

REDES DE ORDENADORES
3º Grado Ing. Informática
Universidad de Vigo



TEMA 4
Tecnologías de acceso

Redes de acceso

- La **Red de Acceso** abarca los elementos tecnológicos que soportan los enlaces de telecomunicaciones entre los usuarios finales y el último nodo de la red.
- A menudo se denomina **bucle de abonado** o simplemente la **última milla**.
- Sus principales componentes son: los medios de comunicación (**par de cobre, cable coaxial, fibra óptica, canal radioeléctrico**) y los elementos que realizan la adecuación de la señal a los mismos, llamados **pasarelas** o **gateways** en el lado de usuario o directamente nodos en el lado del proveedor



Redes de acceso



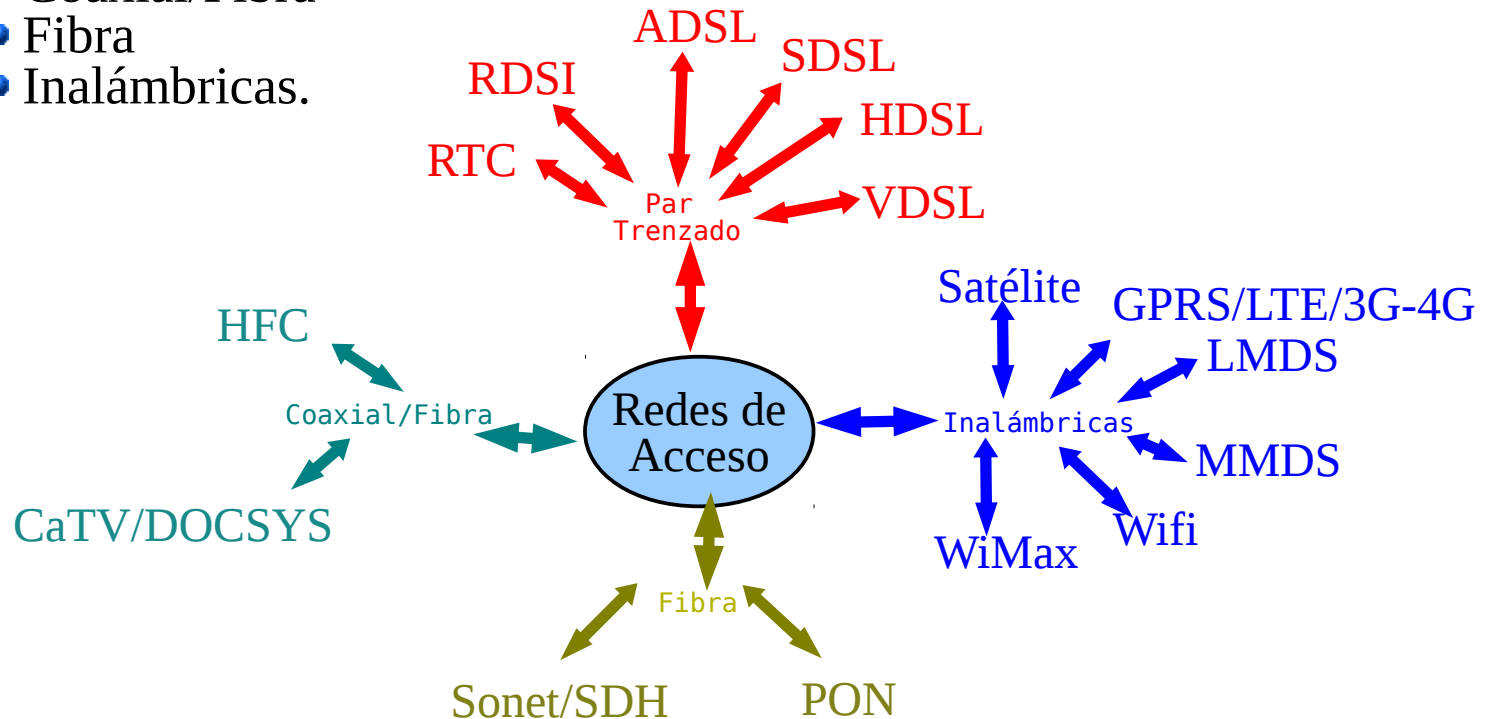
Son muy variadas pero tienen unas **características** en común:

- En muchos casos son tecnologías ad-hoc, desarrolladas por los proveedores de acceso adaptadas a su medio físico.
- Pueden abarcar distancias notables.
- Son punto a punto (P2P) o eventualmente punto a multipunto (P2MP)

Redes de acceso

• El conjunto de tecnologías que permiten el acceso a Internet es extremadamente variable, aunque se pueden clasificar en 4 grupos diferenciados por el medio de transmisión:

- Par trenzado
- Coaxial/Fibra
- Fibra
- Inalámbricas.



Redes de acceso. Par de cobre

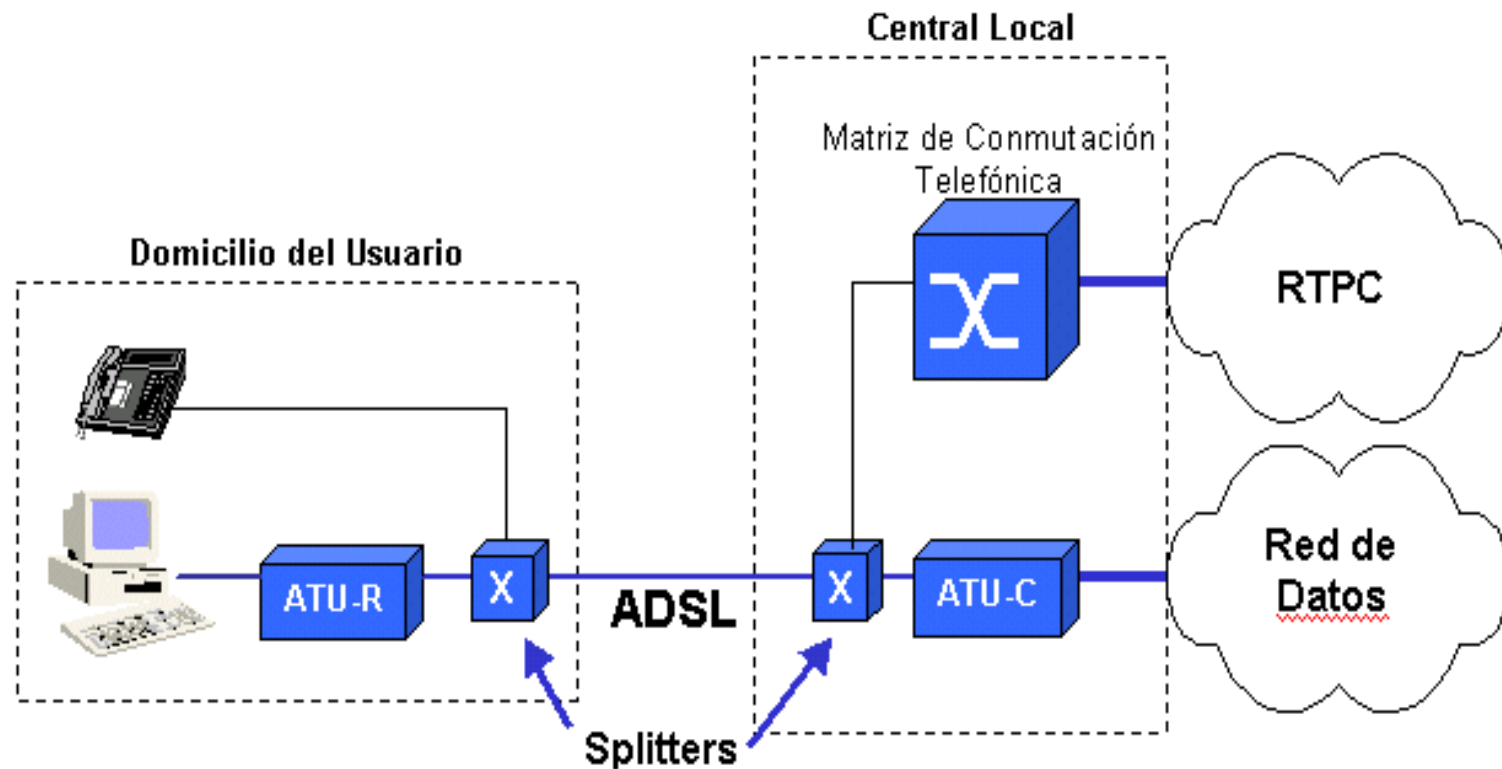
- xDSL, aumentar la capacidad de transmisión del par de cobre.
- Numerosas tecnologías Xdsl.

