

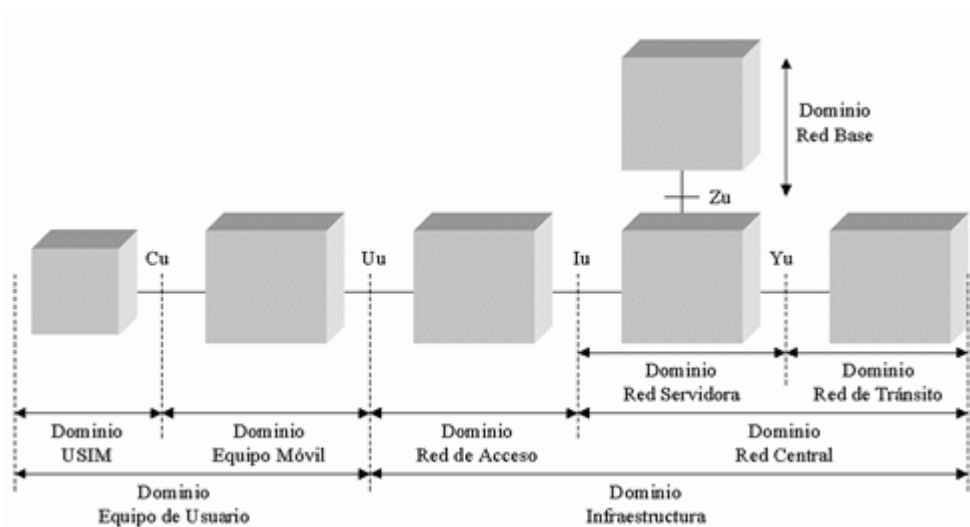
## 2. – LA TECNOLOGÍA 3G: UMTS

### 2.1 - INTRODUCCIÓN

El sistema UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) fue promovido inicialmente por ETSI (European Telecommunications Standards Institute), su especificación actual corre a cargo del foro 3GPP (Third Generation Partnership Project), participado por varios organismos de normalización regionales. UMTS se basa en el empleo de una interfaz radio W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access), con dos modos de operación, FDD (Frecuency Division Duplex) y TDD (Time Division Duplex), y una tasa de 3.84 Mchip/s. Dentro de la red, en una primera fase se considera la utilización de los actuales elementos disponibles en las redes GSM y GPRS, planteándose su evolución para fases posteriores.

### 2.2.- ARQUITECTURA GENERAL DE LOS SISTEMAS UMTS

En la figura 2.1 se muestra la arquitectura general de los sistemas UMTS, definida por el foro de normalización 3GPP. Se trata de un modelo abstracto, aplicable a cualquier red UMTS. La arquitectura general de UMTS se define en términos de dominios (agrupaciones de elementos funcionales) y puntos de referencia (interfaces). En el nivel de abstracción superior, el sistema UMTS se descompone en el dominio de equipo de usuario, UE (User Equipment) y el dominio de infraestructura (los equipos de red), mediando entre ambos la interfaz radio, o el punto de referencia Uu.



**Figura 2.1 - Arquitectura general de un sistema UMTS**

Dentro del dominio UE se distingue entre el módulo de identidad de abonado UMTS, USIM (UMTS Subscriber Identity Module), y el equipo móvil, ME (Mobile Equipment), definiéndose entre ellos la interfaz Cu. La USIM es una tarjeta inteligente que identifica el usuario de red UMTS, con independencia del equipo móvil (el terminal) en el que se halle insertada en un momento dado.

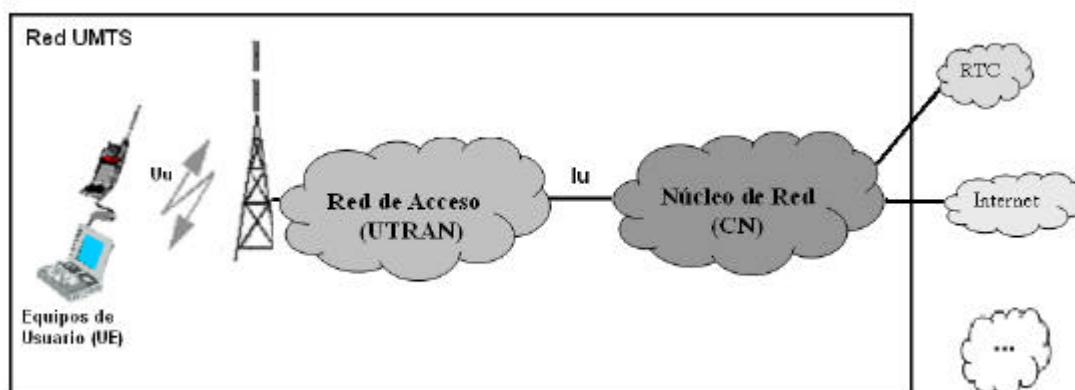
El dominio de infraestructura se subdivide en el dominio de red de acceso, AN (Access Network) y el dominio de núcleo de red, CN (Core Network), separados a través del punto de referencia Iu. El dominio AN incluye todas las funciones dependientes de la técnica de acceso empleada. El CN, por el contrario, es independiente de la técnica de acceso, contemplándose la posibilidad de que soporte varias AN.

