



Tecnologies de Xarxes de Computadors

Tema 5. Redes de acceso

Davide Careglio

Temario

- Tema 1. Introducció
- Tema 2. Seguritat en xarxes
- Tema 3. Xarxes troncales
- Tema 4. QoS
- Tema 5. Xarxes d'accés cableades

Temario

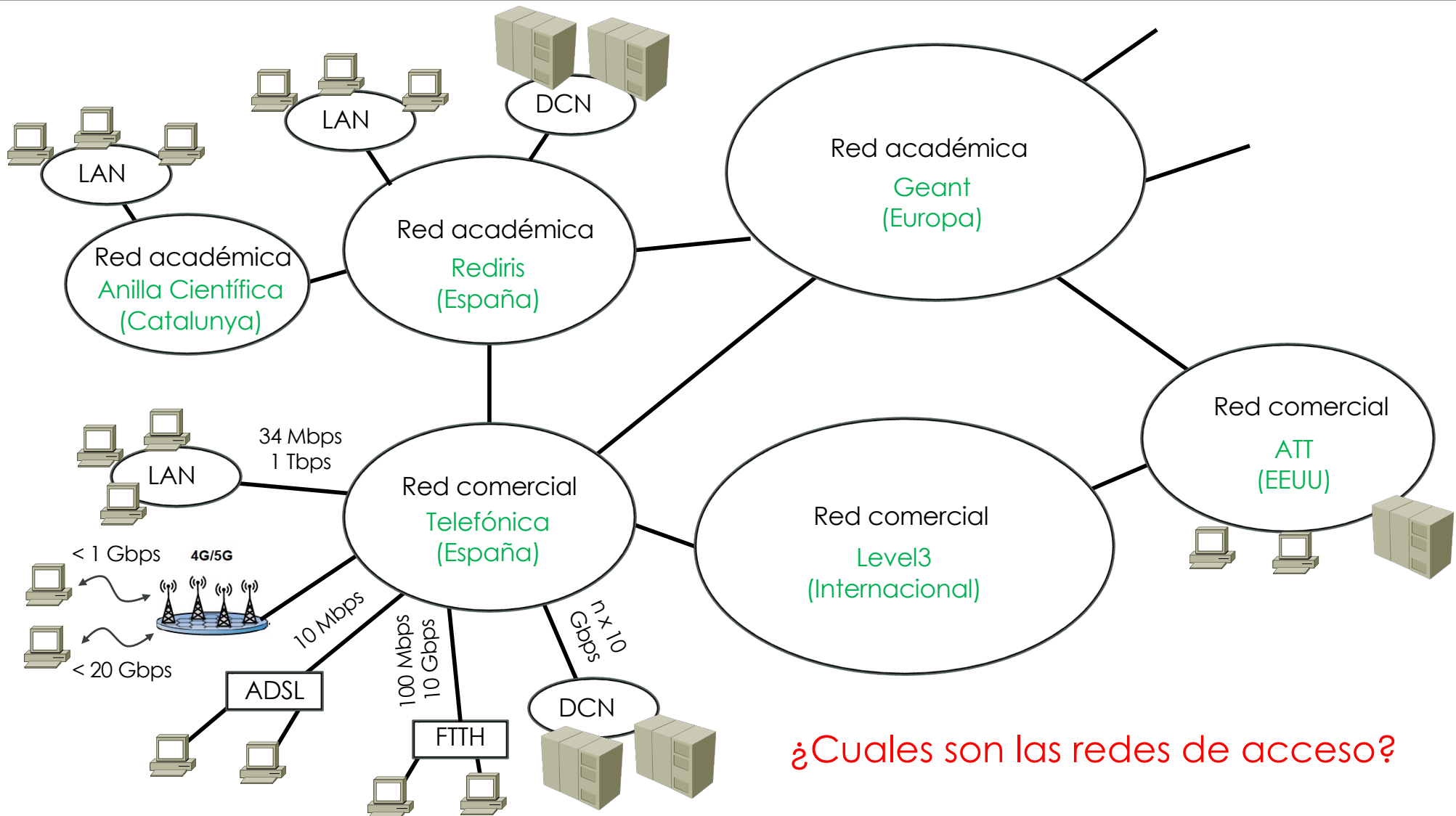
- Tema 1. Introducció
- Tema 2. Seguritat en xarxes
- Tema 3. Xarxes troncales
- Tema 4. QoS
- Tema 5. Xarxes d'accés cableades

Índice

- Introducción
- Clientes
- Broadband over power lines
- Redes x Digital Subscriber Line (xDSL)
- Hybrid Fiber Coaxial (HFC)
- Redes Fiber To The x (FTTx)
- Nueva Ethernet de Banda Ancha (NEBA)

5.1 - Introducción

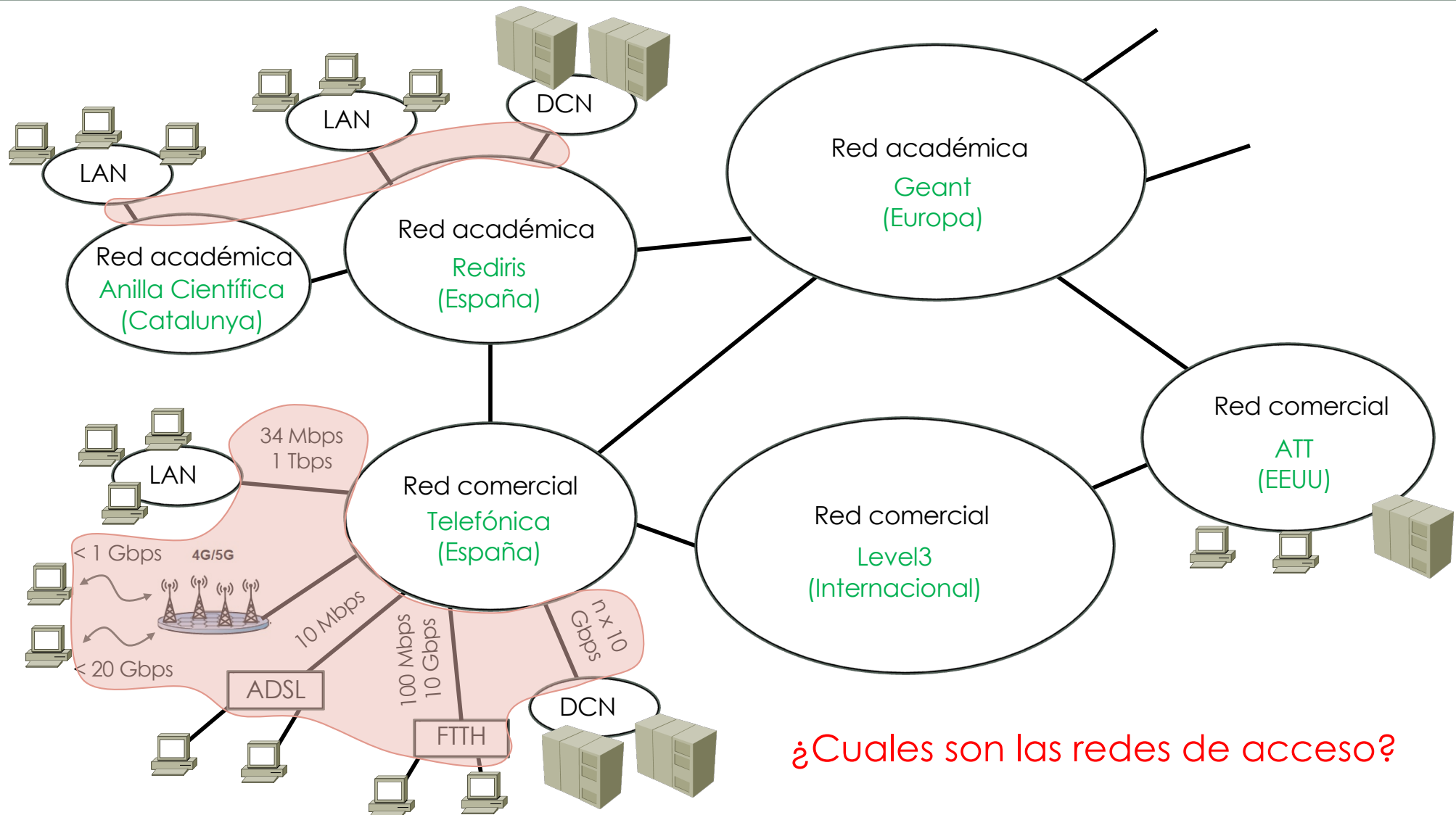
Redes de acceso



¿Cuales son las redes de acceso?

5.1 - Introducción

Redes de acceso



5.1 – Introducción

Redes de acceso

- Se suele hablar de redes de banda ancha
 - Un termino algo histórico que indica que están pensada para transportar información a velocidad elevada
 - En comparación con las transmisiones previas a Internet
- Redes de banda estrecha
 - Red telefónica conmutada (antiguo teléfono fijo)
 - Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)
 - Global System for Mobile communications (GSM) (2G)
 - Redes de radiodifusión en amplitud y frecuencia (AM/FM)
 - Redes analógicas de televisión (TV)

5.1 – Introducción

Tipos de redes de acceso

- Cableada
 - Par de cobre
 - Cable coaxial
 - Fibra óptica
 - Red eléctrica
- No cableada
 - Inalámbrico
 - Satélite

5.1 – Introducción

Características de redes de acceso

Tecnología	Medio físico	Distancia	Velocidad	Organismo
x Digital Subscriber Line (xDSL)	Par de cobre	6 km	100 Mbps	UIT-T, ETSI
Hybrid Fiber Coaxial (HFC)	Fibra óptica y cable coaxial	40 km	dl 1 Gbps ul 50 Mbps	DOCSIS, DVB
Broadband over power lines (BPL)	Cable eléctrico	-	-	ETSI, IEEE
Fiber To The x (FTTx)	Fibra óptica	20 km	10 Gbps	UIT-T, FSAN
Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)	Inalámbrico	40-70 km	100 Mbps	IEEE
Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) (3G)	Inalámbrico	3 km	dl 20 Mbps up 3 Mbps	ETSI
Long term evolution (LTE) (4G)	Inalámbrico	5-50 km	dl 150 Mbps up 50 Mbps	ETSI, 3GPP
5G	Inalámbrico	1 km	dl 10 Gbps ul 1 Gbps	3GPP
Satellite Broadband	Satélite	500-36.000 km	dl 200 Mbps ul 20 Mbps	

