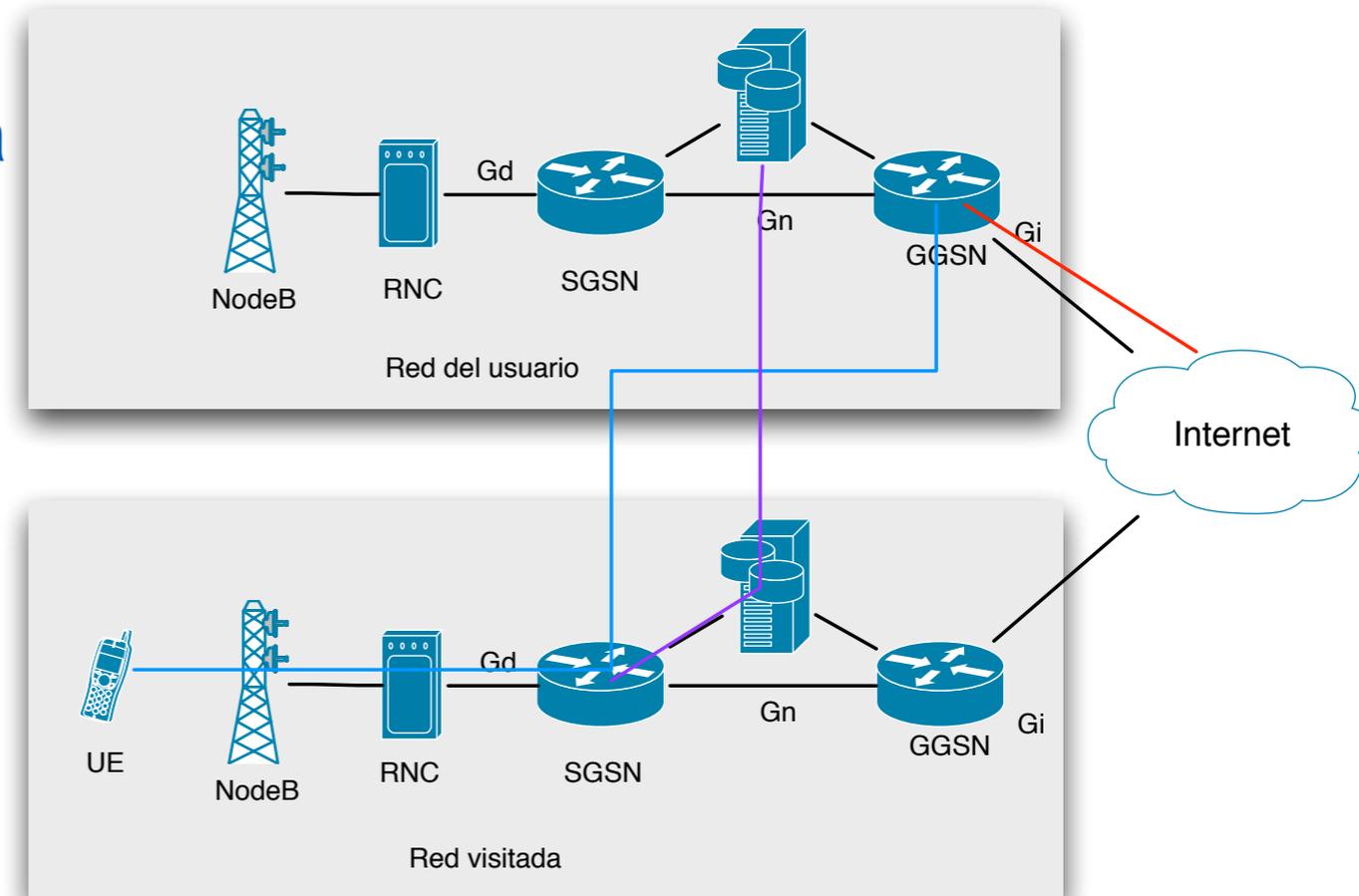
- Movilidad gestionada internamente

## Roaming

- HGGSN
  - Home GGSN
- VGGSN
  - Visited GGSN

# HGGSN

La UE crea un contexto PDP hasta un GGSN en su red de origen  
IP de su red de origen  
Tráfico no eficiente