Con objeto de permitir escenarios de comunicación con interlocutores de otras redes (operadores fijos, otras redes móviles, Internet, etc), tanto si el usuario accede a través de su red propia (“home”) o la de otro operador (itinerancia o “roaming”), dentro del CN se distinguen tres dominios:

- Red de Servicio, SN (Service Network): representa la red a la que está accediendo el usuario en un momento dado, pudiendo ser la red propia, o en el caso de “roaming” la red visitada.
- Red Propia, HN (Home Network): es la red del operador al que el usuario está abonado. En el caso de “roaming”, la red visitada debe contactar con la red propia del usuario para diversos aspectos (por ejemplo, para temas de autenticación y tarificación).
- Red de tránsito, TN (Transit Network): es la red destino donde se encuentra el interlocutor con el que desea comunicarse el usuario.

Nótese que en función del escenario concreto considerado, es posible el solapamiento entre los tres dominios del CN. Así, en el caso habitual de un usuario que acceda a su red propia, los dominios SN y HN serán coincidentes. Este escenario conduce a plantear el modelo simplificado de la arquitectura UMTS descrito a continuación.

Una visión simplificada de la arquitectura de una red UMTS estaría compuesta por tres partes fundamentales: los equipos de usuario, la red de acceso y el núcleo de red. Los equipos de usuario acceden a la red a través de la interfaz radio (Uu), que en UMTS está basada en tecnología WCDMA. El modelo asume el empleo de la interfaz radio terrestre (UTRA, UMTS Terrestrial Radio Access), basada en el despliegue de estaciones base terrenas. Bajo esta modalidad, la red de acceso recibe la denominación UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network).