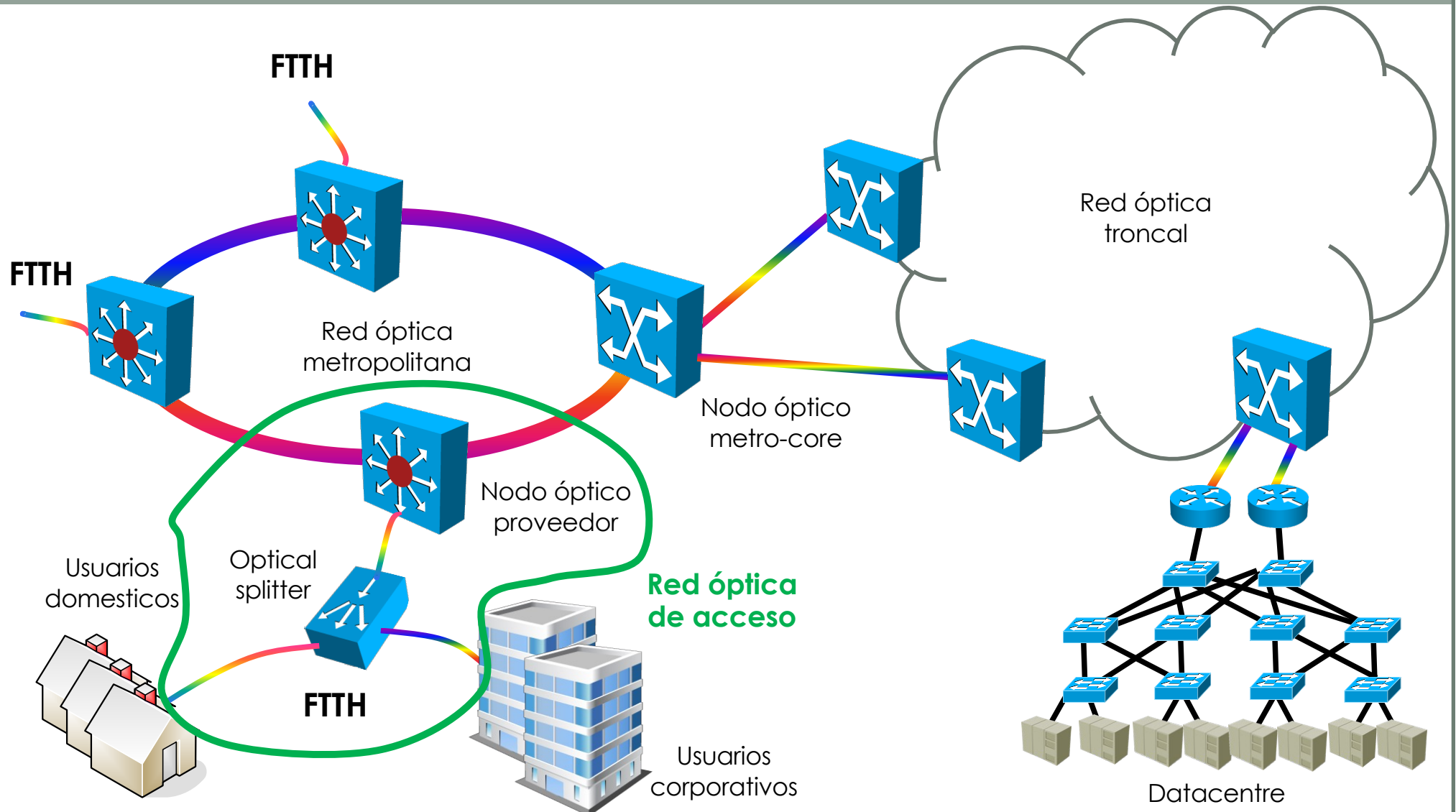
5.1 – Introducción

Características de redes de acceso

Tecnología	Medio físico	Distancia	Velocidad	Organismo
x Digital Subscriber Line (xDSL)	Par de cobre	6 km	100 Mbps	UIT-T, ETSI
Hybrid Fiber Coaxial (HFC)	Fibra óptica y cable coaxial	40 km	dl 1 Gbps ul 50 Mbps	DOCSIS, DVB
Broadband over power lines (BPL)	Cable eléctrico	-	-	ETSI, IEEE
Fiber To The x (FTTx)	Fibra óptica	20 km	10 Gbps	UIT-T, FSAN
Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)	Inalámbrico	40-70 km	100 Mbps	IEEE
Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) (3G)	Inalámbrico	3 km	dl 20 Mbps up 3 Mbps	ETSI
Long term evolution (LTE) (4G)	Inalámbrico	5-50 km	dl 150 Mbps up 50 Mbps	ETSI, 3GPP
5G	Inalámbrico	1 km	dl 10 Gbps ul 1 Gbps	3GPP
Satellite Broadband	Satélite	500-36.000 km	dl 200 Mbps ul 20 Mbps	

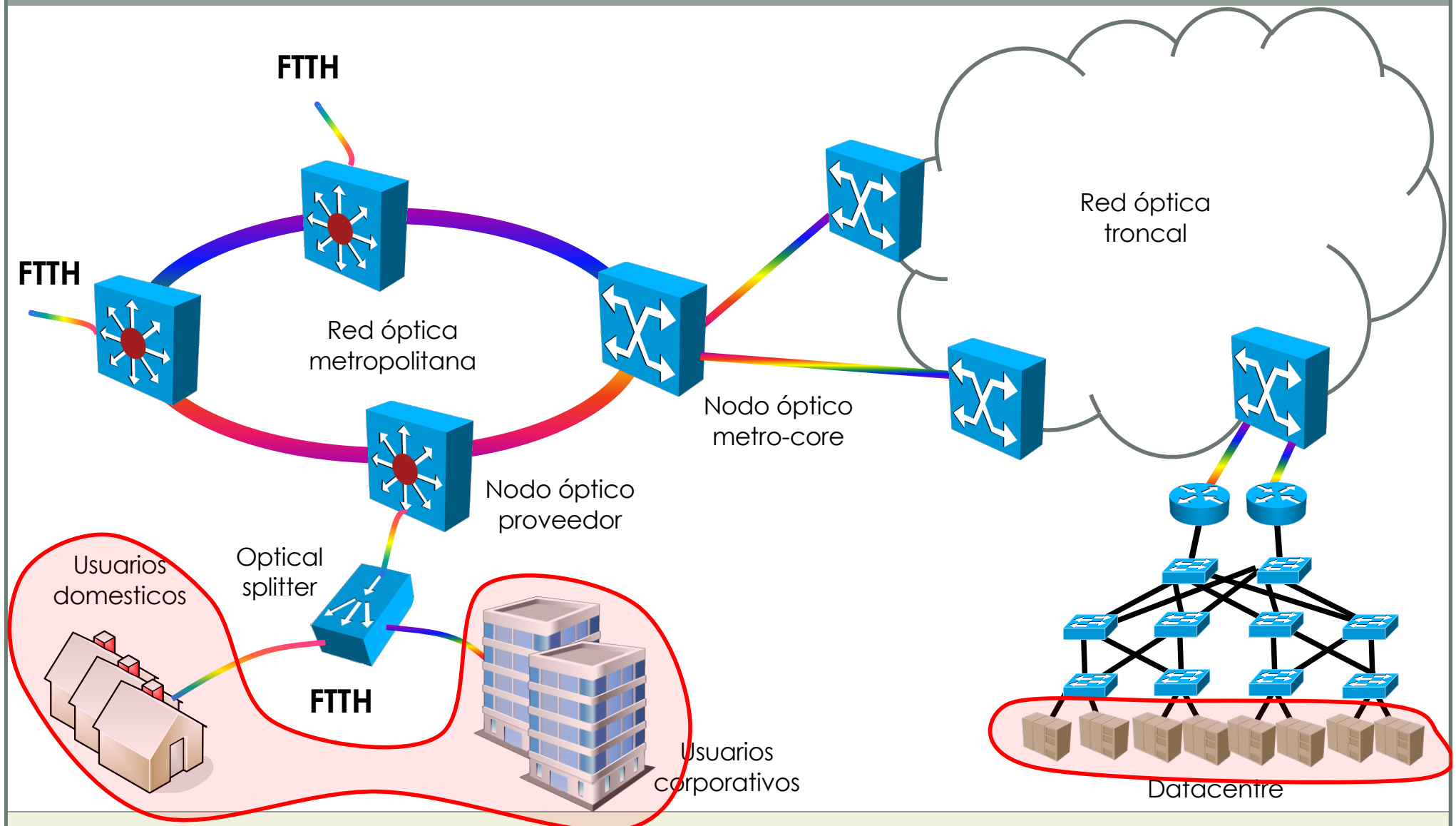
5.1 – Introducción

Situación actual más común: del host al server



5.1 – Introducción

Situación actual más común: del host al server



Índice

- Introducción
- **Clientes**
- Broadband over power lines
- Redes x Digital Subscriber Line (xDSL)
- Hybrid Fiber Coaxial (HFC)
- Redes Fiber To The x (FTTx)
- Nueva Ethernet de Banda Ancha (NEBA)

5.2 – Cliente

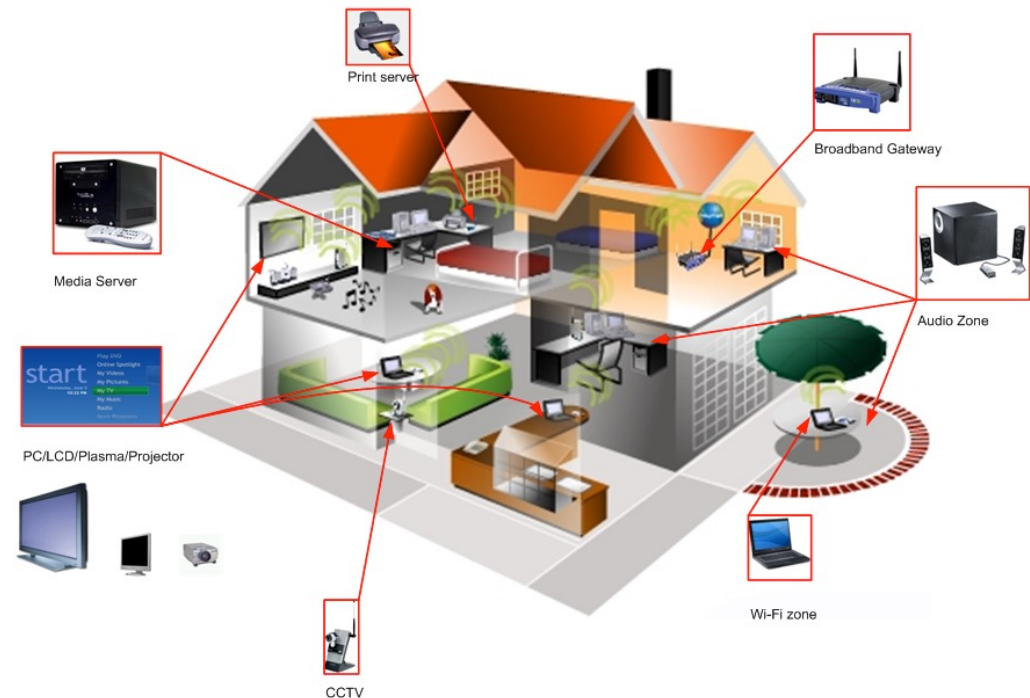
Cientes más comunes de una red de acceso

- Red domestica
- Red corporativa
- Red de data centre

5.2 – Cliente

Red domestica: características

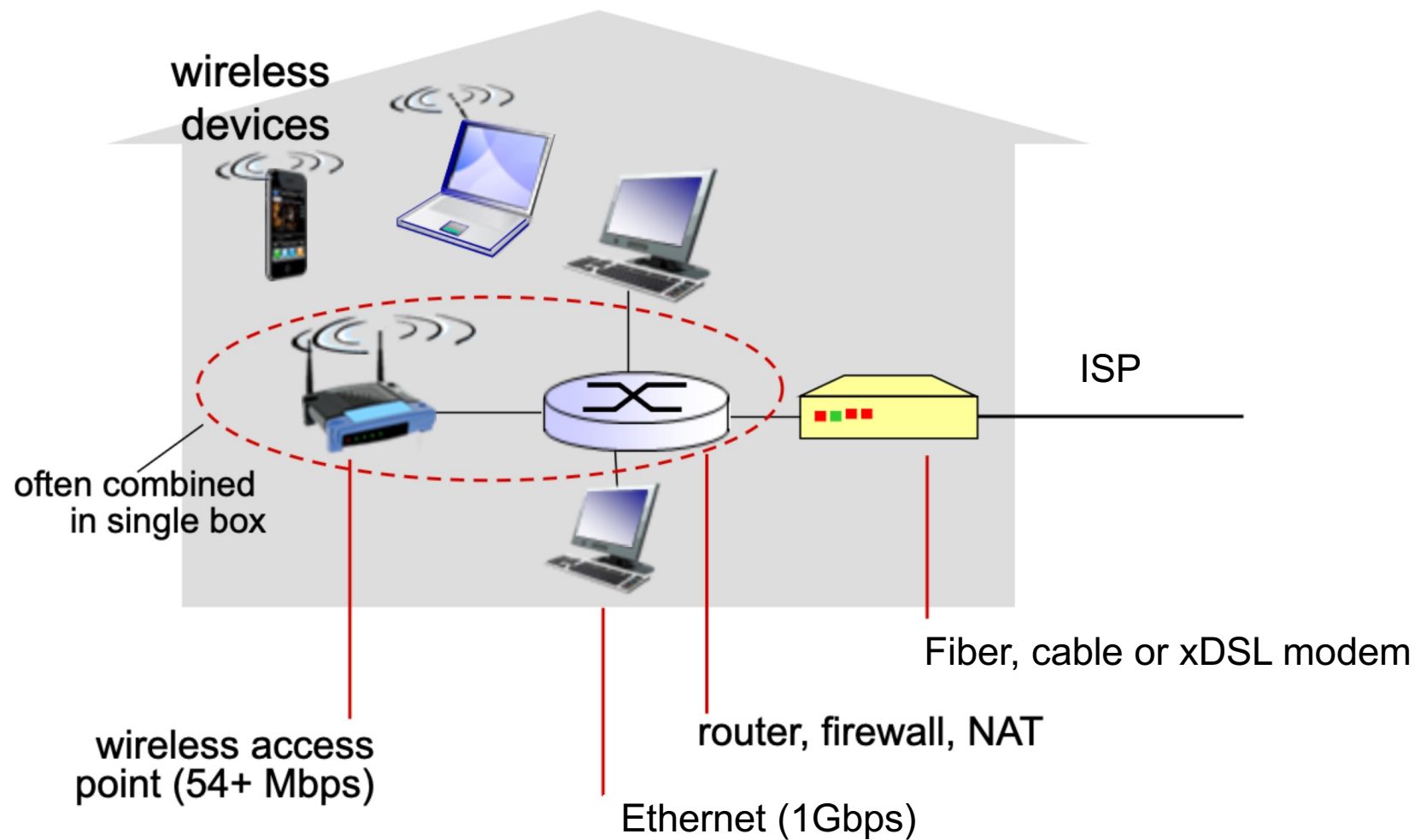
- Unos pocos dispositivos (max 10/15)
- Red de unos 100 m de diámetro
- Generalmente se descarga más de lo que se sube
 - downstream > upstream
- Aplicaciones
 - Audio/video
 - Web
 - Gaming
 - Acceso remoto / Teletrabajo