Tipo de DSL	Simétrico/ Asimétrico	Distancia de la línea (m)	Velocidad Descendente (Mbps)	Velocidad Ascendente (Mbps)
IDSL	Simétrico	5400	0.128	0.128
SDSL	Simétrico	3000	1.544	1.544
HDSL (2 pares)	Simétrico	3600	1.544	1.544
SHDSL	Simétrico (1 par)	1800	2.312	2.312
	Simétrico (2 pares)	1800	4.624	4.624
ADSL G.lite	Asimétrico	5400	1.5	0.512
ADSL	Asimétrico	3600	8	0.928
VDSL	Asimétrico	300	52	6
	Simétrico	300	26	26
	Asimétrico	1000	26	3
	Simétrico	1000	13	13

VDSL-2 simétrico/asimétrico hasta 300/100 Mbps

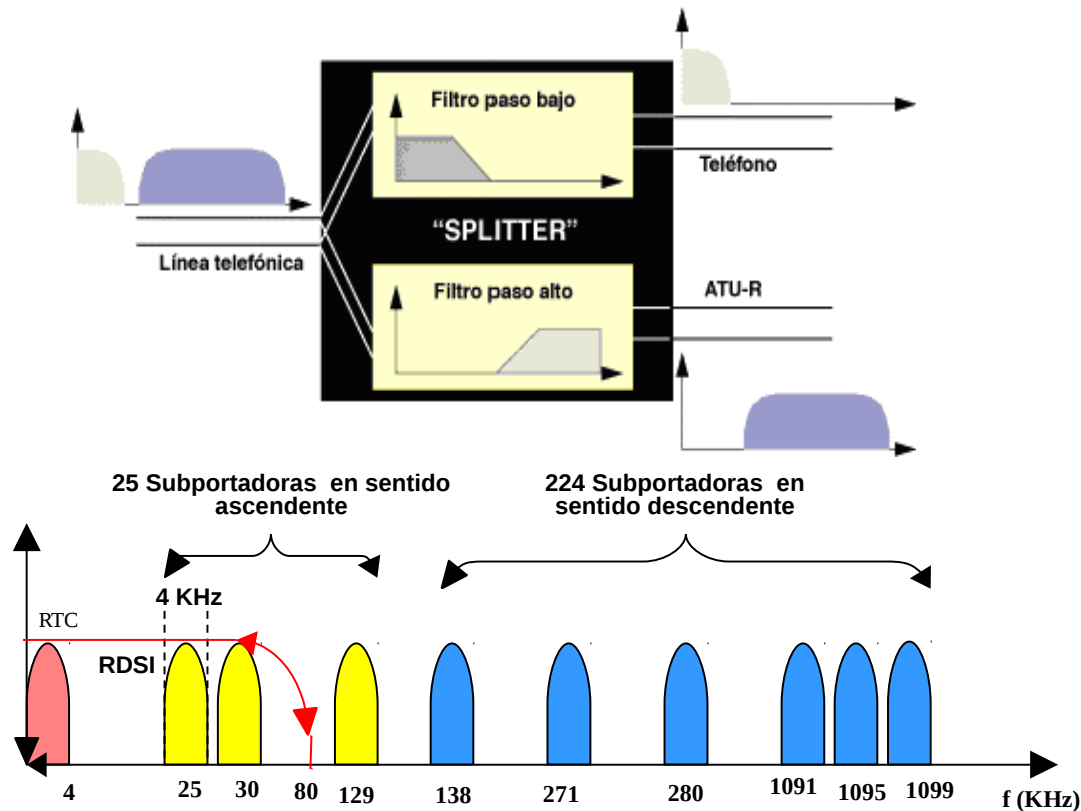
Redes de acceso. ADSL

- ADSL: Asimetric Digital Subscriber Line.
- ATU: ADSL Terminal Unit (ATU-R=ATU Remote). (ATU-C=ATU Central)



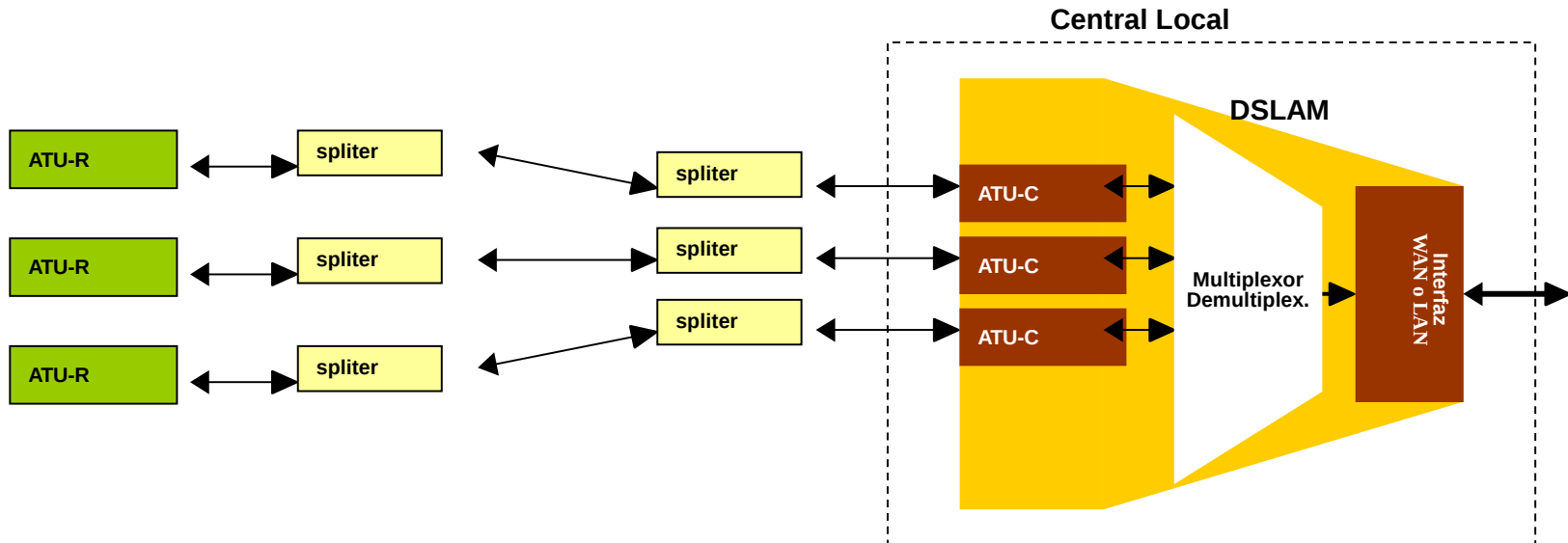
Redes de acceso. ADSL. Splitter

- Splitter: filtro paso bajo + filtro paso alto
- Modulación FDM y DMT (Discrete Multitone Modulation).
- La selección de los tonos se hace en la inicialización.
- Incompatibilidad con RDSI



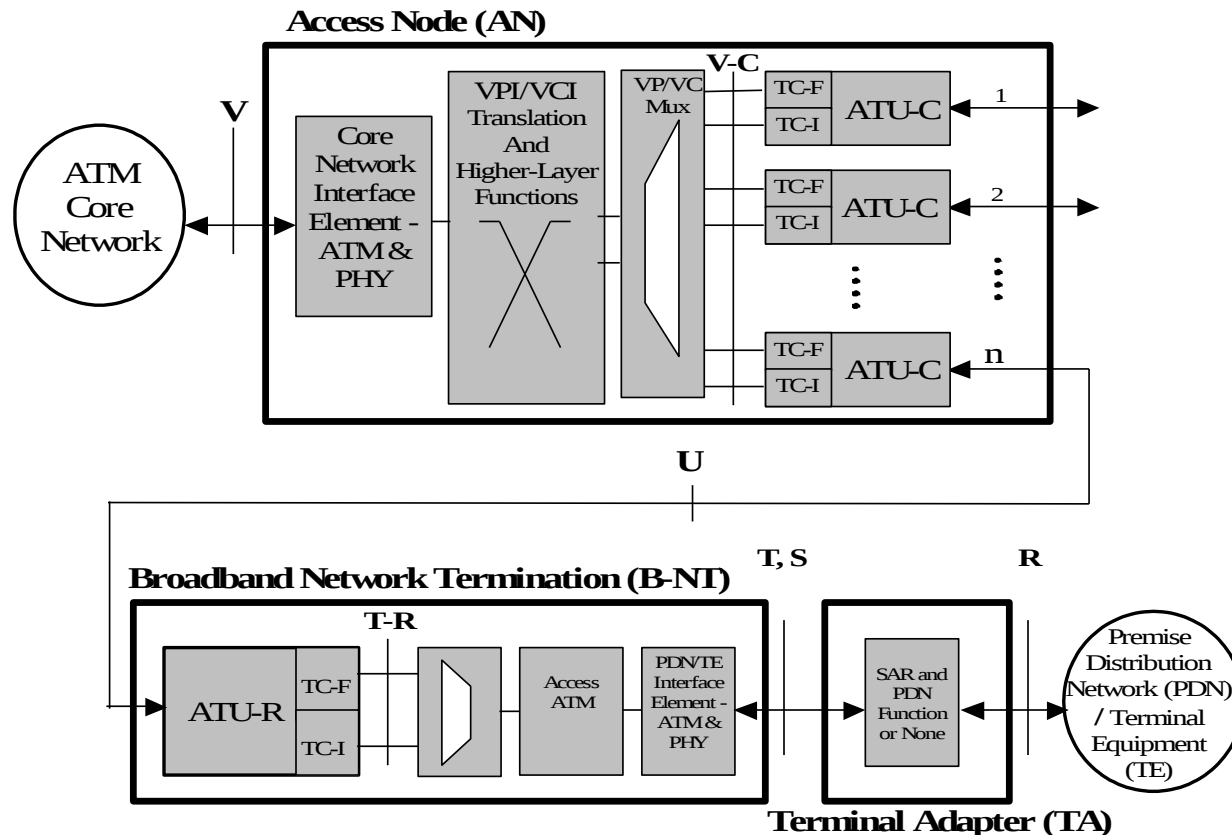
Redes de acceso. ADSL. DSLAM

- DSLAM : DSL Access Multiplexor
- Tantos módems ATU-C como clientes
- Concentrador hacia interfaces LAN o WAN.
- Al conjunto se le llama nodo de acceso (AN)