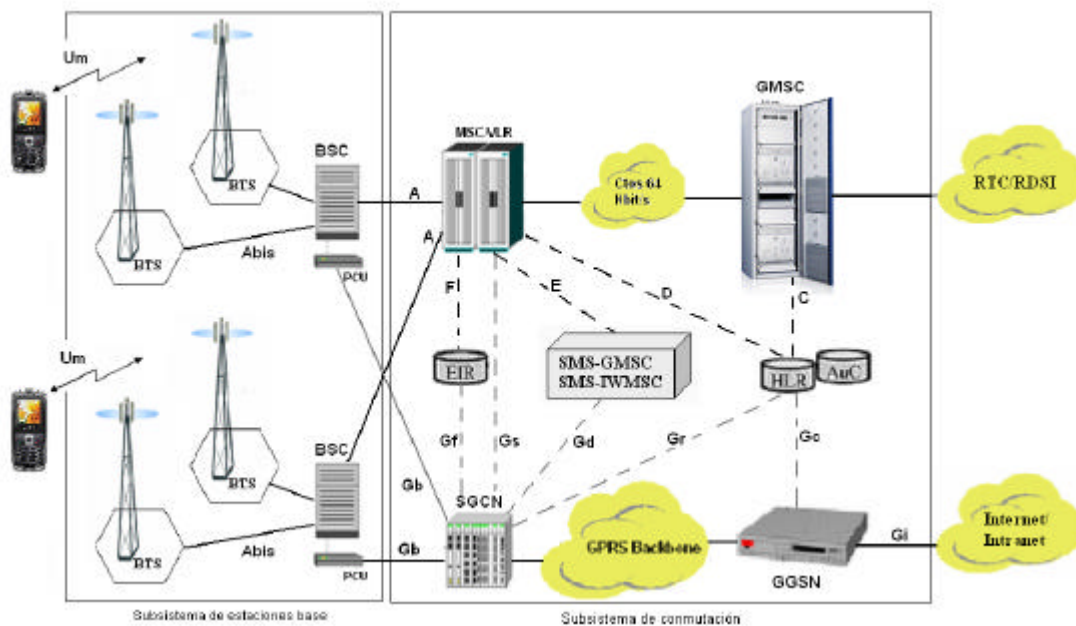


**Figura 2.2 - Arquitectura UMTS simplificada**

La red de acceso UTRAN se encarga de transportar el tráfico de usuario (voz, datos, señalización móvil-red) hasta el núcleo de red, con el que se comunica a través de la interfaz Iu. Al tratarse de un sistema de comunicaciones móviles, el usuario no dispone de recursos de transmisión asignados de manera estática en la UTRAN. En consecuencia, ésta se encarga también de gestionar la asignación dinámica de dichos recursos cada vez que el móvil utiliza la red. En el CN se encuentran los recursos de conmutación y transmisión necesarios para completar el trayecto de la comunicación hacia el abonado remoto, que puede pertenecer a la misma red UMTS o a una red externa (otras redes telefónicas, Internet, etc). El CN contiene también funciones relativas a la gestión de los abonados: identidades, claves de autenticación, parámetros de suscripción, etc.

**2.3 - EVOLUCIÓN DE LA ARQUITECTURA GSM/GPRS A UMTS**

La arquitectura de UMTS definida en la primera fase de normalización que se llevo a cabo denominada Release99, se plantea como una evolución de las redes GSM/GPRS. El objetivo fundamental de esta primera tanda de especificaciones del 3GPP es proporcionar las bases para el despliegue de los primeros sistemas UMTS. Es por ello que gran parte del esfuerzo se dedica a la definición de una red de acceso (UTRAN) más flexible y con mayor capacidad que en GSM/GPRS. Las modificaciones en el núcleo de red quedan en un segundo plano, pudiéndose considerar como una versión mejorada del subsistema de conmutación de las redes GSM/GPRS.



**Figura 2.3 - Arquitectura básica de una red GSM/GPRS**

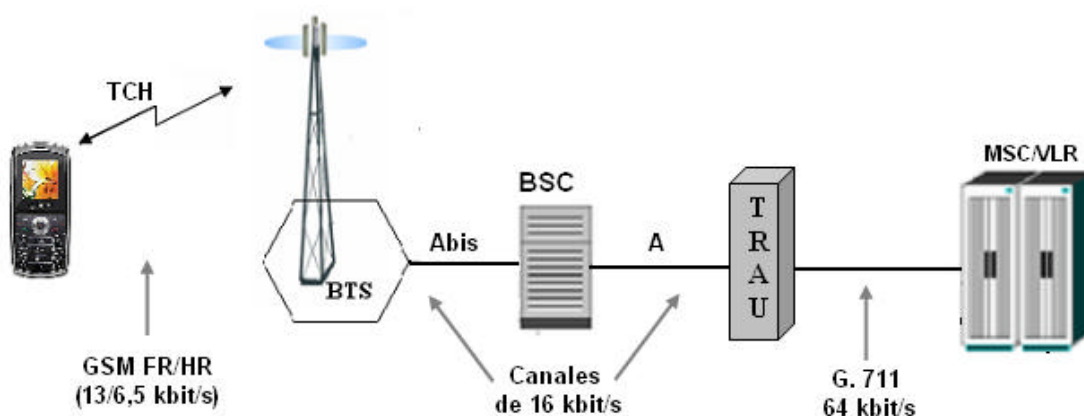
En GSM se emplea el término de estación móvil, MS (Mobile Station) para el conjunto formado por el terminal de usuario (el “móvil”) y la tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) que lo identifica.

La red de acceso GSM se denomina subsistema de estaciones base, BSS (Base Station Subsystem), y está constituida por las estaciones base, BTS (Base Transceiver Station)

Diseño de una red de transmisión de acceso UMTS (UTRAN) con Radio Mobile

y sus controladores, BSC (Base Station Controller). Las BTS son los equipos radio que se comunican con las estaciones móviles. Para ello, dispone de uno o más pares de portadoras, en función del tráfico previsto en la célula a la que se sirve. Mediante multiplexado por división en el tiempo, cada portadora se divide en ocho canales físicos, los cuales pueden transportar tráfico de usuario o señalización.