Fuente imagen: <https://eavht.com/Home-Networking>

5.2 – Cliente

Red domestica: tecnologías

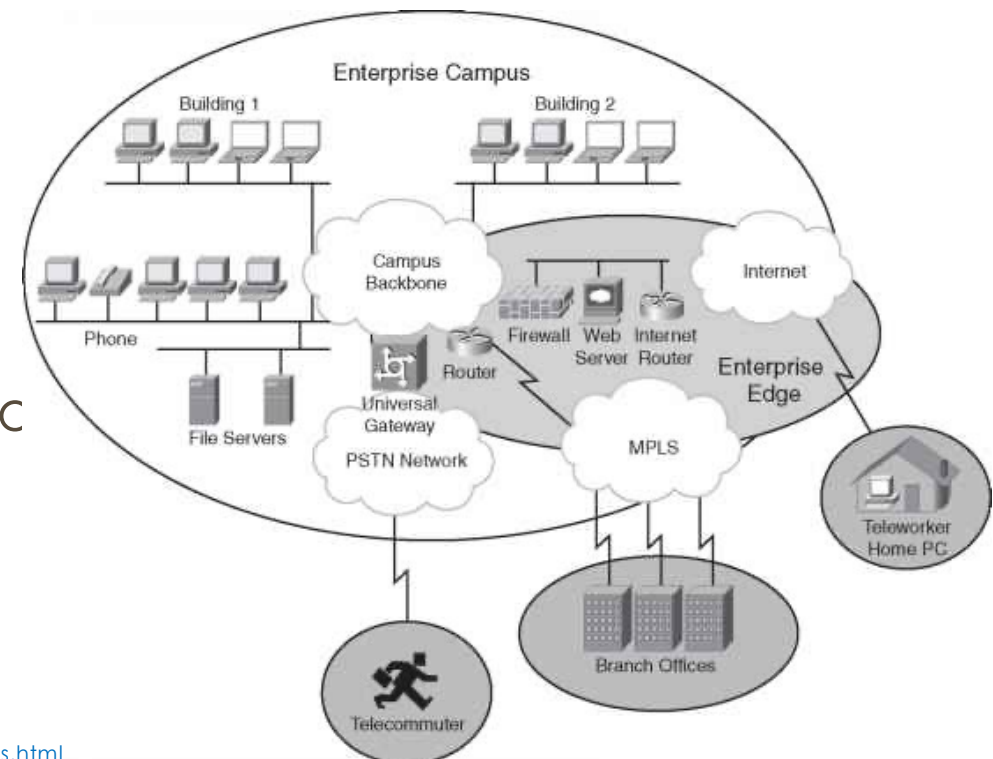


Fuente imagen: J.F. Kurose, K.W. Ross, "Computer Networking: a top-down approach", Pearson, 2020

5.2 – Cliente

Red corporativa: características

- Miles de dispositivos (o mas con IoT) de diferentes tipos
- Diferentes edificios en un radio de algunos km
- Cloud hibrido
 - Datacentre interno
 - Algunos servicios en el Cloud
- Conectividad con otras sedes
- Acceso remoto/VPN
- Upstream/Downstream simétrico
- Aplicaciones heterogéneas
- Seguridad y disponibilidad



Fuente imagen: <https://www.ccexpert.us/network-design/enterprise-campus-modules.html>

5.2 – Cliente

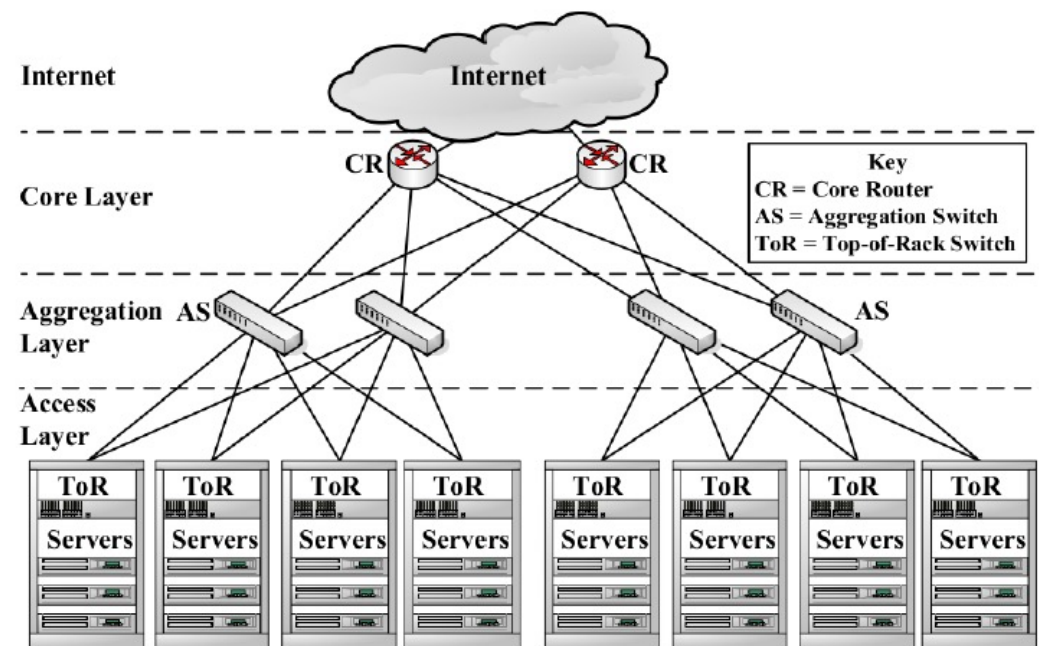
Red corporativa: tecnologías

- VPN gateway
- Firewall
- Routers
- Switches
- Hosts
- Servers
- NAT/PAT
- Network monitoring
- Intrusion Detection System
- Proxies
- Gigabit Ethernet (fibra + par trenzado)
- WiFi 6
- ...

5.2 – Cliente

Red de data centre

- Arquitectura 3-tier
- Muchos servers concentrados en poco espacio
- Upstream > Downstream
- Aplicaciones heterogéneas
- Seguridad y disponibilidad
- Mucho trafico interno



Fuente imagen: <https://www.grotto-networking.com/BBNetVirtualizationDataCenter.html>

5.2 – Cliente

Red de data centre: tecnologías

- Routers
- Switches de agregación
- Top of the rack switches
- Servers
- Fibra óptica
- Sistema paralelo para monitorización y seguridad

5.2 – Cliente

Velocidades necesarias

- ¿Red domestica?
- ¿Red corporativa?
- ¿Red de data centre?

5.3 – BPL

Características de redes de acceso

Tecnología	Medio físico	Distancia	Velocidad	Organismo
x Digital Subscriber Line (xDSL)	Par de cobre	6 km	100 Mbps	UIT-T, ETSI
Hybrid Fiber Coaxial (HFC)	Fibra óptica y cable coaxial	40 km	dl 1 Gbps ul 50 Mbps	DOCSIS, DVB
Broadband over power lines (BPL)	Cable eléctrico	-	-	ETSI, IEEE
Fiber To The x (FTTx)	Fibra óptica	20 km	10 Gbps	UIT-T, FSAN
Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)	Inalámbrico	40-70 km	100 Mbps	IEEE
Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) (3G)	Inalámbrico	3 km	dl 20 Mbps up 3 Mbps	ETSI
Long term evolution (LTE) (4G)	Inalámbrico	5-50 km	dl 150 Mbps up 50 Mbps	ETSI, 3GPP
5G	Inalámbrico	1 km	dl 10 Gbps ul 1 Gbps	3GPP
Satellite Broadband	Satélite	500-36.000 km	dl 200 Mbps ul 20 Mbps	

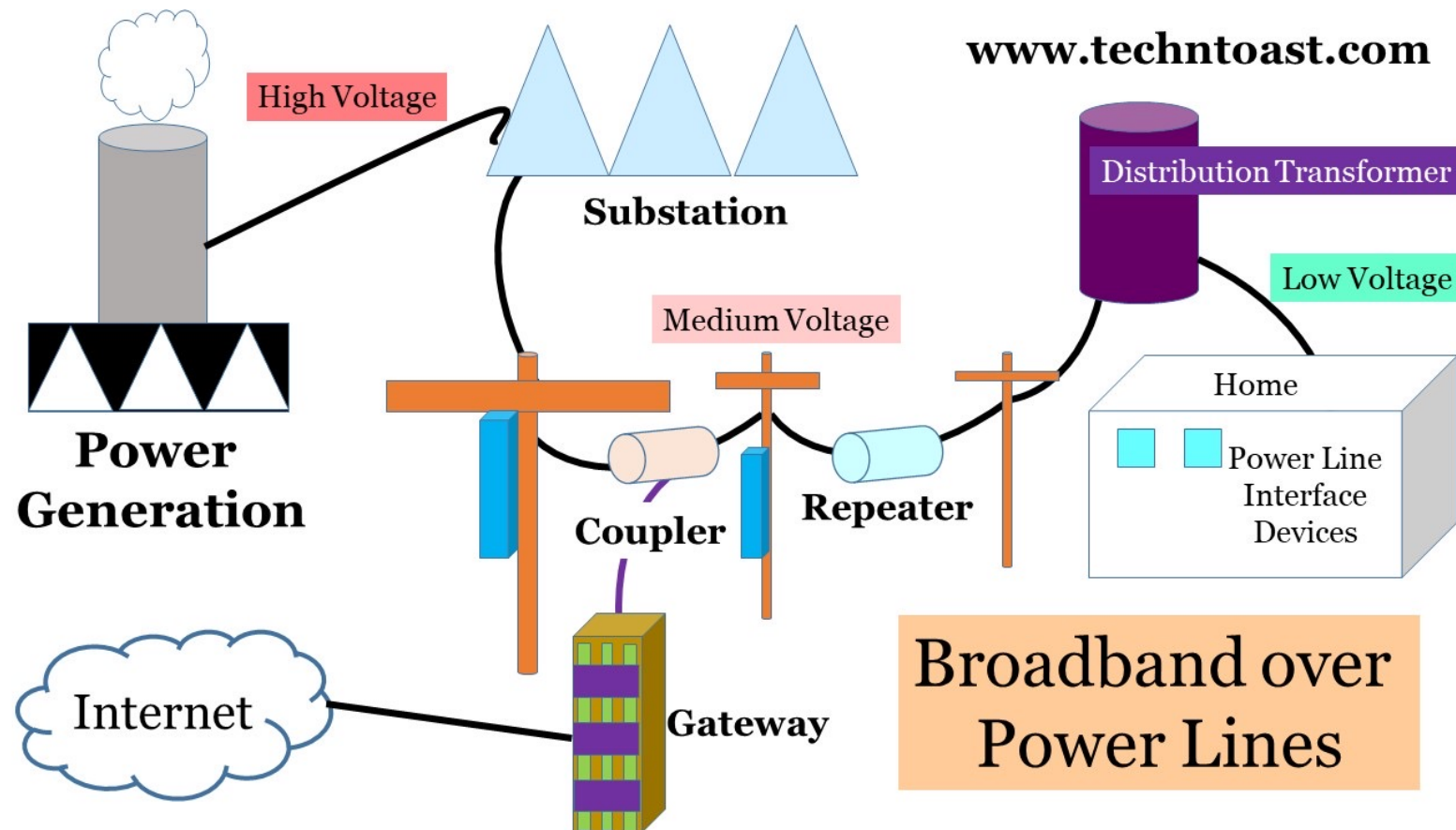
5.3 – BPL

Objetivo

- Transmisión de datos digitales de alta velocidad sobre el cableado público de distribución de energía eléctrica
- Idea del 1914
- '90: se empieza a trabajar en estandarizar BPL