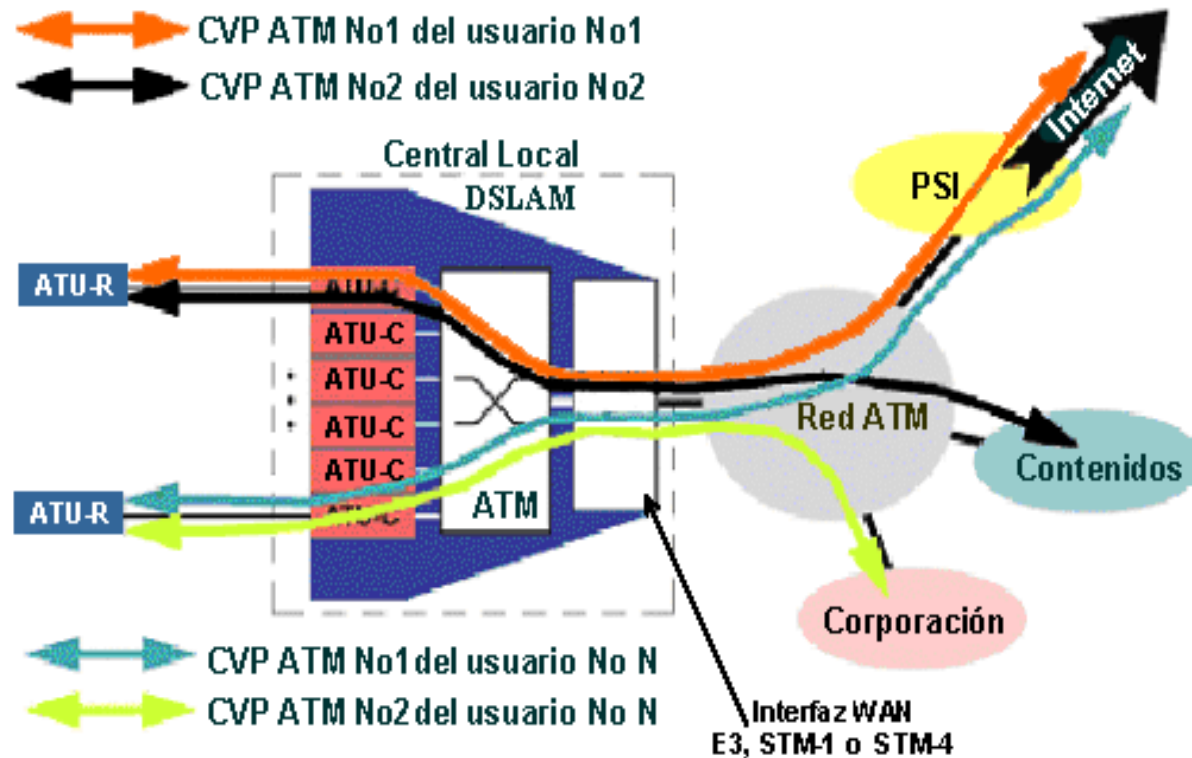
Redes de acceso. ADSL. ATM

- El transporte entre el usuario y el AN es mayoritariamente ATM.
 - Se aprovecha la posibilidad de gestión de capacidad de ATM
 - Permite servicios de vídeo y VoIP.
- La tecnología WAN tras los DSLAM es también mayoritariamente ATM.
- Existen otras tecnologías de enlace sobre ADSL, como PPPoA.
- Se definen dos canales, el TC-F (Canal rápido, para tráfico sensible al retardo como VoIP) y el TC-I (Canal de entrelazado)



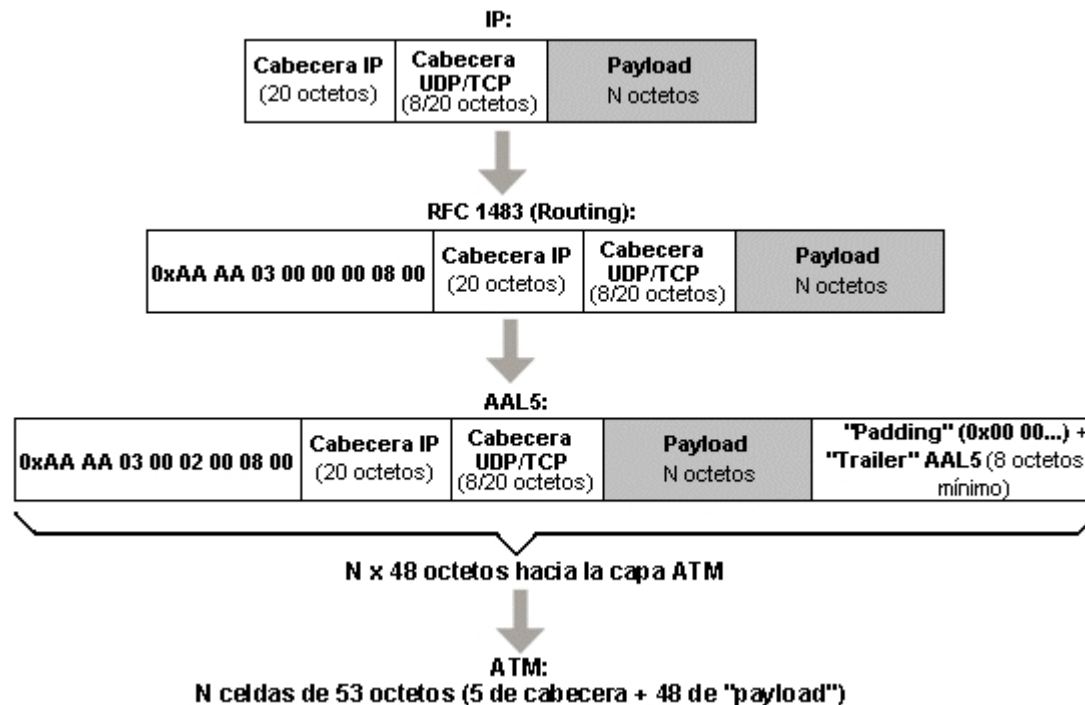
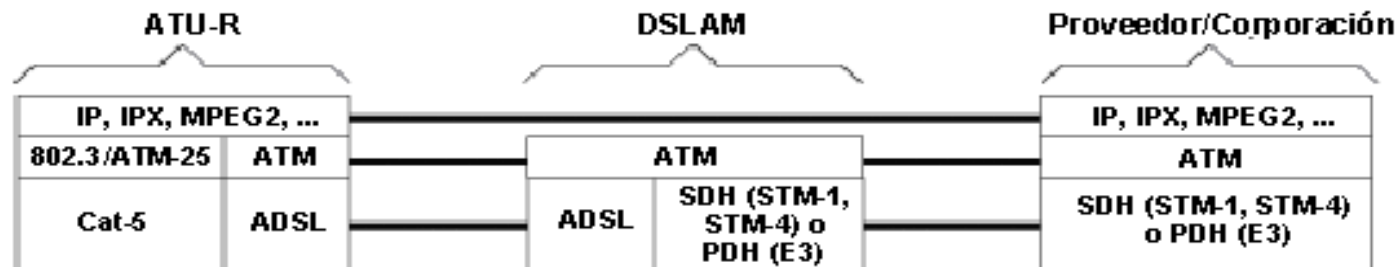
Redes de acceso. ADSL. ATM

- El uso de ATM presenta varias ventajas:
 - Posibilidad de crear varios circuitos virtuales con diferentes QoS.
 - Permite VoIP, TV, videoconferencias, tiempo real
 - Se integra con MPLS
- El DSLAM pasa a ser un concentrador ATM



Redes de acceso. ADSL. ATM

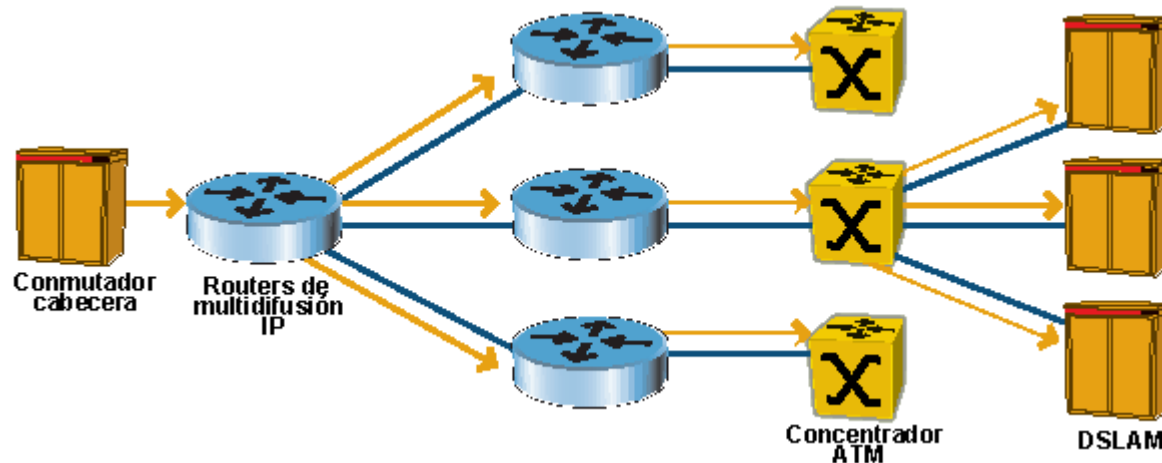
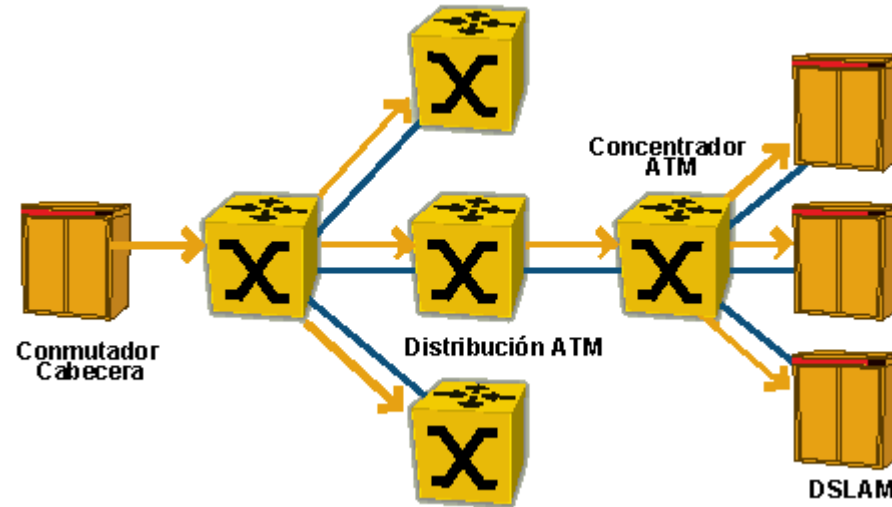
- Arquitectura ATM/ADSL
- El encapsulado puede ser tipo routing o bridging