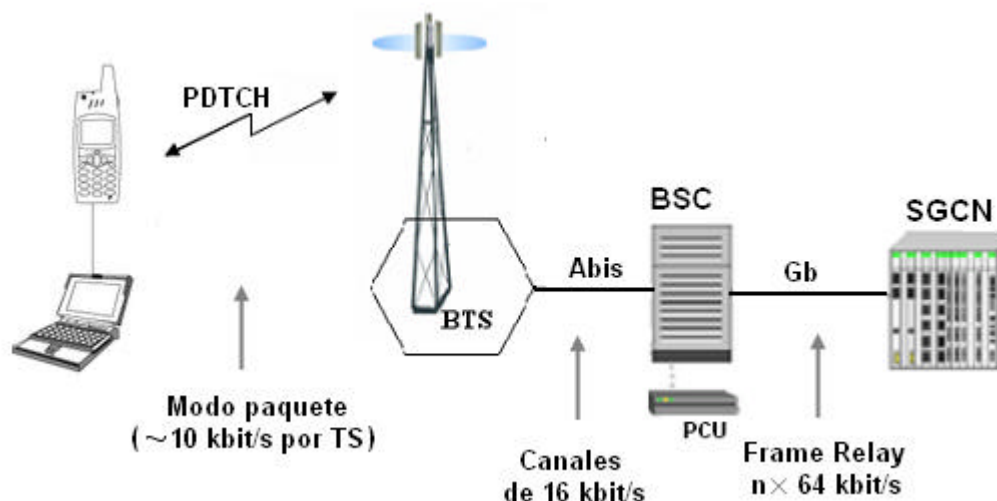
La asignación de canales radio a los móviles se lleva a cabo en las BSC, cada una de las cuales puede manejar varias BTS. En consecuencia, los BSC actúan también como concentradores de tráfico. Los BSC se comunican con las BTS a través del interfaz Abis, y con el subsistema de conmutación vía la interfaz A. Normalmente ambas interfaces están basadas en sistemas primarios de 2048 kbit/s (E1), con uno o más canales de 64 kbit/s de señalización y el resto para tráfico de usuario (voz o datos). Con objeto de aprovechar la capacidad de estos últimos, cada canal de 64 kbit/s se divide en cuatro, lo que le permite soportar cuatro conversaciones (o sesiones de datos en modo circuito). La figura 2.4 muestra el trayecto que sigue la voz desde el móvil hasta el núcleo de red, incluida la transcodificación entre los códecs GSM (13 kbit/s) y G.711 (64 kbit/s) que se efectúa en la TRAU (TRAnscoder Unit).



**Figura 2.4 - Transporte de voz en la red de acceso GSM**

El subsistema de estaciones se encarga también de transportar la señalización de abonado que intercambian el móvil y la MSC visitada. Dentro de dicha señalización se incluyen procedimientos de gestión de las comunicaciones, CM (Communication Management), de gestión de movilidad, MM (Mobility Management) y de gestión de recursos radio, RRM (Radio Resource Management).

El soporte del servicio GPRS requiere la inclusión de elementos capaces de procesar paquetes, PCU (Packet Control Unit) en la red de acceso. Lo habitual es ubicar una PCU junto a cada BSC. La PCU gestiona la explotación de los canales radio reservados para GPRS, así como el intercambio del tráfico de datos con el núcleo de red sobre la interfaz Gb, basado en Frame Relay. La arquitectura de protocolos utilizada por GPRS en la red de acceso proporciona los mecanismos necesarios para el transporte fiable de la información de usuario (datos y señalización móvil-red) hasta el conmutador de acceso, SGSN (Serving GPRS Support Node) del núcleo de red.



**Figura 2.5 - Transporte de datos GPRS en la red de acceso**

El núcleo de red en GSM se denomina subsistema de red, NSS (Network Switching Subsystem). Sus principales elementos son las centrales de conmutación, MSC (Mobile Switching Centres) y los registros (bases de datos) de información. Las MSC son similares a las centrales utilizadas en las redes telefónicas fijas, con facilidades adicionales para el soporte de movilidad. Las MSC que se interconectan con otras redes telefónicas (fijas o móviles) reciben el nombre de GMSC (Gateway MSC).