5.3 – BPL

Objetivo



Fuente imagen: <https://www.techntoast.com/2017/11/broadband-over-power-lines.html>

5.3 – BPL

Objetivo

- Transmisión de datos digitales de alta velocidad sobre el cableado público de distribución de energía eléctrica
- Idea del 1914
- '90: se empieza a trabajar en estandarizar BPL
- 2004: se empieza a pensar en BPL para dar conectividad a Internet en las zonas rurales
- 2018: se empieza a usar BPL para la comunicación con los contadores inteligentes de la red eléctrica

5.3 – BPL

Objetivo

- Transmisión de datos digitales de alta velocidad sobre el cableado público de distribución de energía eléctrica
- Idea del 1914
- '90: se empieza a trabajar en estandarizar BPL
- 2004: se empieza a pensar en BPL para dar conectividad a Internet en las zonas rurales
- 2018: se empieza a usar BPL para la comunicación con los contadores inteligentes de la red eléctrica
- Ninguna solución tiene realmente éxito por varias razones

Problemas

- Interferencias
 - Los cables eléctricos no están pensados para transmitir datos y no tienen protección a interferencias
- Degradación de la señal
 - Dispositivos activos de la red eléctrica como relés, transistores y rectificadores crean ruido en sus respectivos sistemas, lo que aumenta la probabilidad de degradación de la señal
- Atenuación de señal
 - Dispositivos pasivos de la red eléctrica como los transformadores o los conversores de corriente continua atenúan la señal de entrada casi por completo

5.4 – xDSL

Características de redes de acceso

Tecnología	Medio físico	Distancia	Velocidad	Organismo
x Digital Subscriber Line (xDSL)	Par de cobre	6 km	100 Mbps	UIT-T, ETSI
Hybrid Fiber Coaxial (HFC)	Fibra óptica y cable coaxial	40 km	dl 1 Gbps ul 50 Mbps	DOCSIS, DVB
Broadband over power lines	Cable eléctrico	-	-	ETSI, IEEE
Fiber To The x (FTTx)	Fibra óptica	20 km	10 Gbps	UIT-T, FSAN
Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)	Inalámbrico	40-70 km	100 Mbps	IEEE
Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) (3G)	Inalámbrico	3 km	dl 20 Mbps up 3 Mbps	ETSI
Long term evolution (LTE) (4G)	Inalámbrico	5-50 km	dl 150 Mbps up 50 Mbps	ETSI, 3GPP
5G	Inalámbrico	1 km	dl 10 Gbps ul 1 Gbps	3GPP
Satellite Broadband	Satélite	500-36.000 km	dl 200 Mbps ul 20 Mbps	

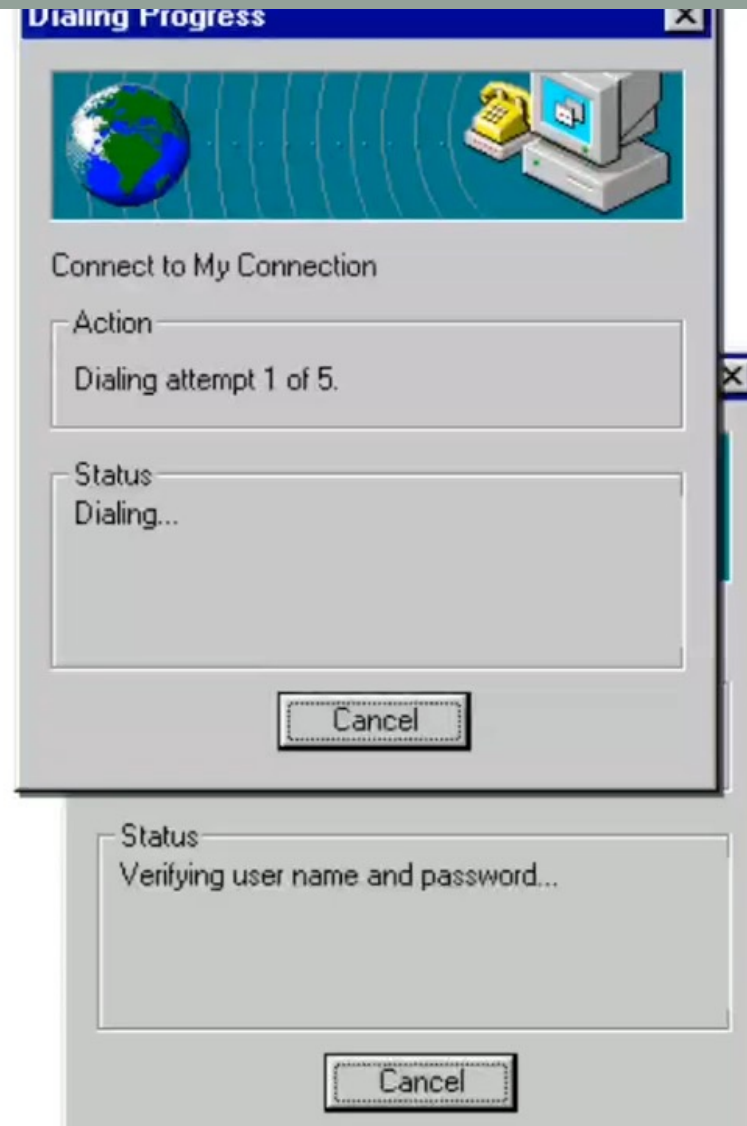
Objetivo

- A parte la red eléctrica, la otra red de acceso disponible al principio de Internet era la red de telefonía fija
 - PSTN: Public Switched Telephone Network
- La PSTN era una red analógica, pero los ordenadores usan señales digitales
- Se usaban modem
 - Dispositivos capaces de conectarse a la PSTN y transformar una señal digital en analógicas y viceversa
- Para conectarse a la PSTN, se necesitaba marcar un número, conectarse a un servidor y este conmutaba la transmisión a Internet

5.4 – xDSL

Objetivo

- A parte local al principio
 - PSTN: Pu
- La PSTN e señales c
- Se usaba
 - Dispositiv digital e
- Para con número, transmisión



disponible
fija

adores usan

ormar una señal

car un
utaba la

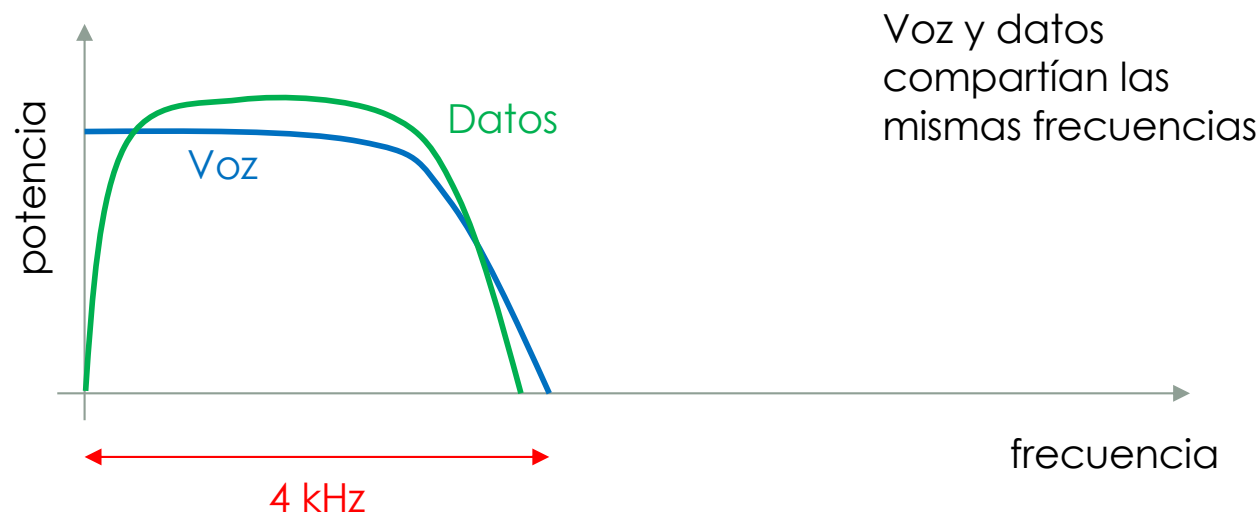
Evolución

- Al principio, la transmisión de datos iba a un máximo de 56kbps
- Solo se podía usar la línea para llamadas telefónicas o para Internet, nunca las dos cosas a la vez
- ¿Sabéis por qué?

5.4 – xDSL

Evolución

- Al principio, la transmisión de datos iba a un máximo de 56kbps
- Solo se podía usar la línea para llamadas telefónicas o para Internet, nunca las dos cosas a la vez
- ¿Sabéis por qué?



Evolución

- Vino una mejora (1988) con la tecnología RDSI, que permitía hasta 128 kbps y tuvo muchos éxito en los '90
- Pero seguía teniendo los mismos problemas que PSTN, solo aumentaba un poco la velocidad

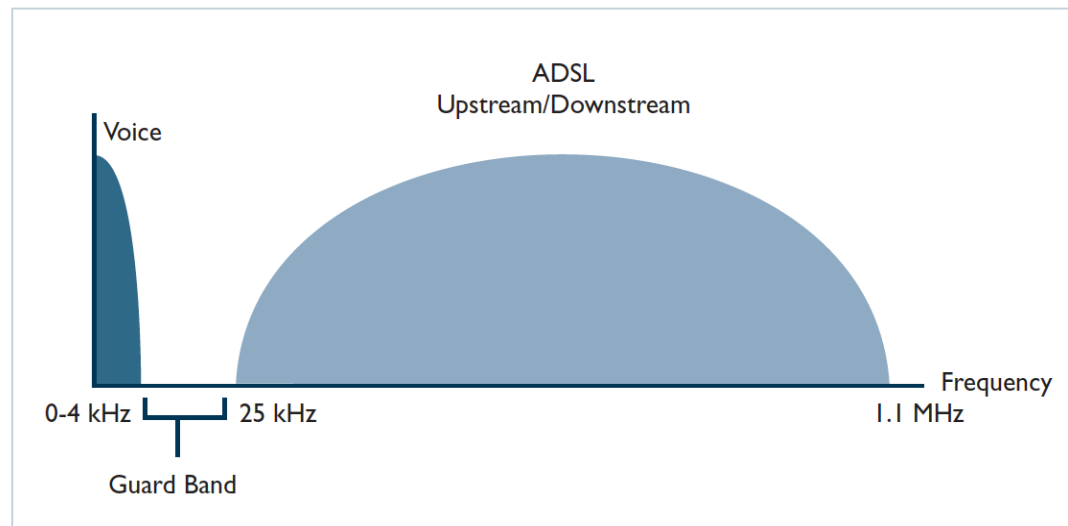
Evolución

- El gran cambio vino con xDSL (finales '80), aunque al principio su coste era bastante prohibitivo
 - Gran despliegue de xDSL (ADSL principalmente) a partir de finales de los 90
 - 2024: cierre de la última conexión xDSL en España