Redes de acceso. ADSL. ATM

- Difusión

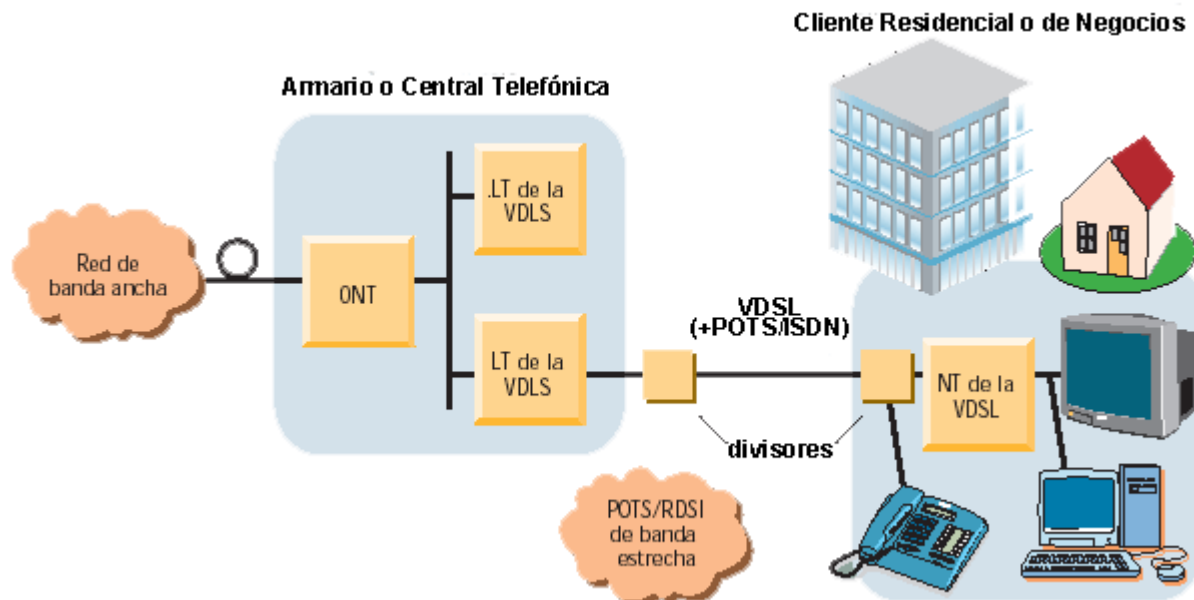
Red ATM



Red IP

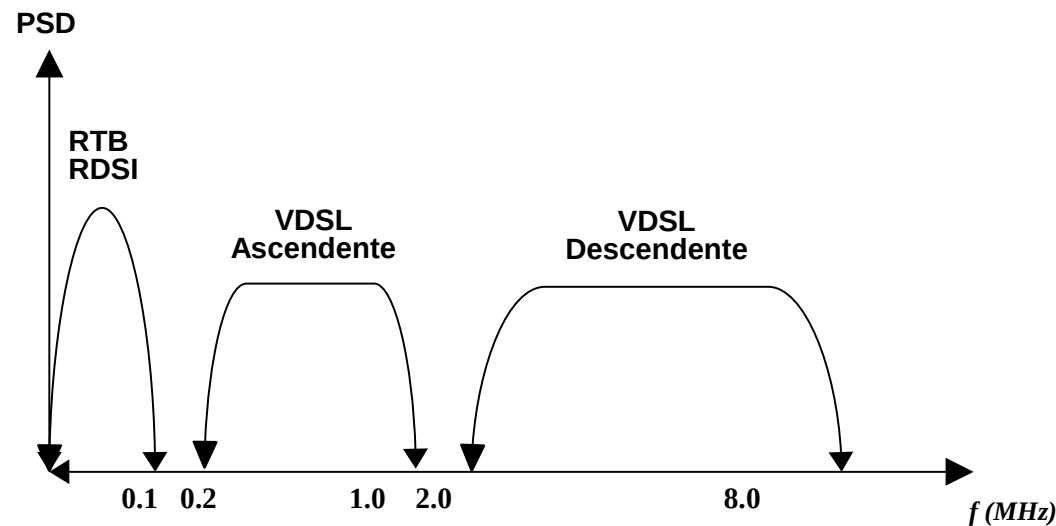
Redes de acceso. VDSL

- VDSL: Very high speed Digital Subscriber Line
- Puede ser simétrica o asimétrica.
- hasta 300 Mbps en canal descendente (VDSL2-Vplus)
- Utiliza fibra hasta puntos muy cercanos al usuario, FTTB (Fiber To The Building) o FTTCab (Fiber to the Cabinet)
- En entorno SOHO, permite video de una calidad superior al de difusión, Internet y llamadas telefónicas de voz de forma simultánea. Permite videoconferencia de gran calidad entre varias localidades, o interconexión de VPN.
- ONT (Terminación de Red Óptica)
- Compatible con RTB y RDSI



Redes de acceso. VDSL

- Compatible con RTB y RDSI
- Servicios asimétricos y simétricos.
- Modulación QAM (Modulación de amplitud en cuadratura). Permite enviar hasta 15 bits por símbolo (tono) en el caso VDSL2.

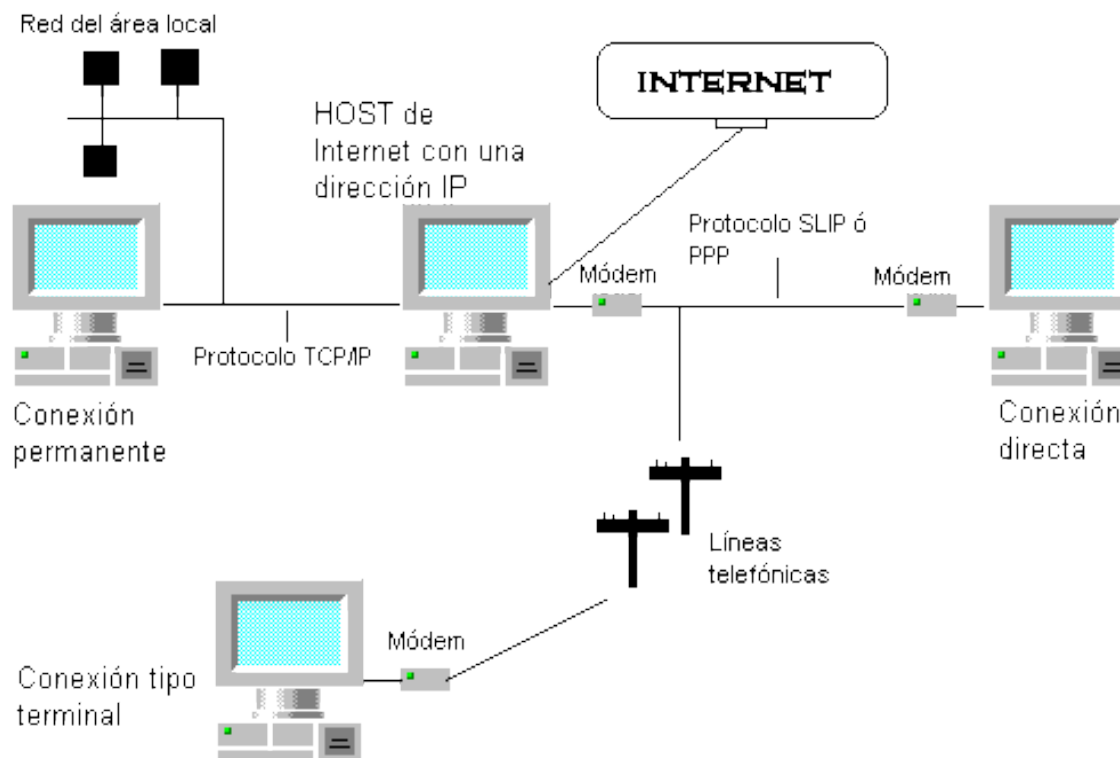


VDSL2



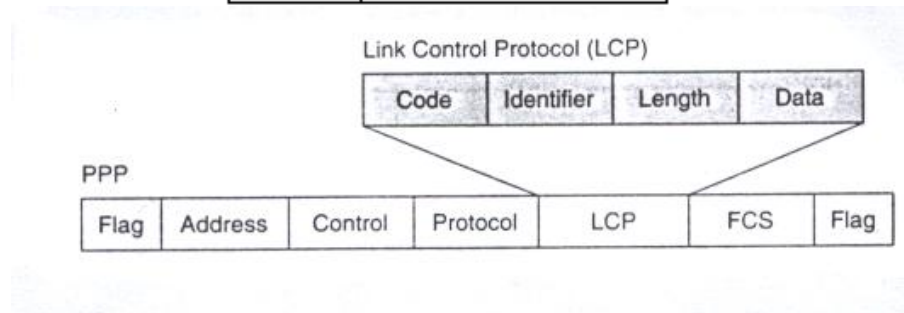
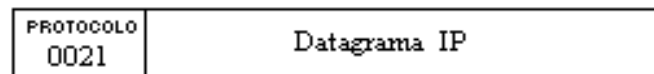
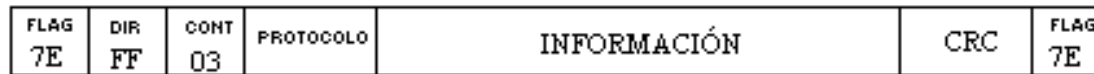
Redes de acceso. RTB

- Uso de modems digital/analógicos en ambos extremos.
- Puede haber relación TCP/IP con la conmutación de circuitos y red telefónica conmutada. Protocolos SLIP y PPP. Se pueden utilizar los protocolos TCP/IP para conectar dos máquinas a través de RTB.