Los registros del subsistema de red son los siguientes:

- HLR (Home Location Register): Es la base de datos principal de una red GSM, en la que se almacena la información de sus abonados (su identidad, servicios contratados, etc). También contiene información parcial sobre la localización del móvil en red (el VLR en el que está registrado).
- VLR (Visitor Location Register): Almacena información temporal de los móviles que se encuentran bajo su área de influencia (normalmente la de una MSC). El VLR conoce el conjunto de células o área de localización en la que se encuentra el móvil.
- EIR (Equipment Identity Register): Base de datos donde se almacena información relativa a terminales. Su principal utilidad es impedir el acceso a la red de terminales robados.
- AuC (Authentication Center): Almacena de manera centralizada los parámetros relacionados con la seguridad y privacidad de las comunicaciones. Esta información solamente reside en el AuC y en la SIM de cada usuario.

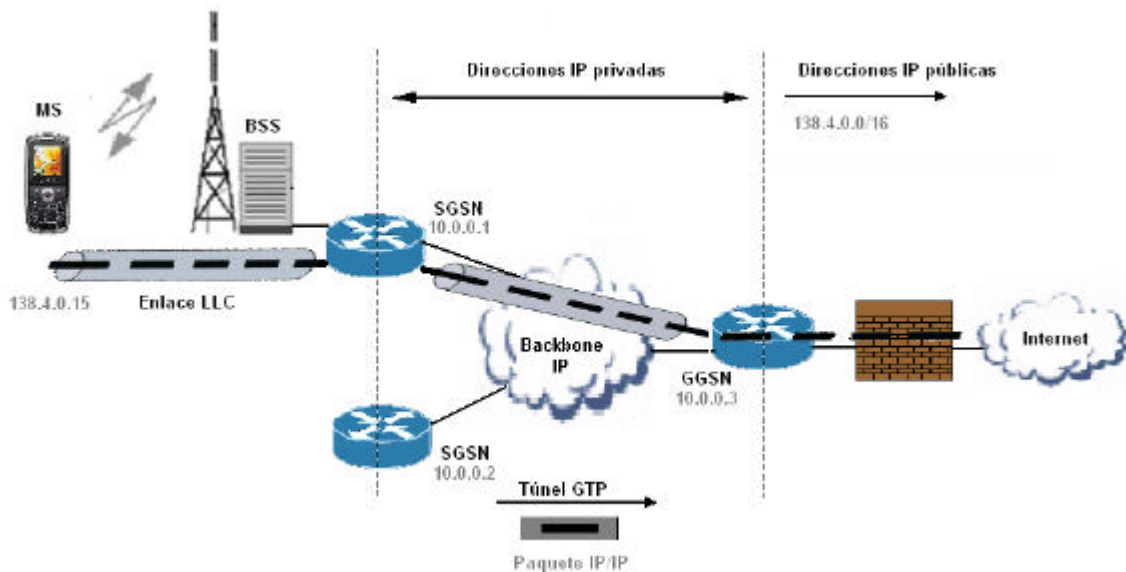
La comunicación entre MSC se efectúa mediante circuitos telefónicos convencionales a 64 kbit/s, así como enlaces de señalización SS7. Al igual que en las redes telefónicas fijas, el establecimiento y liberación de circuitos entre MSC se efectúa mediante el protocolo ISUP (ISDN User Part). En el caso de GSM, sin embargo, el tratamiento de llamadas requiere también la consulta por parte de las MSC a los registros de información. Estas consultas se llevan a cabo mediante el protocolo MAP (Mobile Application Part), una aplicación del SS7 específicamente definida para su uso en GSM.

Otro elemento importante del subsistema de conmutación es la pasarela SMSG (SMS Gateway), pieza clave para el soporte del servicio de mensajes cortos SMS. El transporte de mensajes cortos en el núcleo de red se efectúa mediante el protocolo MAP.

El soporte de GPRS requiere la introducción en el núcleo de red de conmutadores de paquetes los cuales se interconectan mediante un “backbone” IP privado. Los conmutadores del servicio GPRS son de dos tipos: SGSN (Serving GPRS Support Node) y GGSN (Gateway GPRS Support Node), pudiendo sus papeles equipararse, respectivamente, a los de las MSC/VLR y las GMSC de GSM.

Así, un SGSN es el nodo que proporciona el acceso al núcleo de red a los terminales GPRS que se encuentran bajo su zona de influencia (áreas de encaminamiento). Se encarga de encaminar los paquetes entre las PCU y los GGSN. Entre sus funciones se incluye la gestión de movilidad (registro/desregistro, actualización de posición y autenticación y cifrado), la gestión de sesiones de datos y la generación de registros de tarificación.