5.4 – xDSL

Funcionamiento

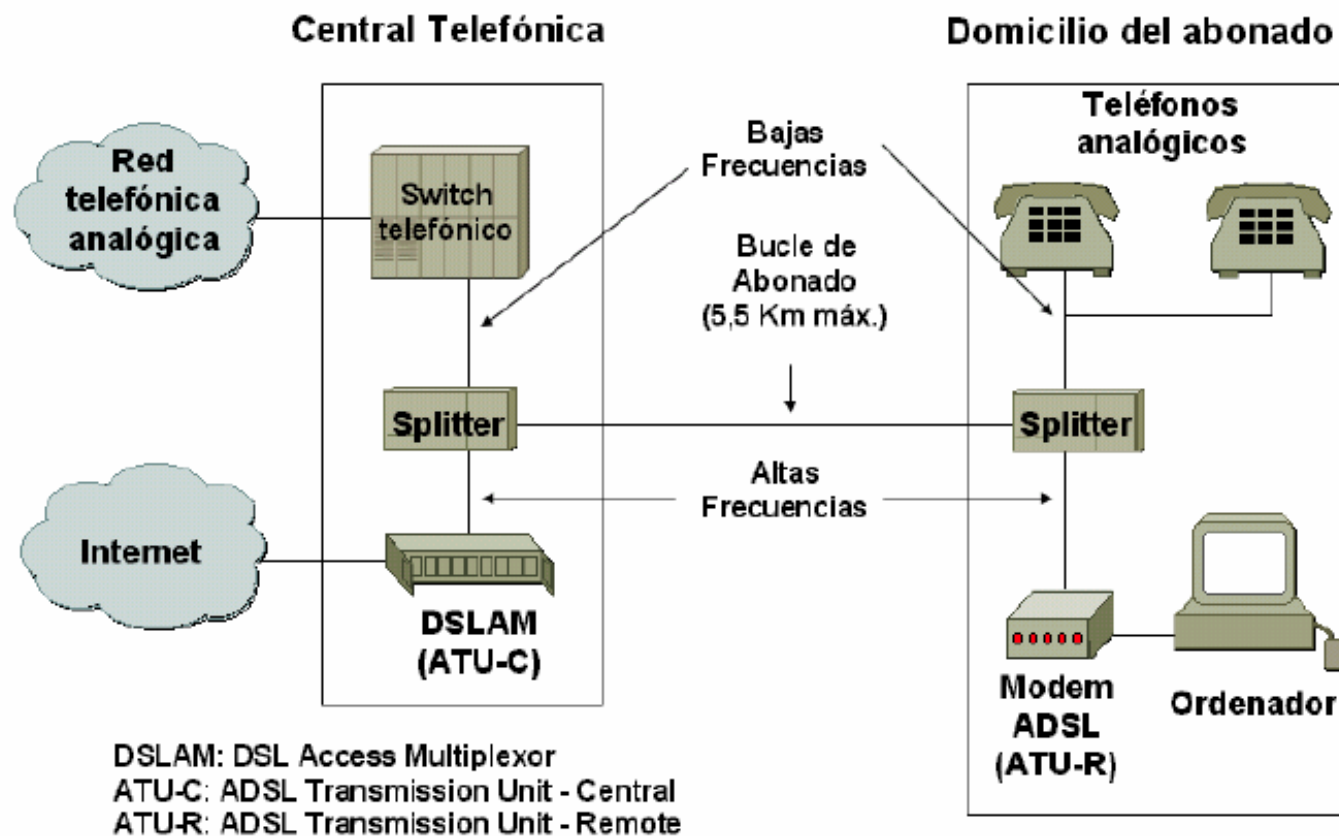
- La red telefónica debía permitir seguir haciendo llamadas de voz (transmisión analógica desde el origen hasta el destino) y además permitir la transmisión de datos
- xDSL usa FDM
 - La voz se mantiene a frecuencias bajas, hasta 4kHz
 - La transmisión de datos se mueve a frecuencias superiores



5.4 – xDSL

Arquitectura

- Las dos transmisiones seguían compartiendo la red de acceso de la PSTN (red analógica)

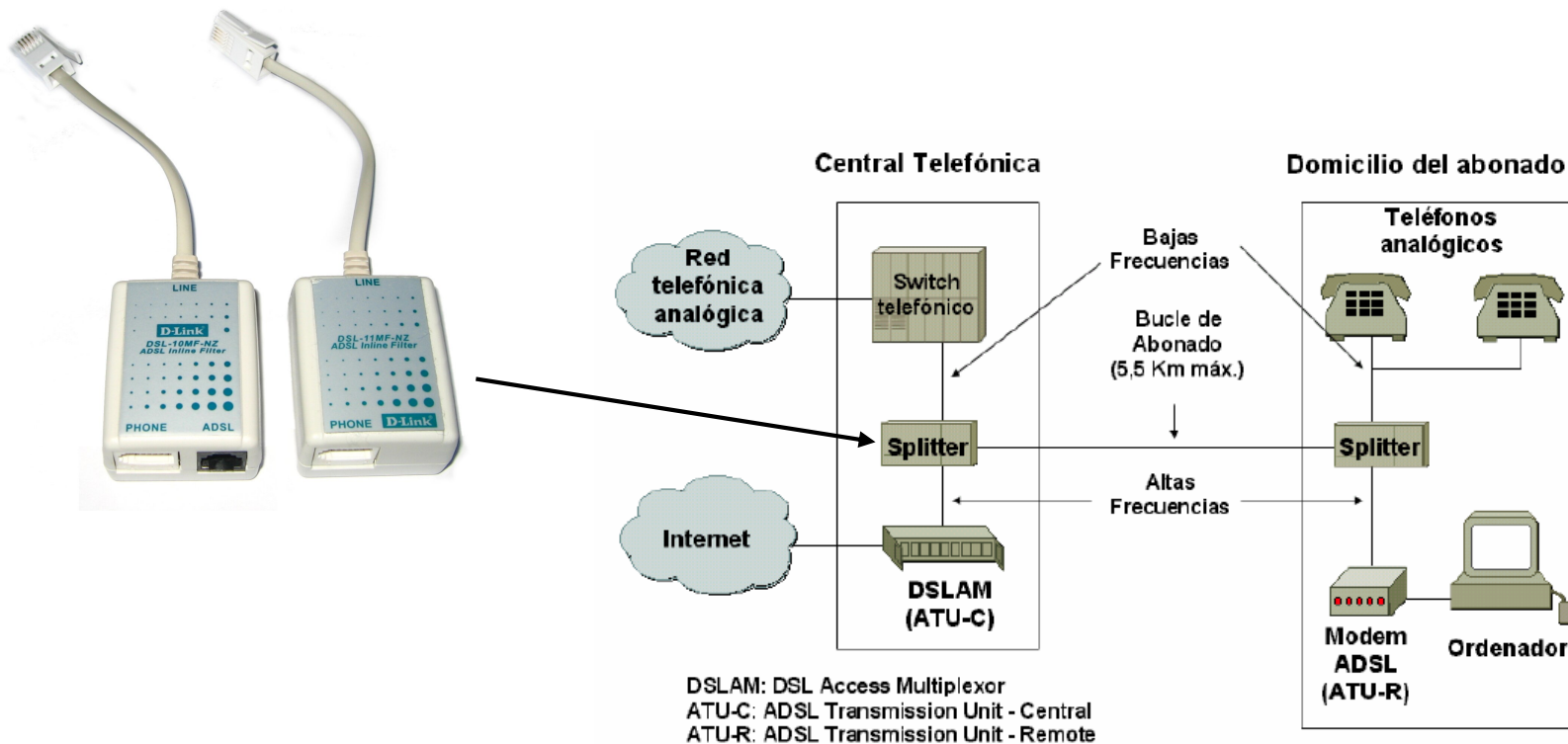


Fuente imagen: Wikipedia

5.4 – xDSL

Arquitectura

- Para juntar y separar las dos transmisiones (voz y datos), se usaban splitters (filtros)

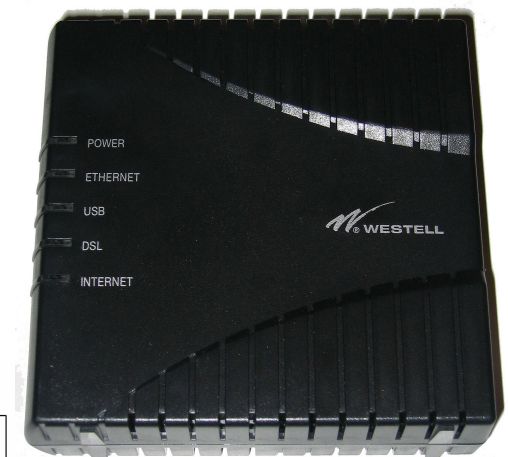
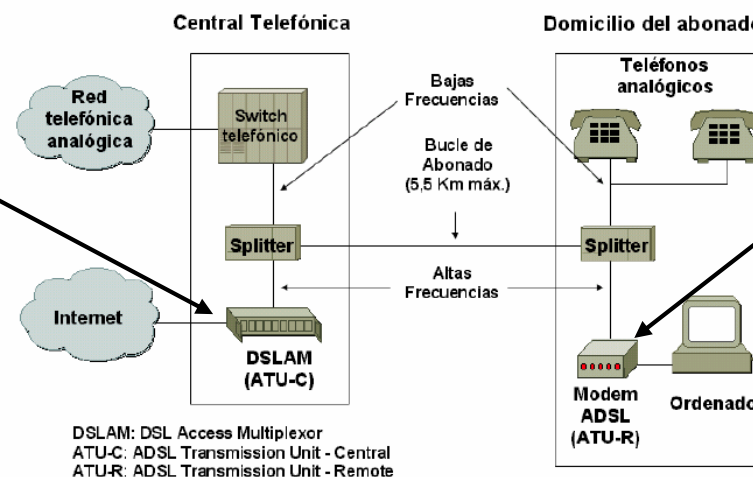


Fuente imagen: Wikipedia

5.4 – xDSL

Arquitectura

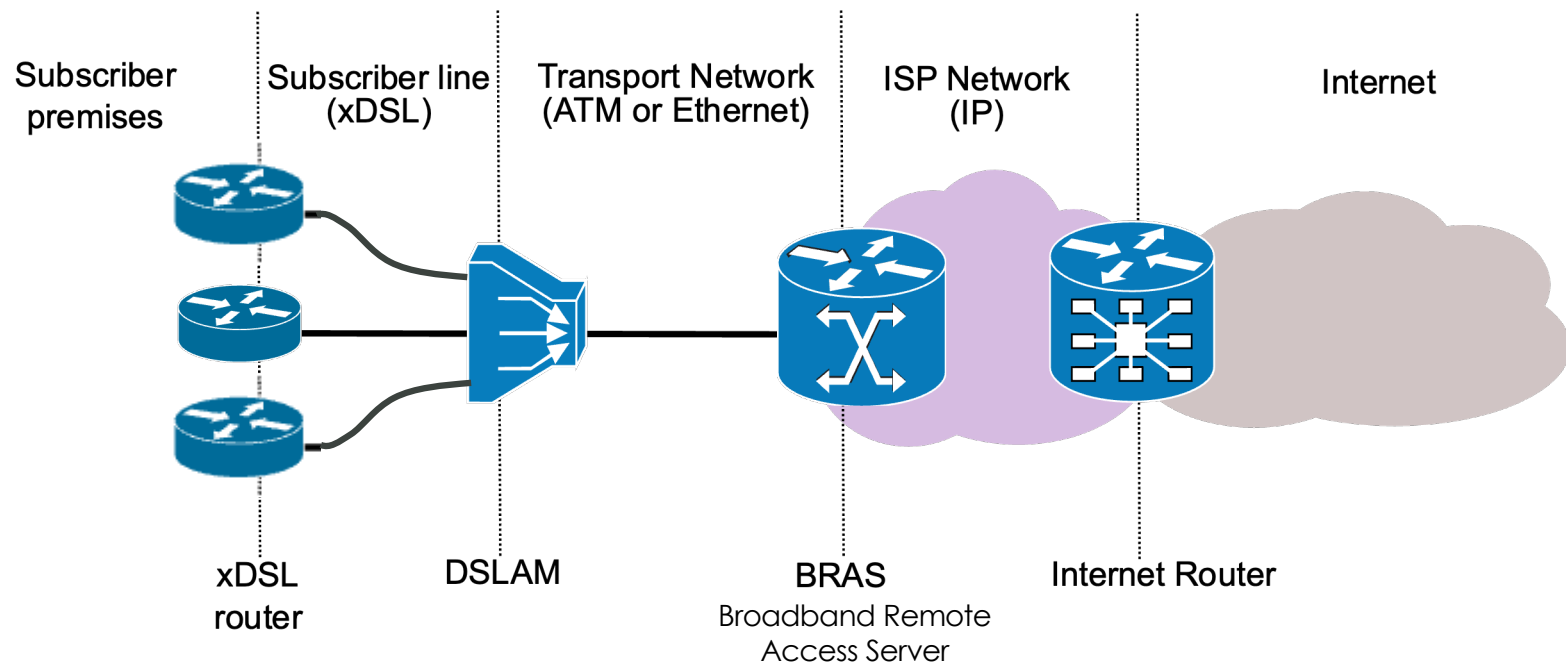
- Los dos elementos principales de la comunicación de la red de datos son
 - DSLAM: Digital Subscriber Line Access Multiplexer
 - Modem xDSL