Redes de acceso. RTB

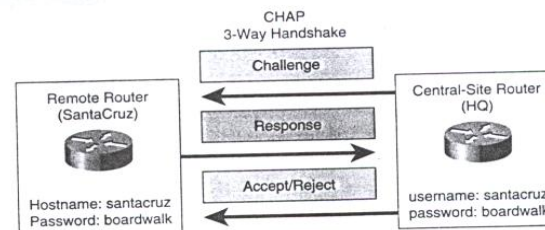
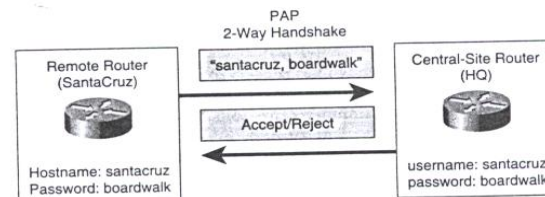
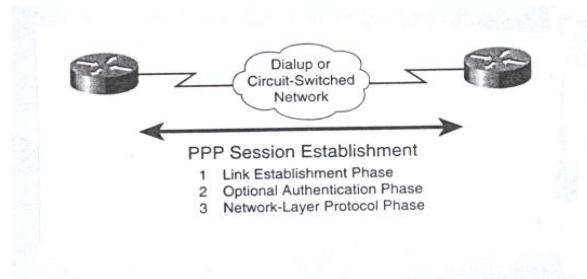
- Protocolo PPP (Point to Point Protocol). RFC 2153
 - Protocolo de nivel de enlace para enlaces punto a punto.
 - Trabaja sobre los siguientes niveles físicos:
 - Líneas serie asíncronas
 - HSSI (High Speed serial interfaces)
 - RDSI (ISDN)
 - Líneas Serie sincronicas
 - Puede trabajar con distintos protocolos de nivel de transporte y red
 - Formato paquete PPP.



Redes de acceso. RTB

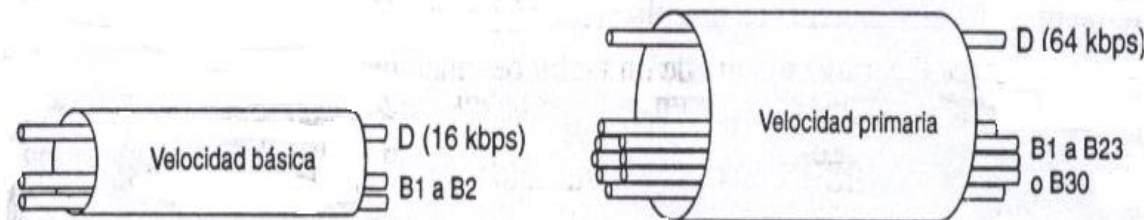
• Funcionamiento PPP.

- Establecimiento de la comunicación física entre módems y establecimiento del protocolo de enlace. Cada dispositivo PPP envía paquetes para comprobar y configurar el enlace. (envío de paquetes de protocolo de enlace, protocolo LCP)
- Autenticación usando protocolos PAP (Password Authentication Protocol) o CHAP (Challenge-Handshake “apretón de manos” Authentication Protocol).
- Negociar el protocolo de nivel de red. Los dispositivos PPP envían paquetes para elegir y configurar uno o más protocolos de red. PPP puede trabajar con IP, IPX, AppleTalk, OSI, etc.



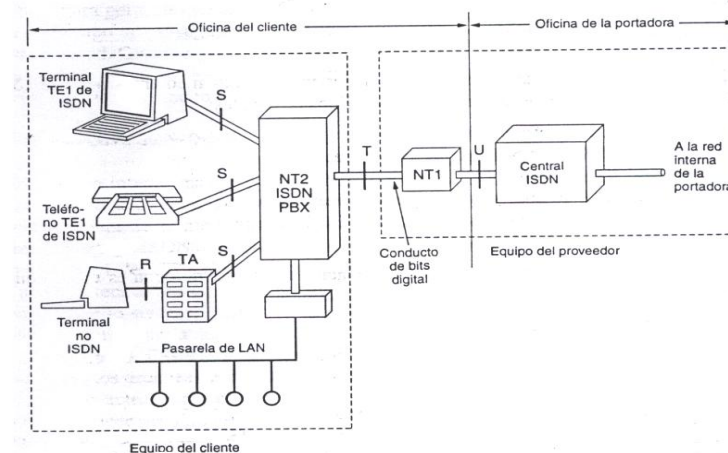
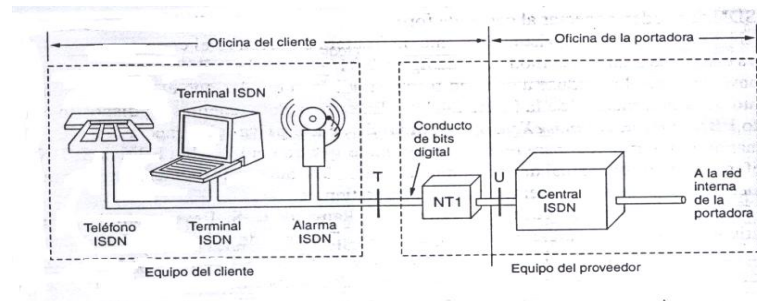
Redes de acceso. RDSI

- RDSI (Red Digital de Servicios Integrados). “Conmutación de canales”. ISDN
- Diseñada para reemplazar los sistemas de telecomunicación públicos.
- Orientada a la conmutación de circuitos.
- Amplia variedad de servicios
- Totalmente digital
- Aprovechan la infraestructura de par trenzado
- División del ancho de banda en canales, “multiplexación por división en el tiempo”.
 - B: digital de 64 kbps para voz o datos
 - D: digital de 16 kbps para señalización.
- Combinación de canales:
 - 2B+D básico
 - 30B+D primario Europa (2Mbps)
 - 23B+D primario EEUU (1'472 Mbps) Suele llamarse T1.



Redes de acceso. RDSI

- En el paso desde el servicio telefónico convencional al RDSI, se aprovecha el bucle de abonado, pero instalando un dispositivo terminal de red, NT1, en el local del cliente conectado. Del otro extremo, en la oficina de la portadora se conecta a una central RDSI.
- Se definen varios puntos de referencia
 - U: conexión entre central RDSI en la oficina de la portadora y el NT1.
 - T: conexión que proporciona el NT1
 - S: conexión entre la centralita RDSI del usuario y los terminales
 - R: conexión con un terminal no RDSI a través de un adaptador.



Redes de acceso. CaTV

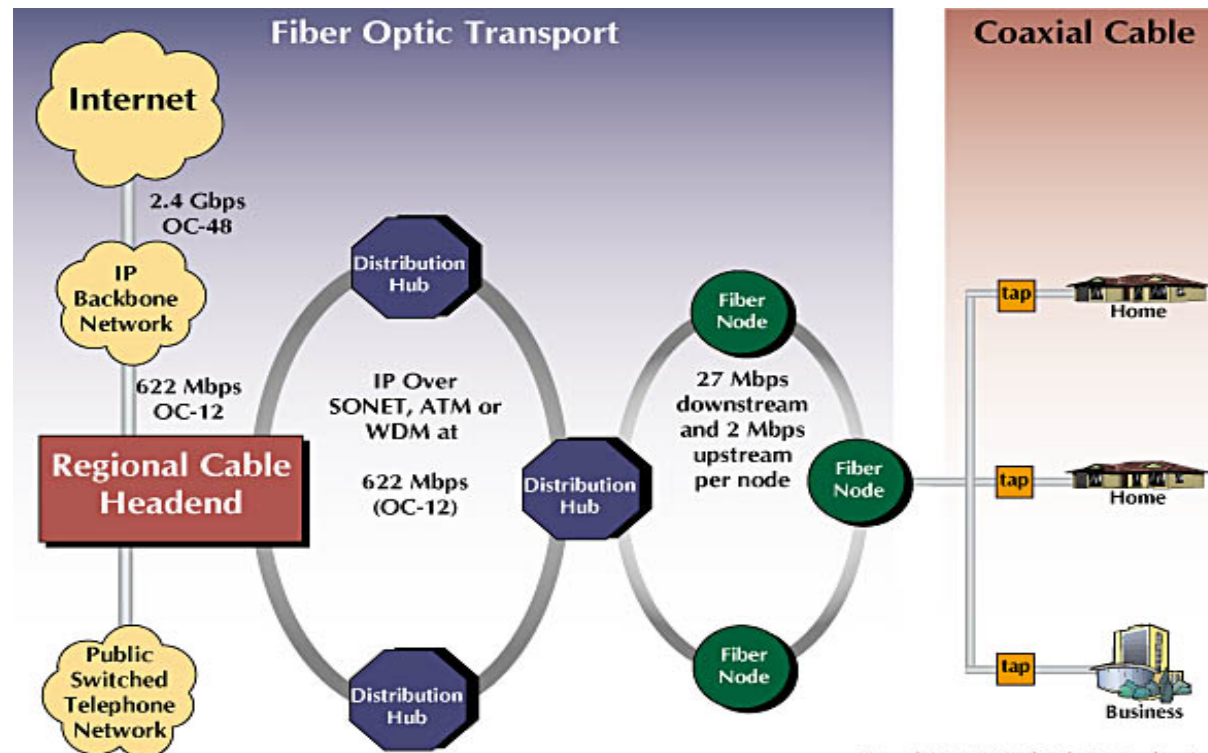


- Utiliza la infraestructura de la televisión por cable para la transmisión de datos, en lugar de la infraestructura de par de cobre.
- Se basan en infraestructuras HFC (Híbrido Fiber Coaxial). Tecnologías de capa de enlace 802.14.
 - FTTH (Fiber to the home). Fibra hasta el usuario. Es la de mayor ancho de banda pero la más cara. Topología tipo estrella llegando una fibra a cada usuario.
 - FTTC (Fiber To The Curb). Fibra hasta el barrio o edificio y coaxial hasta el usuario. Es más barato que la FTTH.
 - FTTN (Fiber To The Node). Es el más puro HFC. Cada 300 o 500 usuarios se unen con un cable coaxial en forma de bus. Los coaxiales se concentran en los nodos que se unen mediante fibra óptica. El más barato y más utilizado.
- Permite la recepción de TV, telefonía y acceso a Internet.
- Subida aprox. 5Mbps.
- Bajada aprox. 50Mbps.
- Distancias superiores a 100Km.