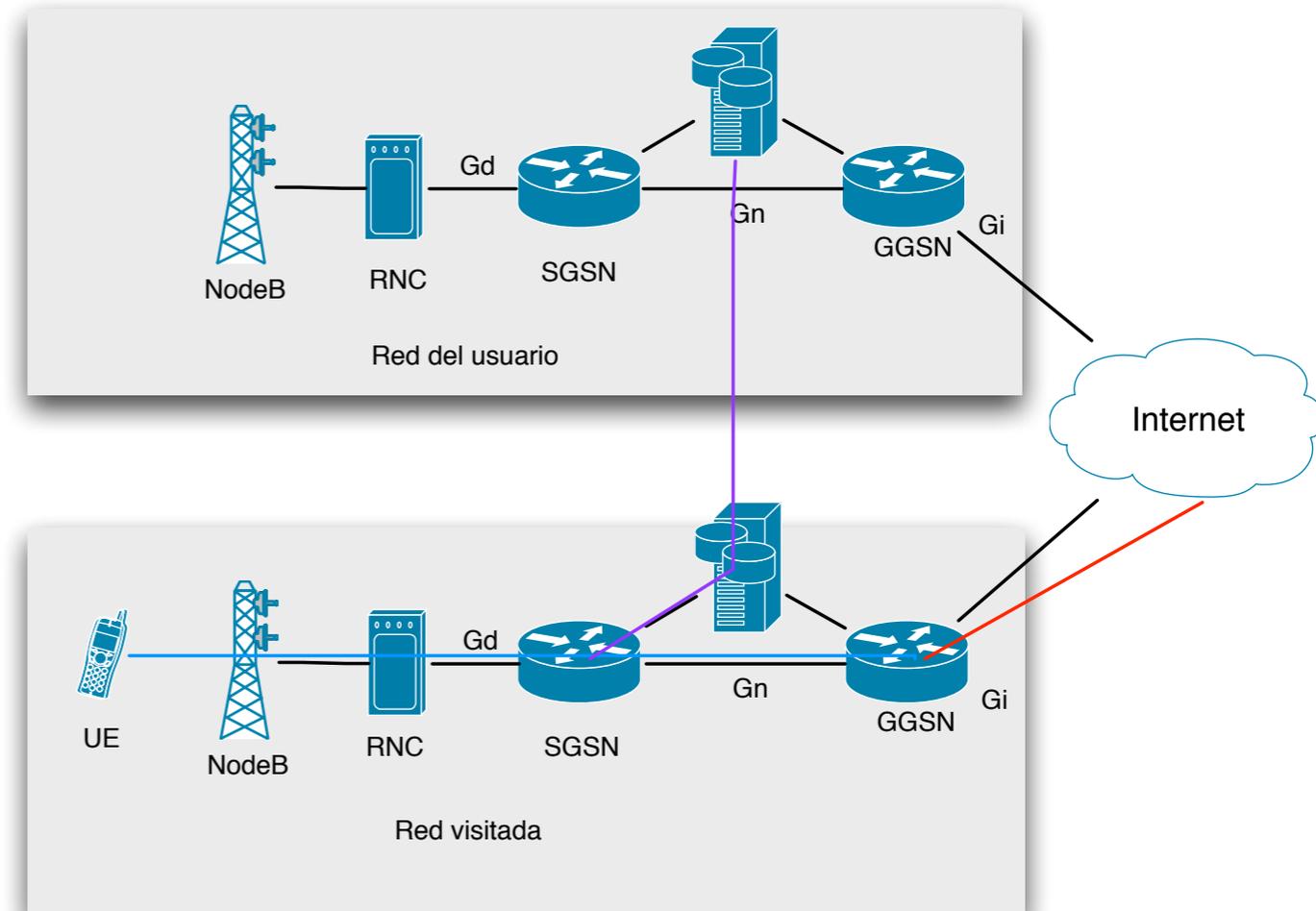


# VGGSN

**El nodo visitado pregunta al HLR del nodo origen**

**Con la autorización crea un túnel en el GGSN visitado**

**Navegación desde la red visitada**



# Mobile IP

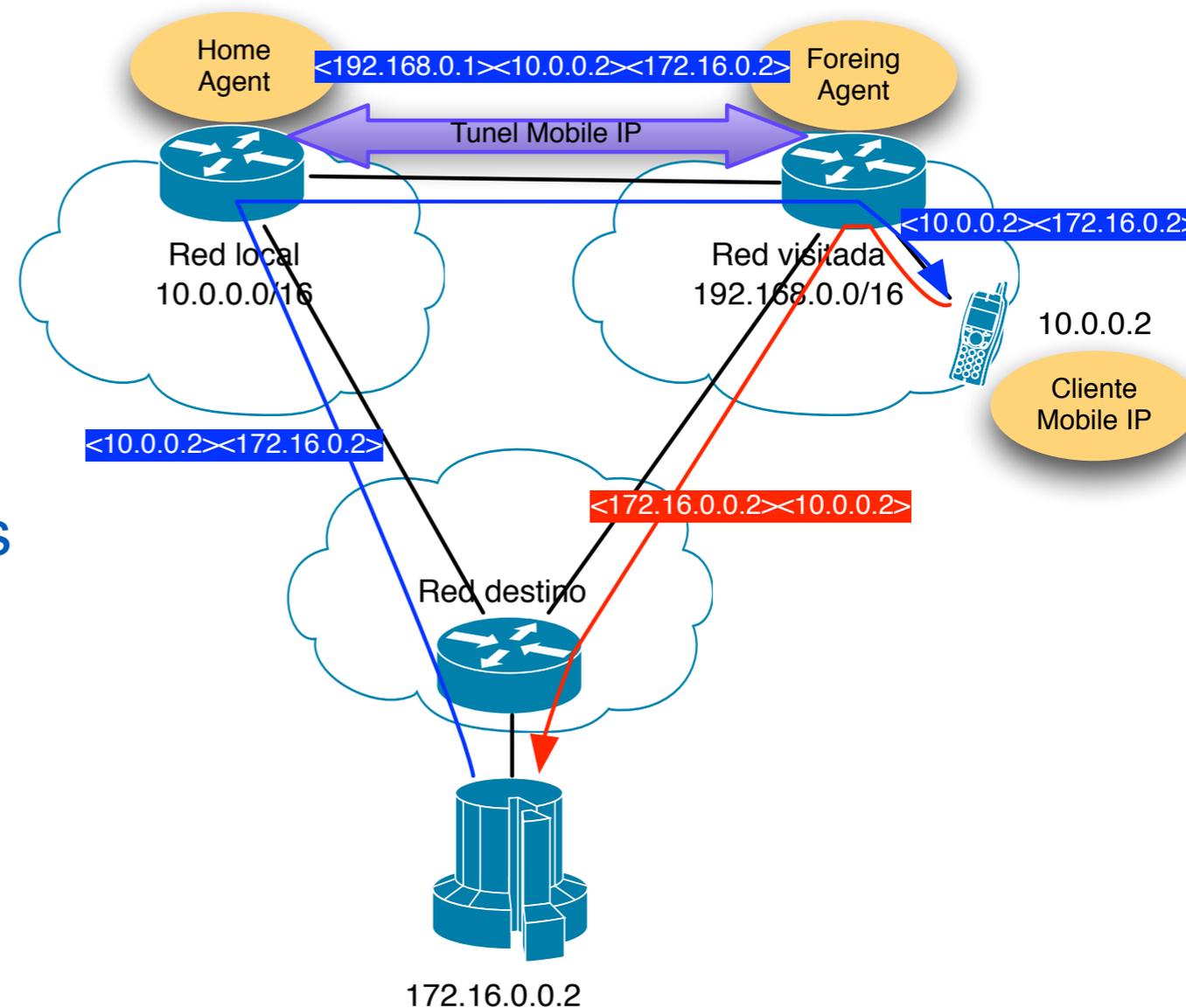
# Mobile IP en acción

**Mantiene la IP y las sesiones**

**Permite movilidad sin cortes**

**Requiere:**

- Cliente Mobile IP en la UE o PC
- Foreign Agent en redes visitadas
- Home Agent en red de origen