5.4 – xDSL

Arquitectura

- El DSLAM hace la función de agregador
 - Hace de terminal del modem xDSL
 - Permite la conexión de múltiples modem (generalmente 48)
 - Da conectividad luego a Internet

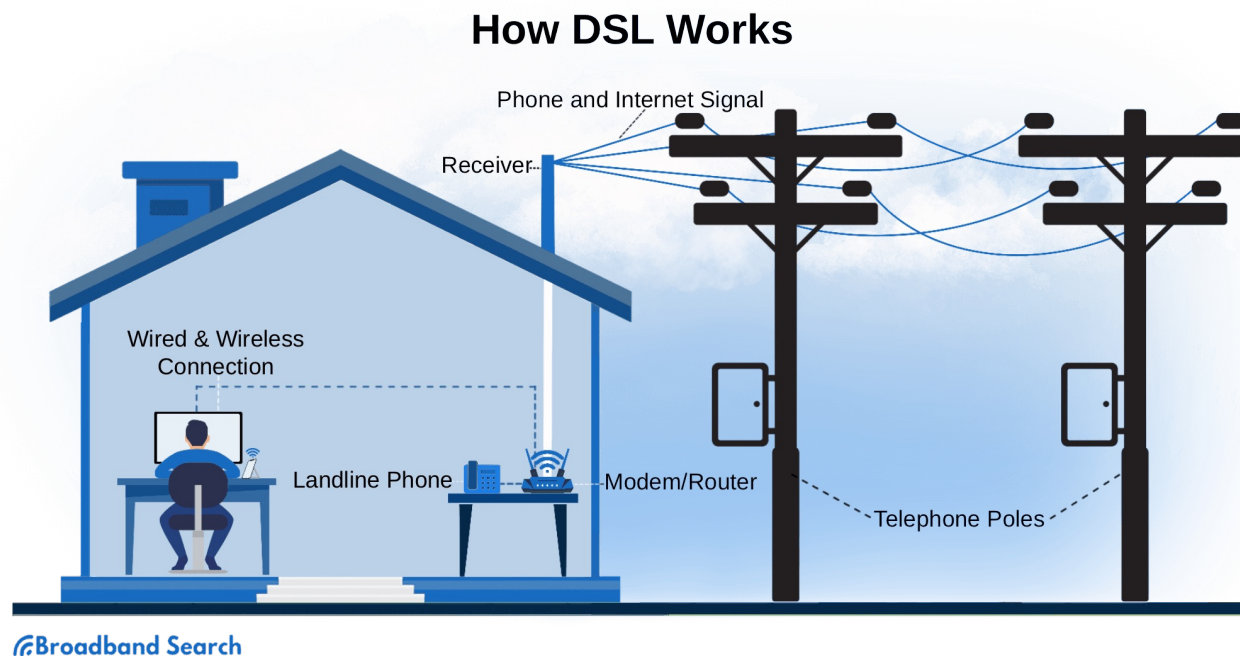


Fuente imagen: Wikipedia

5.4 – xDSL

Arquitectura

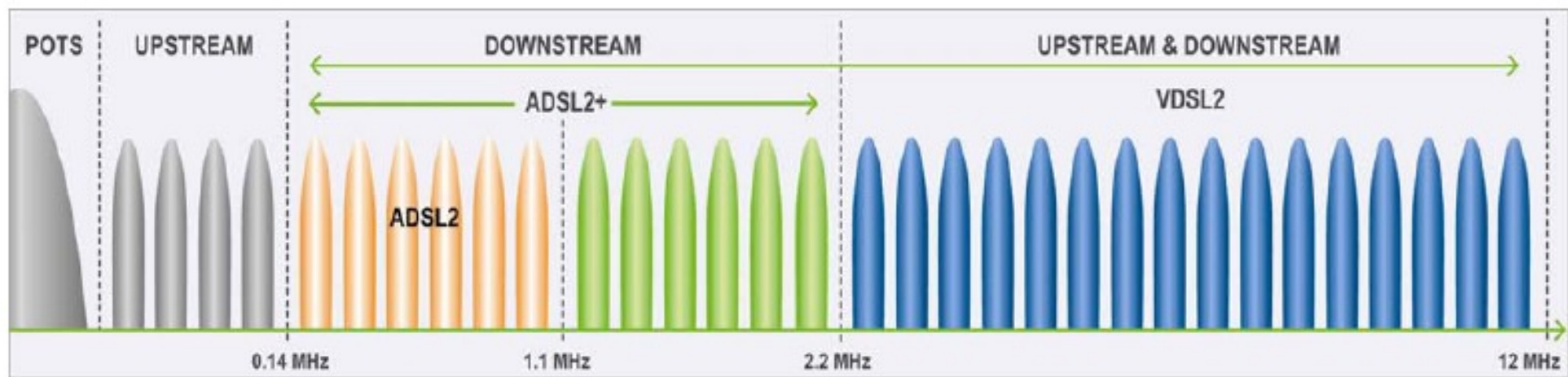
- El modem xDSL
 - Crea una conexión con el DSLAM
 - Transforma la señal de digital a analógica y viceversa
 - Modula la señal de datos a frecuencia entre 25 kHz y 30 MHz



5.4 – xDSL

Arquitectura

- Se usa canales diferentes para tener separado el downstream del upstream
- En la mayoría de soluciones xDSL, el upstream es a frecuencias más cortas, por lo que su velocidad suele ser menor
 - Soluciones llamadas asimétricas



Fuente imagen: Wikipedia

5.4 – xDSL

Evolución

Comparison of DSL Types

DSL Type	Maximum Downstream Data Rate	Maximum Upstream Data Rate	Maximum Wire Length (Approx.)	Customer Applications
Symmetric				
HDSL High data rate Digital Subscriber Line	1.544Mbps (T1) 2.048 Mbps (E1)	1.544Mbps (T1) 2.048Mbps (E1)	3.7km (12,000ft.) with two lines for T1 and three lines for E1	HDSL is for data only. It does not allow telephone connection over the same line.
SDSL Symmetric Digital Subscriber Line	2.3Mbps	2.3Mbps	3km (10,000ft.)	Individual subscriber premises with a single telephone line
SHDSL Symmetric High bit rate Digital Subscriber Line	2.3Mbps (Single wire pair)	2.3Mbps (Single wire pair)	3km (9,800ft.) at 2.3Mbps	Business applications requiring greater bandwidth in both directions.
	4.6Mbps (Two wire pairs)	4.6Mbps (Two wire pairs)	5km (16,400ft.) at 2.3Mbps	

5.4 – xDSL

Evolución

Comparison of DSL Types

DSL Type	Maximum Downstream Data Rate	Maximum Upstream Data Rate	Maximum Wire Length (Approx.)	Customer Applications
Asymmetric				
ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line	Up to 10Mbps	Up to 1Mbps	5.5km (18,000ft.)	Home and small office users who require faster download rates for video on demand, home shopping, Internet access, remote LAN access, multimedia access and other specialised PC services.
ADSL lite Asymmetric Digital Subscriber Line Lite	Up to 1.5Mbps	Up to 384kbps	5.5km (18,000ft.)	Residential and small office users wanting a simple plug-and-play setup.
ADSL 2 Asymmetric Digital Subscriber Line Two	12Mbps	1Mbps	5.5km (18,000ft.)	ADSL2 addresses the growing demand for more bandwidth to support services such as video.

5.4 – xDSL

Evolución

Comparison of DSL Types

DSL Type	Maximum Downstream Data Rate	Maximum Upstream Data Rate	Maximum Wire Length (Approx.)	Customer Applications
Symmetric and Asymmetric				
VDSL Very high bit rate Digital Subscriber Line	Symmetric - 10Mbps	10Mbps	1.3km (4,200ft.)	Campus environments, such as universities or business parks, where there is a short distance to a neighbourhood cabinet that is linked by fibre optic to the exchange. VDSL handles a number of high bandwidth applications, such as VPNs, file downloading/ uploading, video on demand, high definition television, broadcast television, tele-medicine, tele-conferencing, and surveillance systems.
	Asymmetric - up to 52Mbps over short distances	1.5Mbps	0.3km (1,000ft.)	

5.4 – xDSL

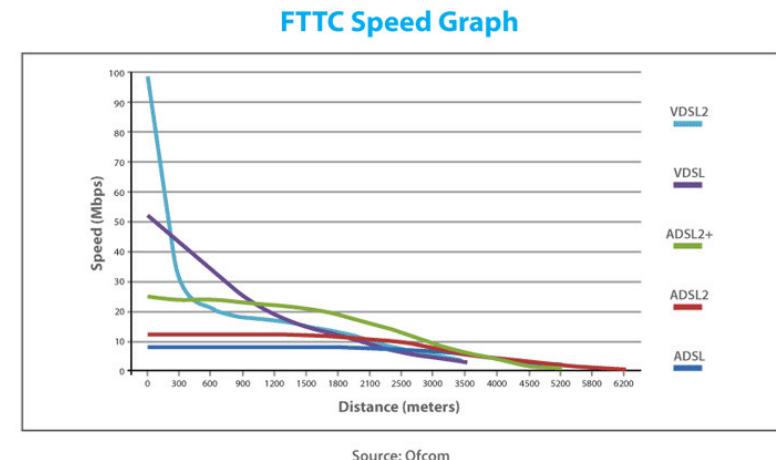
Tecnologías usadas

- La solución más usada a nivel residencial fue la ADSL, mejorada con la ADSL2 y ADSL2+
- ¿Y para empresas?