Redes de acceso. CaTV

• FTTN.

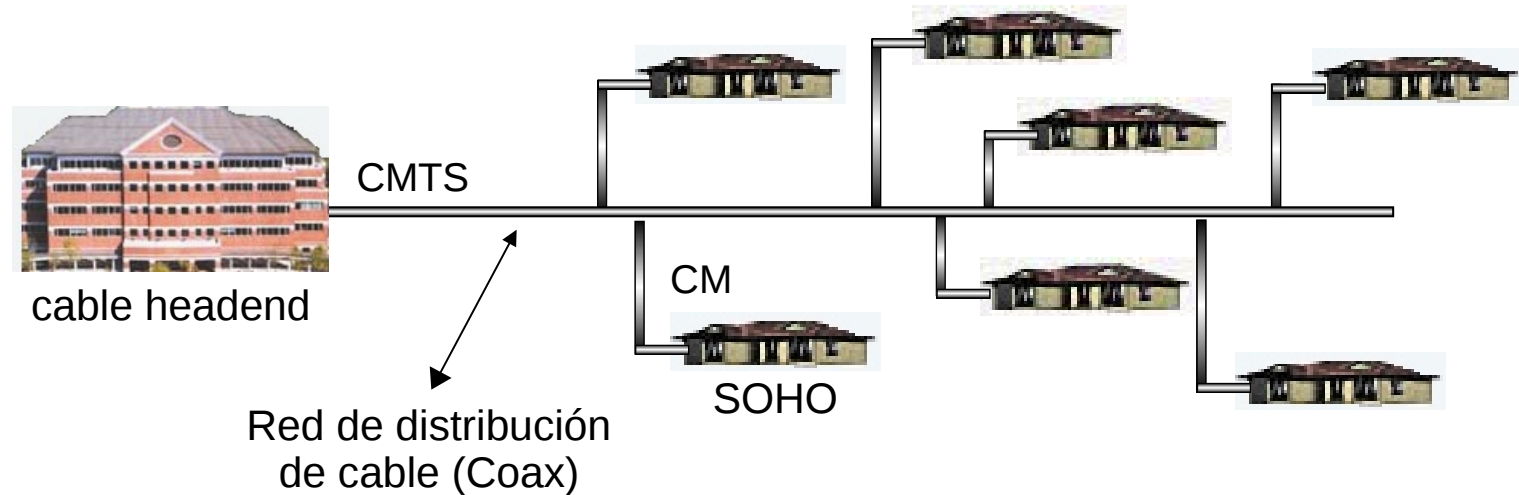
- Elementos de red: dispositivos específicos para cada servicio que el operador conecta tanto en los puntos de origen de servicio como en los puntos de acceso al servicio.
- Infraestructura HFC: incluye la fibra óptica y el cable coaxial, los transmisores ópticos, los nodos ópticos, los amplificadores de radiofrecuencia, taps y elementos pasivos.
- Terminal de usuario: set-top-box, cablemodems y unidades para integrar el servicio telefónico.



Redes de acceso. CaTV

• FTTN.

- Cable de fibra óptica desde la compañía de cable hasta las diferentes vecindades o áreas.
- La fibra es convertida en cable coaxial al momento de realizar la distribución a los hogares.
- Entre 500 y 5000 oficinas SOHO.
- Canal de bajada, en un canal de 8 Mhz del cable (igual que la TV). En EEUU 6Mhz
- Canal de subida de 2 Mhz.
- Cable modem (CM)
- Cable modem Termination system (CMTS)
- Cable Headend. Lugar donde se ubica el CMTS.
- Especificación DocSis: Data Over Cable Interfaz Specification
- En despliegue la especificación 3.0.
- Permite:
 - Ipv6
 - Bonding. Velocidades superiores a 100Mbps.
 - Mas seguridad.



Redes de acceso. CaTV

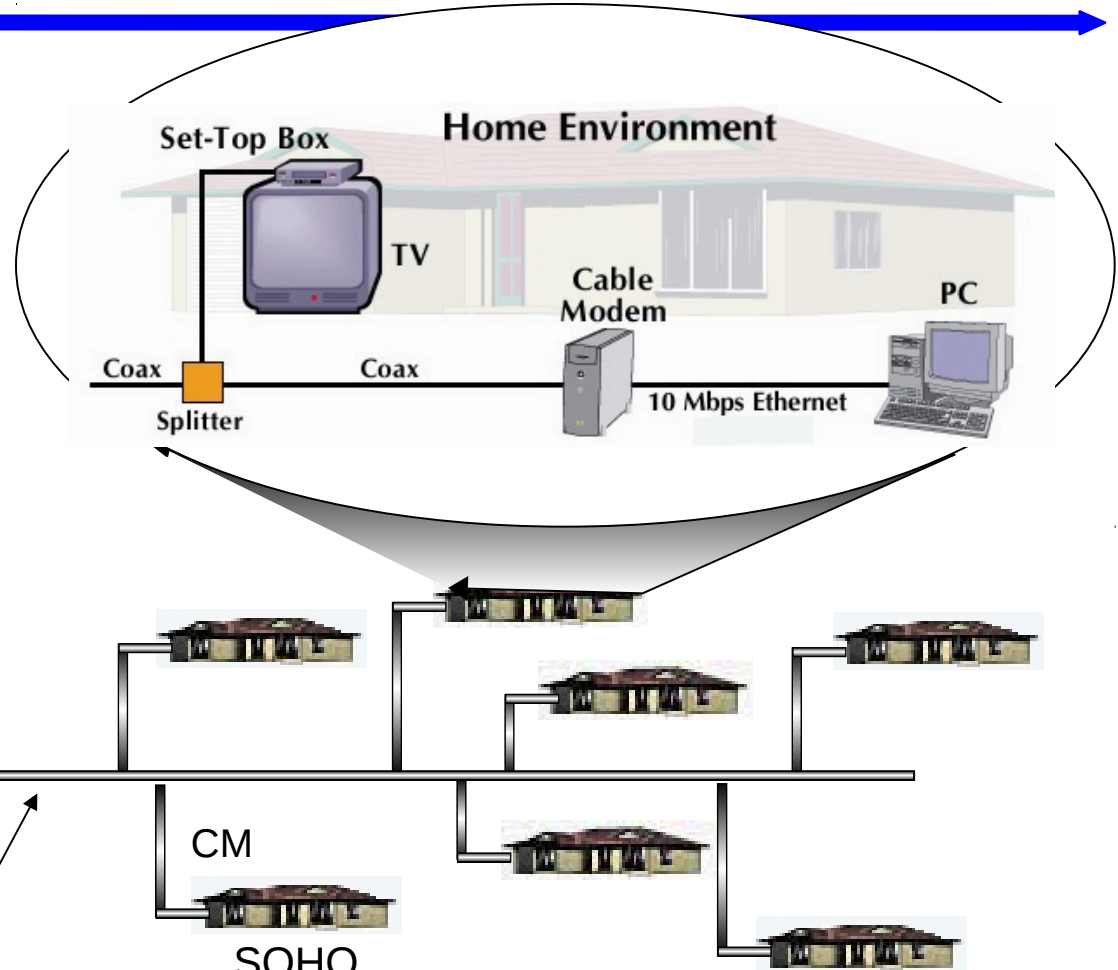
● FTTN.

Frecuencia	42-850 Mhz (USA) 65-850 MHz (Europa)	
Ancho de Banda	6 Mhz en USA 8 Mhz en Europa	
Modulación	64-QAM y 6 bits/símbolo 256-QAM y 8 bits/símbolo	
	64-QAM	256-QAM
6 MHz	31.2 Mbps	41.6 Mbps
8 Mhz	41.4 Mbps	55.2 Mbps



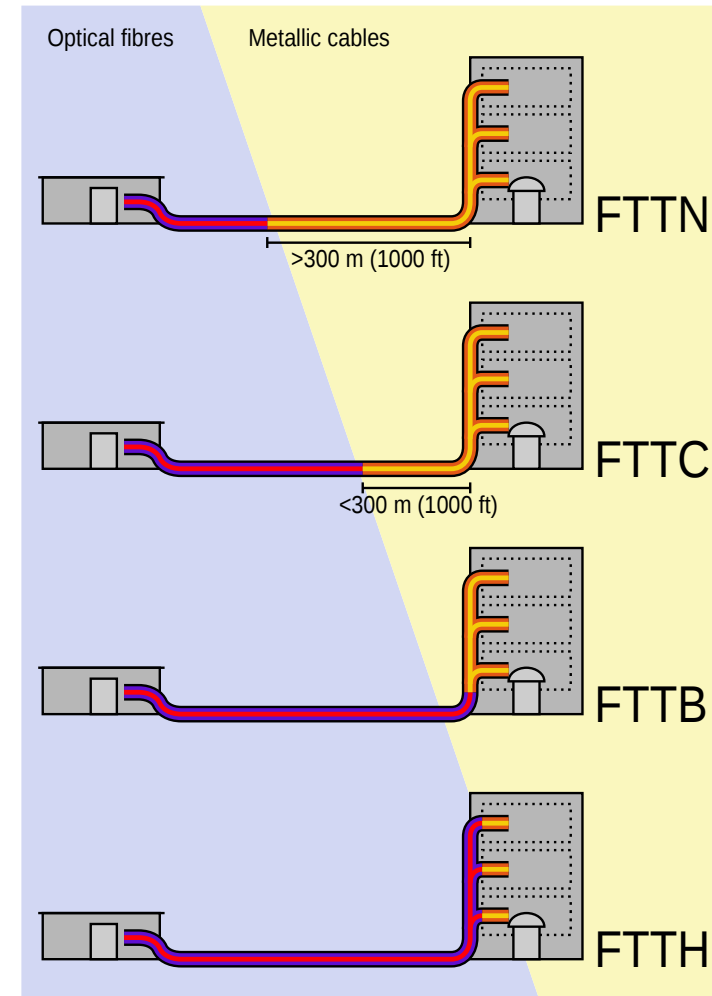
cable headend

CMTS
Red de distribución de cable (Coax)