Los GGSN son las pasarelas entre el “backbone” privado de la red GPRS y las redes de datos externas (Internet, Intranet). Un operador puede tener varios GGSN, por motivos de tráfico o por especialización en servicios. El GGSN participa en tareas de tarificación y, opcionalmente, de asignación dinámica de direcciones IP a los terminales.



**Figura 2.6 - Tunelado de datos sobre el “backbone” GPRS**

El transporte de datos sobre el “backbone” GPRS se efectúa sobre túneles IP, utilizándose para ello el protocolo GTP (GPRS Tunneling Protocol). La solución consiste en encapsular cada paquete de usuario en un paquete IP cuyas direcciones origen y destino son las del SGSN y el GGSN involucrados en la sesión de datos. De este modo, se consigue que el encaminamiento de paquetes a través de “backbone” sea independiente de las direcciones e incluso del protocolo utilizado por el usuario. El

desacoplo permite que el operador pueda configurar el “backbone” GPRS como una red IP privada, visible únicamente por los SGSN y GGSN.

#### 2.4 - ARQUITECTURA INICIAL DE UMTS

En la arquitectura básica de una red UMTS conforme la Release 99 también distinguimos las tres partes esenciales: los equipos de usuario, la red de acceso, UTRAN, y el núcleo de red, CN.

Dejando de un lado el cambio de nomenclatura de ciertos elementos e interfaces, no parecen existir grandes diferencias entre las arquitecturas de una red UMTS y de una red GSM/GPRS. Así, la arquitectura de red de acceso UTRAN está formada por Nodos-B y controladores de red radio, RNC (Radio Network Controlers), equivalentes a las estaciones base, BTS, y los controladores BSC de GSM. Por otro lado, la arquitectura del núcleo de red es una réplica de la del subsistema de conmutación de GSM/GPRS. A pesar de las apariencias, obviamente existen algunas diferencias importantes.

Los equipos de usuario se comunican con los Nodos-B a través de la interfaz Uu basada en WCDMA. Los Nodos-B, a su vez, se conectan a los RNC mediante la interfaz Iub (abreviatura de Iu-bis), equivalente a la interfaz Abis de GSM. Sobre Iub se transporta el tráfico de usuario (voz, datos, vídeo, etc) y también la señalización móvil-red, intercambiada entre el equipo de usuario y el núcleo de red (MSC o SGSN, según el caso).

Existe una nueva interfaz Iur, sin equivalente en GSM, que permite la comunicación directa entre RNC. Este interfaz permite el soporte de trasposos suaves (Soft-HO) entre estaciones base que pertenecen a distintos RNC.

En cuanto al núcleo de red, ya se ha indicado que en la Release 99 se trata esencialmente de una versión mejorada del de GSM/GPRS. Desde el punto de vista de arquitectura, el parecido es completo, siendo las mejoras esencialmente de tipo funcional y de prestaciones, lo que permite el soporte de nuevos servicios y con mayores tasas de bit. Así, en el núcleo de red UMTS se encuentran los elementos habituales del subsistema de conmutación GSM/GPRS: los equipos de conmutación (MSC y GSN) y las bases de datos o registros (HLR, VLR, EIR, AuC). En el caso de UMTS, estos elementos se distribuyen en dos dominios: el de conmutación de circuitos, CS (Circuit Switched) y de conmutación de paquetes, PS (Packet Switched). Esta separación en dominios no es más que una nueva manera de hacer referencia a las dos partes en las que se divide la infraestructura del subsistema de conmutación de las redes GSM/GPRS: la red de conmutación de circuitos relativa a servicios GSM, y la red de conmutación de paquetes relativa a servicios GPRS.

La comunicación entre la red de acceso y el núcleo de red se efectúa a través de la interfaz Iu, que conecta a cada RNC con su MSC y su SGSN. Sobre esta interfaz se transporta el tráfico de usuario y la señalización móvil-red hacia el dominio CS o PS, según se trate de una comunicación modo circuito o modo paquete, respectivamente. Esta distinción da lugar a la descomposición lógica de la interfaz Iu en dos interfaces: la interfaz Iu-CS (hacia el dominio CS) y la interfaz Iu-PS (hacia el dominio PS).





- Incorporación del Modo de Transferencia Asíncrona (ATM) como método de transporte en la Red de Transmisión de Acceso. Como consecuencia del entorno de servicio múltiple, los enlaces entre los elementos de red deben ser “conductos” que soporten caudales variables de bits y distintos niveles de QoS.