# Proxy Mobile IP

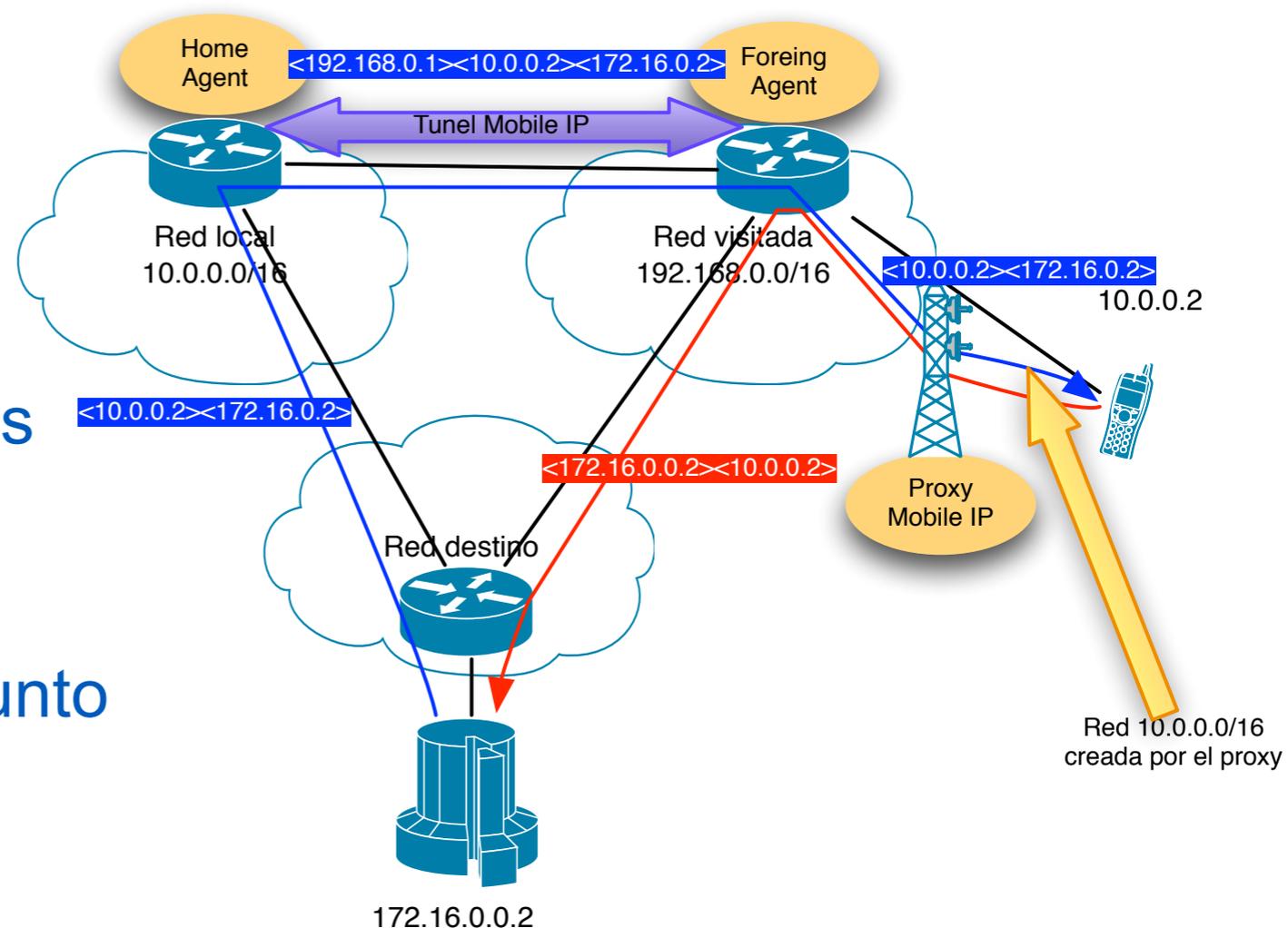
# Proxy Mobile IP en acción

**Mantiene la IP y las sesiones**

**Permite movilidad sin cortes**

**Requiere:**

- Foreign Agent en redes visitadas
- Home Agent en red de origen
- Proxy Mobile IP en la antena/Punto de acceso/Switch/Router





¿Preguntas?

# Términos y acrónimos

**UE: User equipment**

**UTRAN: UMTS Terrestrial Access Network**

**E-UTRAN: Evolved UTRAN**

**CN: Core Network**

**SGSN: Serving GPRS Support Node**

**GGSN: Gateway GPRS Support Node**

**GTP: GPRS Tunneling Protocol**

- GTP-C con señales de control del tunel
- GTP-U con datos de usuario

**TEID: Tunnel Endpoint Identifier. Identificador de terminación de tunel GTP. IP+puerto UDP**