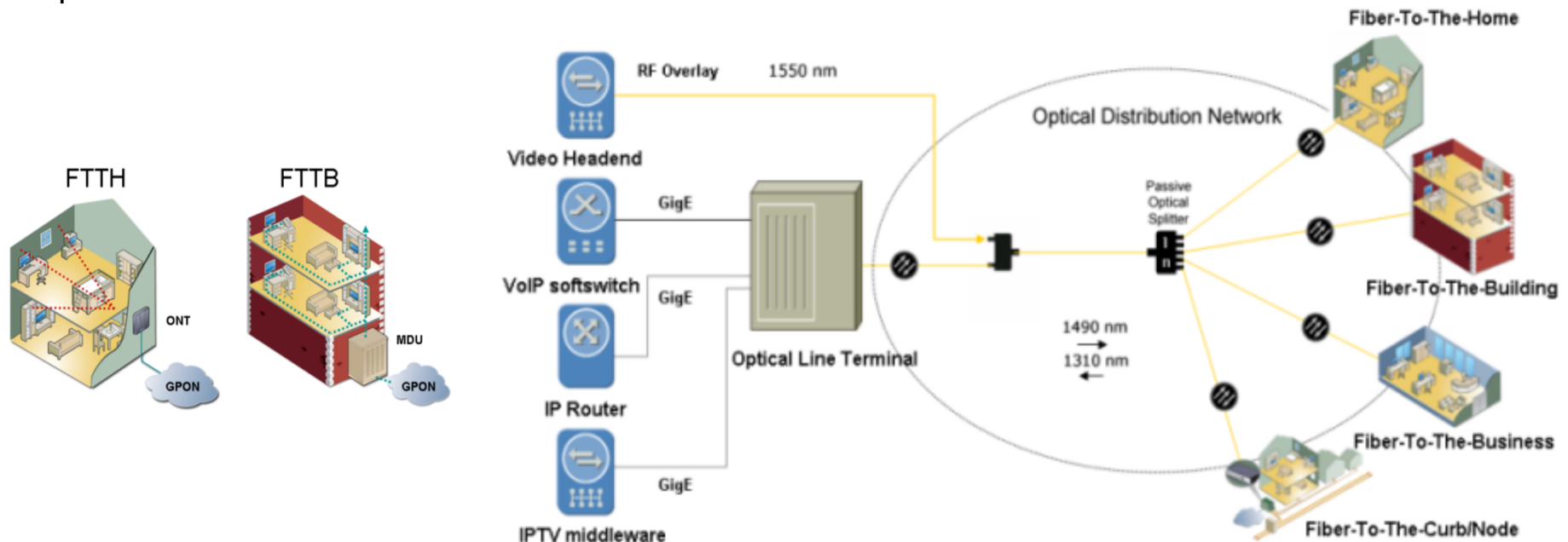
Redes de acceso. Fibra óptica

- Se conoce como “acceso por fibra óptica” a todas las tecnologías de capa de enlace que usan las particularidades de la fibra óptica como medio de transmisión.
- Velocidades de varios centenares de Mbps. El límite está actualmente en las interfaces.
- Amplias distancias, pocos elementos electrónicos (GPON), costes en descenso.
- Terminología FTTx (Fiber To The)
 - FTTH (home). La fibra llega hasta la pasarela terminal (en el domicilio/oficina. En general MMF.
 - FTTB (building). La fibra llega hasta un punto cercano al edificio. Desde allí, el medio suele ser par de cobre hasta el usuario, con tecnología de acceso VDSL. En general SMF.
 - FTTN (neighborhood). La fibra llega hasta un nodo del vecindario. El método final de llegar al domicilio suele ser VDSL. En general SMF.



Redes de acceso. Fibra óptica

- SONET/SDH es el esquema de codificación de luz estandarizado para fibra óptica
- Dos grupos tecnológicos ASON (Active Optical Network) que tiene elementos activos (electrónicos) intermedios y PON (Pasive Optical Network). Mas extendido el PON, particularmente el GPON (Gigabit PON).
- Términos GPON: OLT (Optical Line Terminal) en las dependencias del operador. ONT (Optical Networking Terminal) en las dependencias del FTTH. MDU (Multi-Dwelling Units) en las dependencias del FTTB/N.



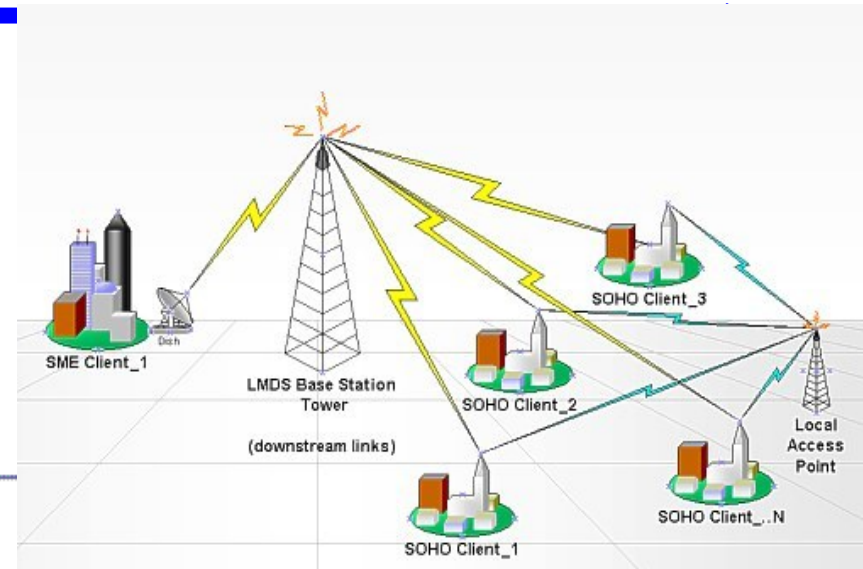
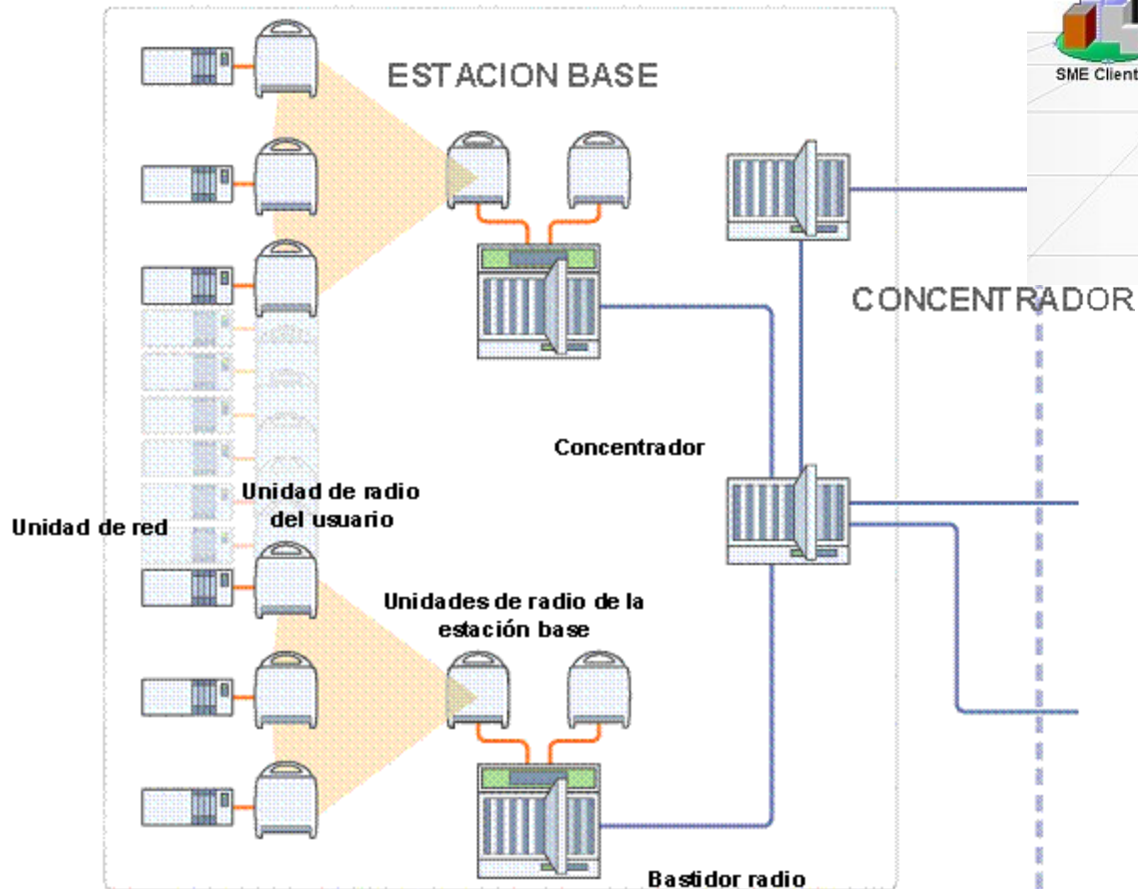
Redes de acceso. LMDS/MMDS



- LMDS: Local Multipoint Distribution Service. Sistema de Distribución Local Multipunto. Adecuado para la transmisión bidireccional de datos.
- MMDS: Multichannel Multipoint Distribution Service. Servicio de distribución multicanal multipunto. Adecuado para difusión de televisión. Se utiliza como acceso inalámbrico a redes CaTV junto con tecnología DOCSIS.
- Tecnología celular de acceso a núcleos poblacionales, polígonos industriales u organizaciones.
- Tecnología de conexión vía radio inalámbrica en la banda de microondas licenciadas, en torno a los 28GHz (LMDS) o en bandas de 3 a 3.5GHz (MMDS) que permite el despliegue de servicios fijos de voz, acceso a Internet, comunicaciones de datos en redes privadas, y video bajo demanda.
- Distancia de enlace: desde los 100 m hasta 35 km .
- Velocidades superiores a 8Mbps simétricos.
- LMDS puede trabajar en entornos ATM, TCP/IP y MPEG-2 .