5.4 – xDSL

Inconvenientes

- Aunque ha habido mejoras con VDSL2
 - 300 Mbps downstream
 - 100 Mbps upstream
- Las velocidades (de downstream) dependen de la longitud de la línea hasta el DSLAM
 - 25 Mbps a 300 m, 3 Mbps a 4,5 km
- La mayoría de soluciones xDSL desplegadas son asimétricas y esto puede obstaculizar nuevos servicios (cloud, videoconferencias, teletrabajo, telepresencia, etc)
- Se necesita mayor inversión en equipos nuevos para llegar a altas velocidades



5.5 – HFC

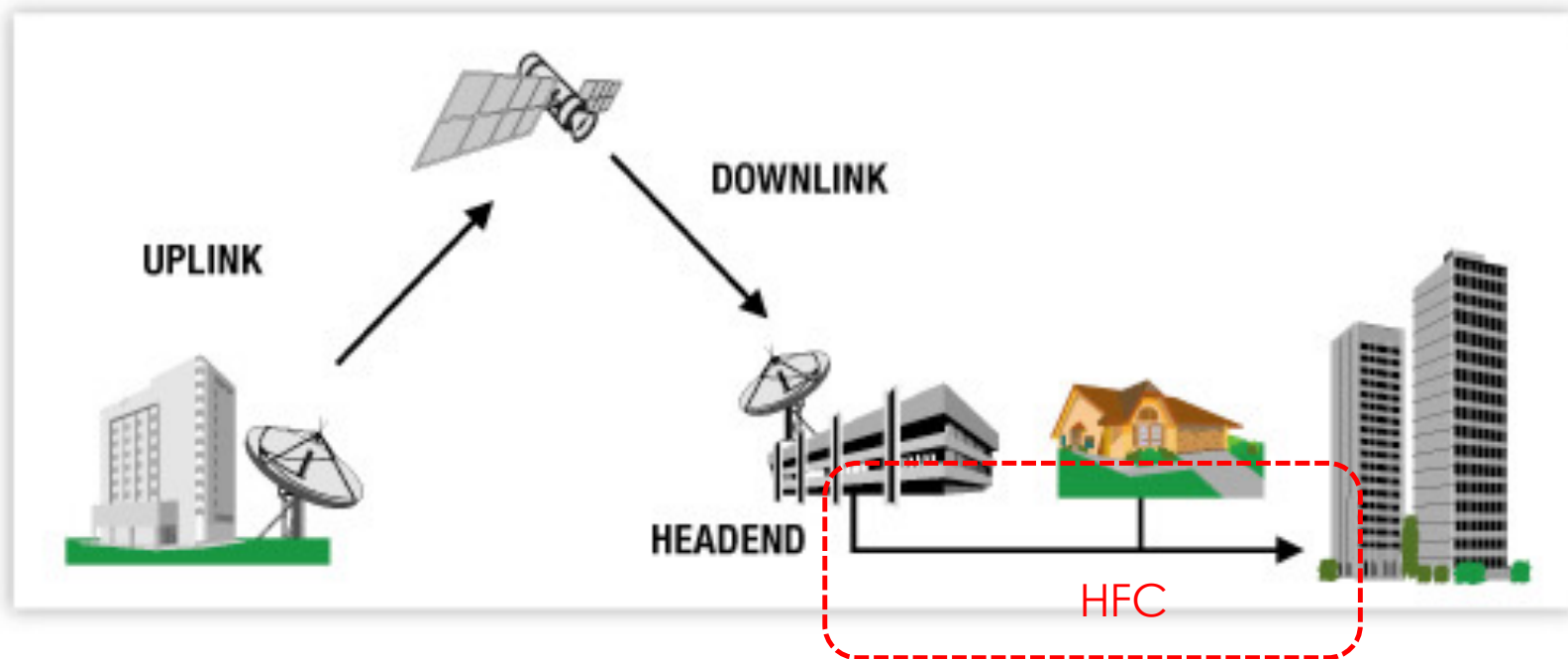
Características de redes de acceso

Tecnología	Medio físico	Distancia	Velocidad	Organismo
x Digital Subscriber Line (xDSL)	Par de cobre	6 km	100 Mbps	UIT-T, ETSI
Hybrid Fiber Coaxial (HFC)	Fibra óptica y cable coaxial	40 km	dl 1 Gbps ul 50 Mbps	DOCSIS, DVB
Broadband over power lines	Cable eléctrico	-	-	ETSI, IEEE
Fiber To The x (FTTx)	Fibra óptica	20 km	10 Gbps	UIT-T, FSAN
Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)	Inalámbrico	40-70 km	100 Mbps	IEEE
Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) (3G)	Inalámbrico	3 km	dl 20 Mbps up 3 Mbps	ETSI
Long term evolution (LTE) (4G)	Inalámbrico	5-50 km	dl 150 Mbps up 50 Mbps	ETSI, 3GPP
5G	Inalámbrico	1 km	dl 10 Gbps ul 1 Gbps	3GPP
Satellite Broadband	Satélite	500-36.000 km	dl 200 Mbps ul 20 Mbps	

5.5 – HFC

Arquitectura

- Usado para televisión via cable (EEUU principalmente)

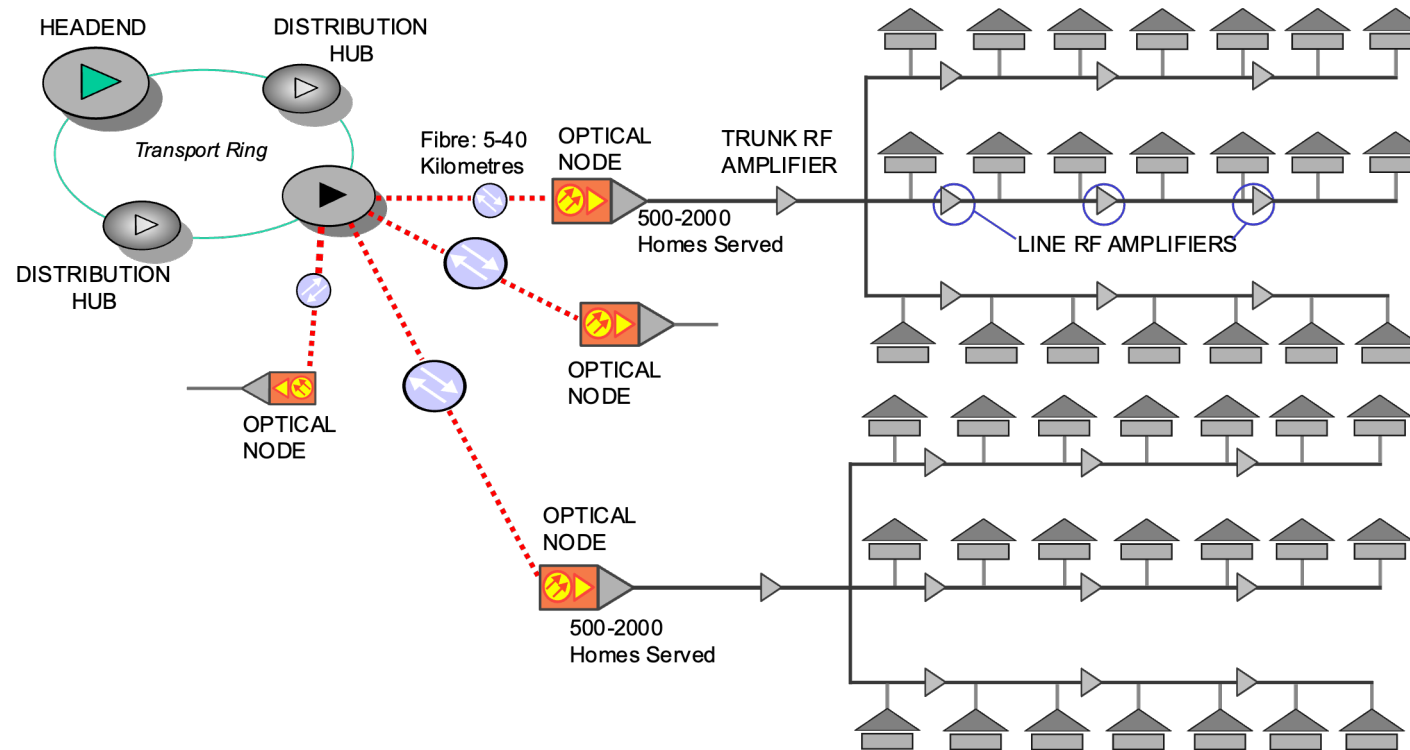


Fuente imagen: <http://extapps.mz-ir.com/net/2004/ing/tvassinatura.htm>

5.5 – HFC

Arquitectura

- Fibra óptica desde el retransmisor de la TV (Headend) hasta el receptor óptico (Optical node)
- Luego cable coaxial hasta casa (splitter de hasta 2000)

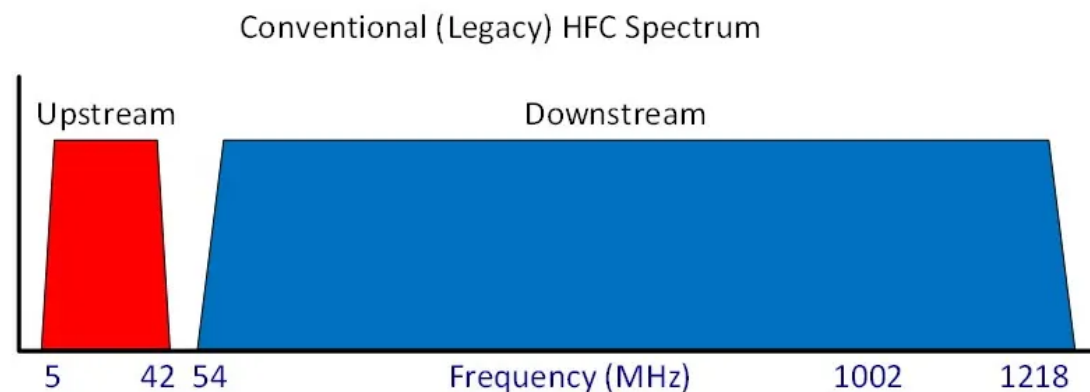


Fuente imagen: Wikipedia

5.5 – HFC

Arquitectura

- Usa una combinación de TDM y FDM
- Usa FDM para separar downstream de upstream
- Downstream es generalmente más rápido que el upstream
 - Downstream: hasta 1 Gbps
 - Upstream: hasta 50 Mbps

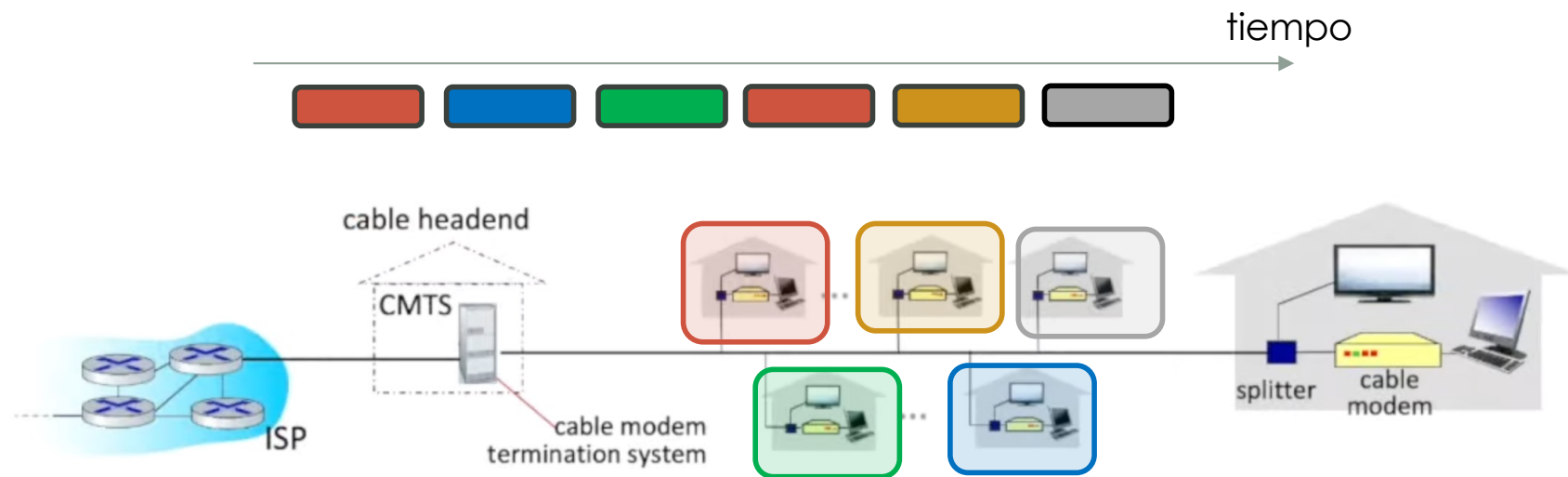


Fuente imagen: DOCSIS

5.5 – HFC

Arquitectura

- Usa una combinación de TDM y FDM
- Usa TDM para separar los paquetes de los diferentes destinos



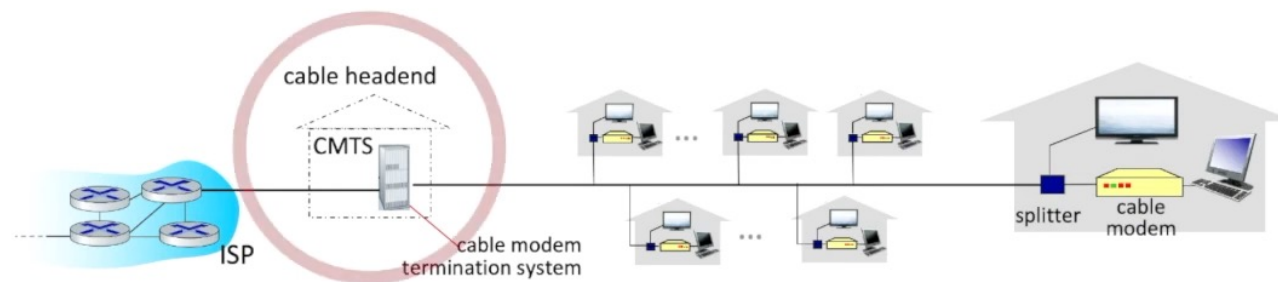
Fuente imagen: J.F. Kurose, K.W. Ross, "Computer Networking: a top-down approach", Pearson, 2020

5.5 – HFC

Arquitectura

- Usa una combinación de TDM y FDM

Cable access network: FDM, TDM *and* random access!