Redes de acceso. LMDS/MMDS

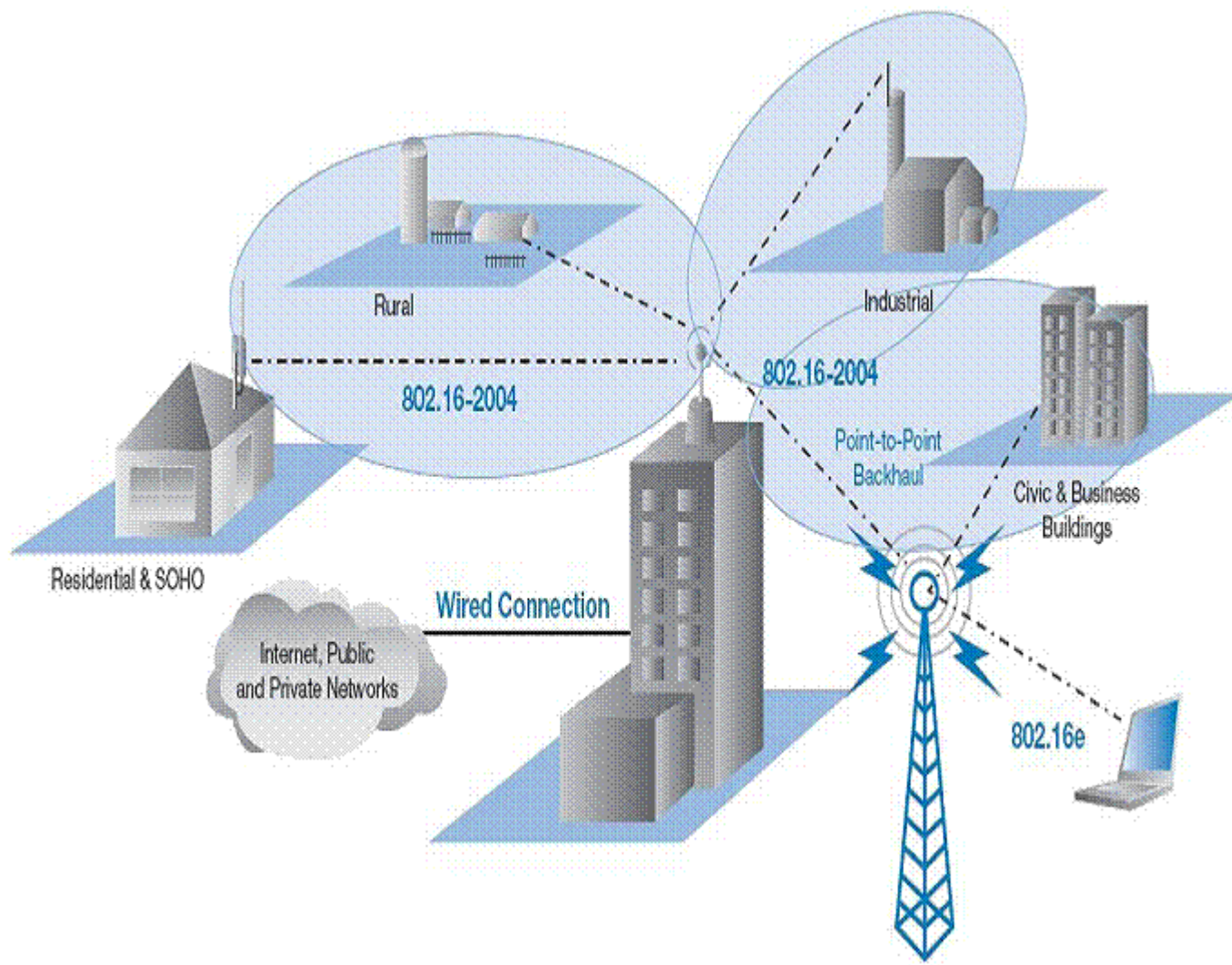
EMPLAZAMIENTOS DE
USUARIO



Redes de acceso. WiMax

- 
- WiMax: Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas).
 - Norma IEEE 802.16 MAN.
 - 802.16d: terminales fijos.
 - 802.16e: terminales móviles.
 - Radio de cobertura cerca de 50Kms
 - Velocidades hasta 124Mbps.
 - Anchos de canal entre 1,5 y 20 Mhz
 - Modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division), con 2048 señales portadoras.
 - Banda de frecuencias de hasta 11 GHz para conexiones con y sin línea de visión, y entre 10 GHz y 66 GHz para conexiones con línea de visión.
 - Topología punto-multipunto y de malla.
 - Bandas licenciadas y de uso libre, dependiendo de la legislación de cada país.
 - Aplicaciones para la transmisión de voz, video y datos.
 - Implementación de características QoS (*quality of service*).

Redes de acceso. WiMax



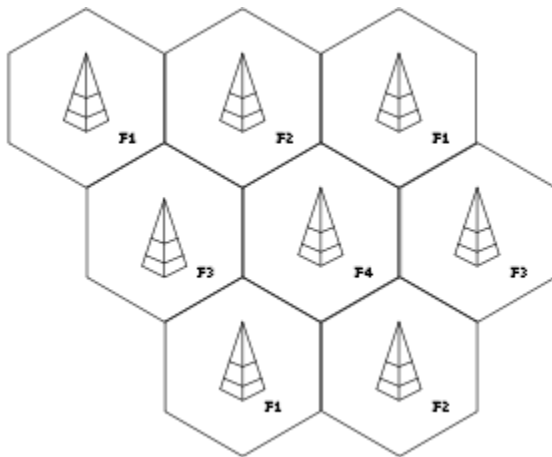
Redes de acceso. Redes celulares 3G/4G

Redes celulares:

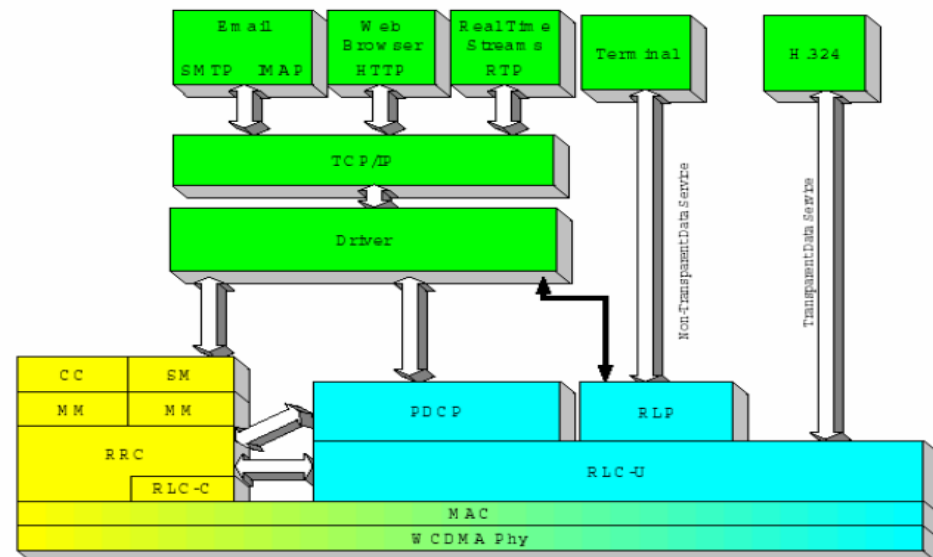
- División por áreas
- Reutilización de frecuencias
- Multiplexación por TDMA, FDMA, CDMA y OFDMA.
- Concepto de Handover: sistema para transferir el servicio de una estación (BTS, NodeB, EnodeB) a otra.

3G:

- Conglomerado de tecnologías, también llamadas Pre-4G. Destacan UMTS (HSPA) y 3GPP2.
- Velocidad mínima 200kbps, aunque UMTS (HSPA+) puede llegar a 28Mbps de bajada y 22Mbps de subida.
- Conmutación híbrida
 - Conmutación de circuitos para voz
 - Conmutación de paquetes para datos



Protocol stack in UMTS terminal



Redes de acceso. Redes celulares 3G/4G



- 4G:
 - Nuevo conglomerado de tecnologías, también llamadas LTE. Destacan **LTE-Advanced** y 802.16m (WiMAX).
 - Velocidad inicial requerida:
 - 1 Gbps bajada, 500 Mbps subida, para estacionario
 - 100 Mbps bajada, 50 Mbps subida, para móvil.
 - Conmutación de paquetes para voz y datos.
 - Soporte IPv6. No obstante uso masivo de NAT.

- 5G: en experimentación ... pruebas