DOCSIS: Data Over Cable Service Interface Specification

5.6 – FTTx

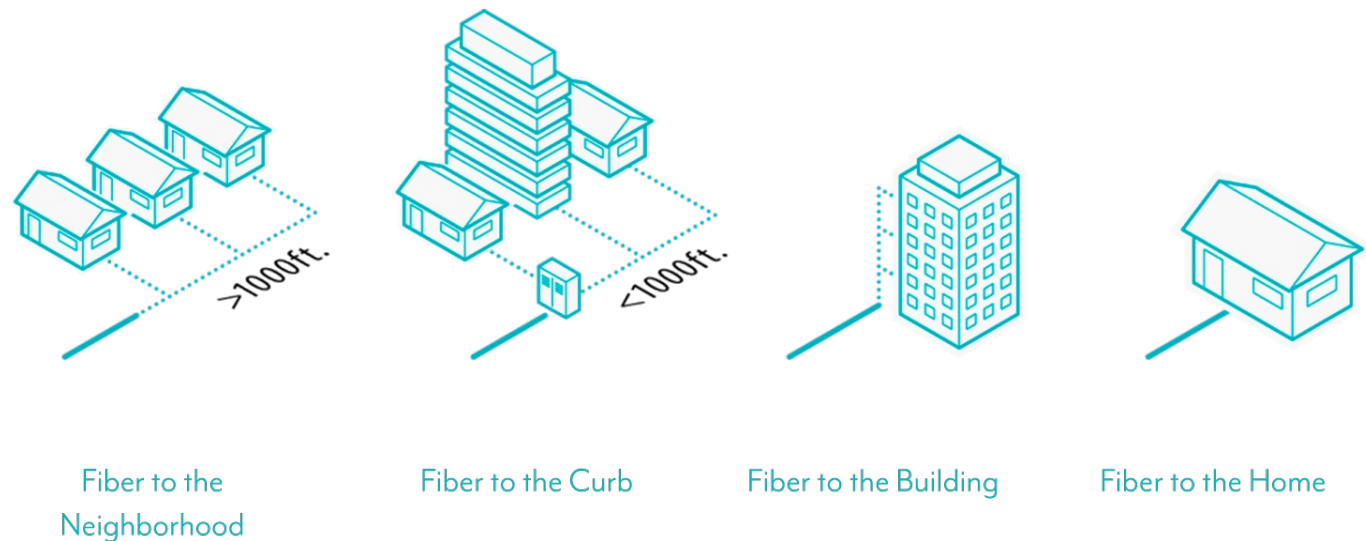
Características de redes de acceso

Tecnología	Medio físico	Distancia	Velocidad	Organismo
x Digital Subscriber Line (xDSL)	Par de cobre	6 km	100 Mbps	UIT-T, ETSI
Hybrid Fiber Coaxial (HFC)	Fibra óptica y cable coaxial	40 km	dl 1 Gbps ul 50 Mbps	DOCSIS, DVB
Broadband over power lines	Cable eléctrico	-	-	ETSI, IEEE
Fiber To The x (FTTx)	Fibra óptica	20 km	10 Gbps	UIT-T, FSAN
Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)	Inalámbrico	40-70 km	100 Mbps	IEEE
Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) (3G)	Inalámbrico	3 km	dl 20 Mbps up 3 Mbps	ETSI
Long term evolution (LTE) (4G)	Inalámbrico	5-50 km	dl 150 Mbps up 50 Mbps	ETSI, 3GPP
5G	Inalámbrico	1 km	dl 10 Gbps ul 1 Gbps	3GPP
Satellite Broadband	Satélite	500-36.000 km	dl 200 Mbps ul 20 Mbps	

5.6 – FTTx

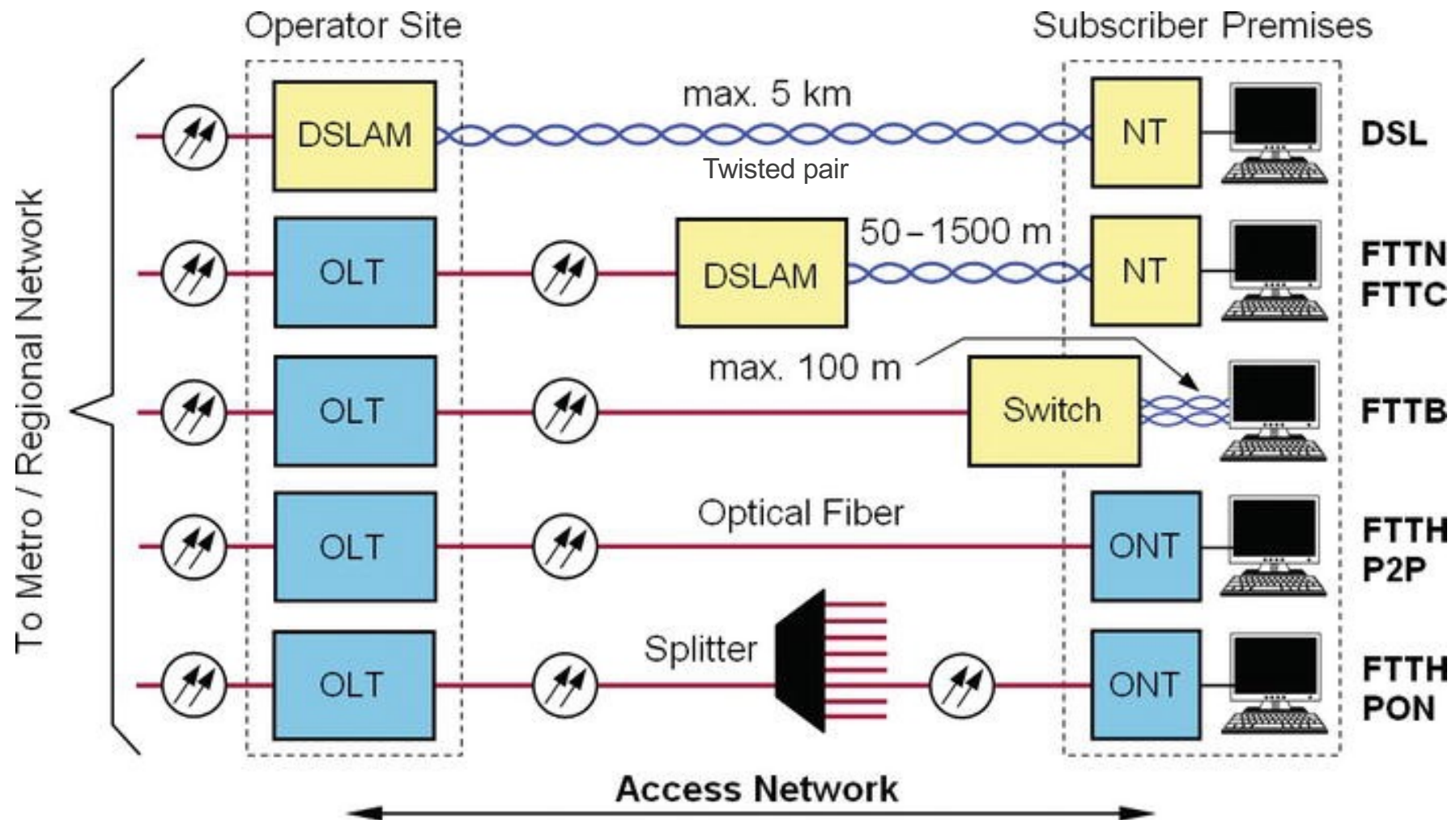
Objetivo

- Actualmente el sistema más usado
- Consiste en tener una fibra óptica hasta el punto x
- El punto x puede ser (generalmente)
 - Neighborhood → FTTN
 - Curb → FTTC
 - Building → FTTB
 - Home → FTTH



5.6 – FTTx

Diferencias

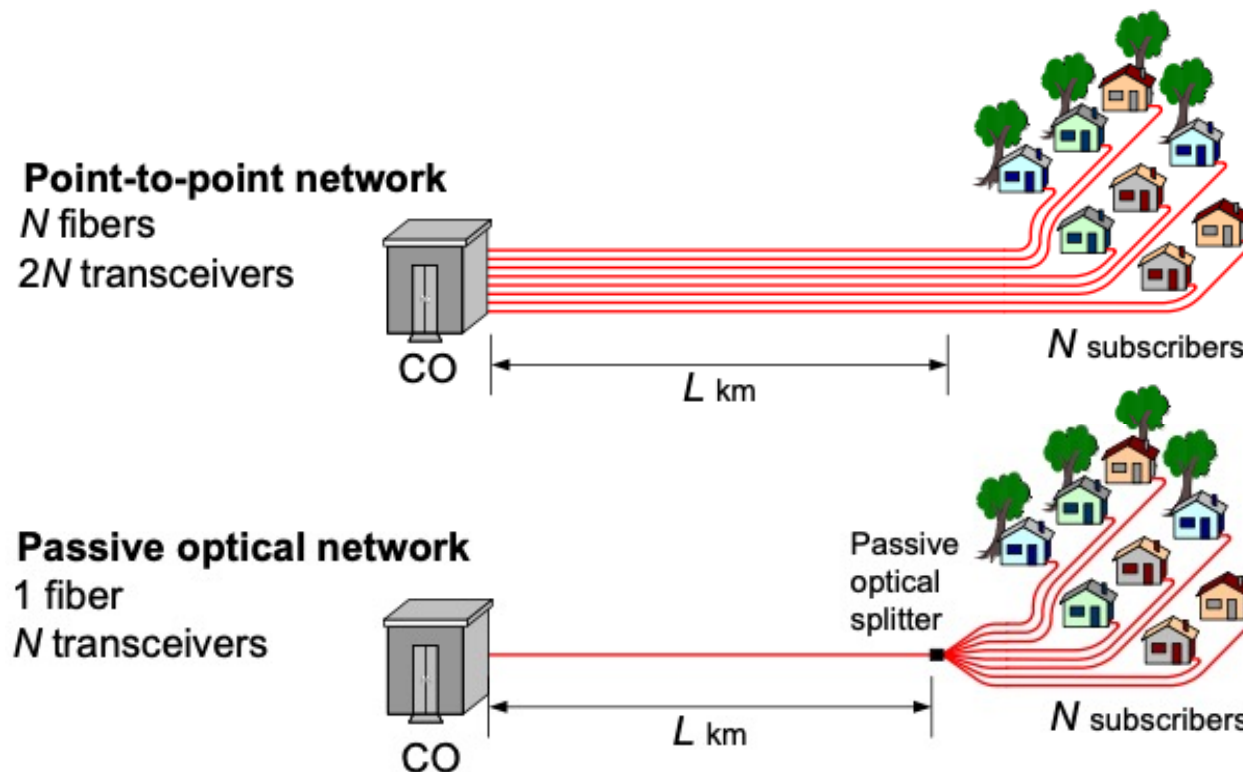


Fuente imagen: <https://www.intechopen.com/chapters/57730>

5.6 – FTTH

Point-to-point vs Passive Optical Network

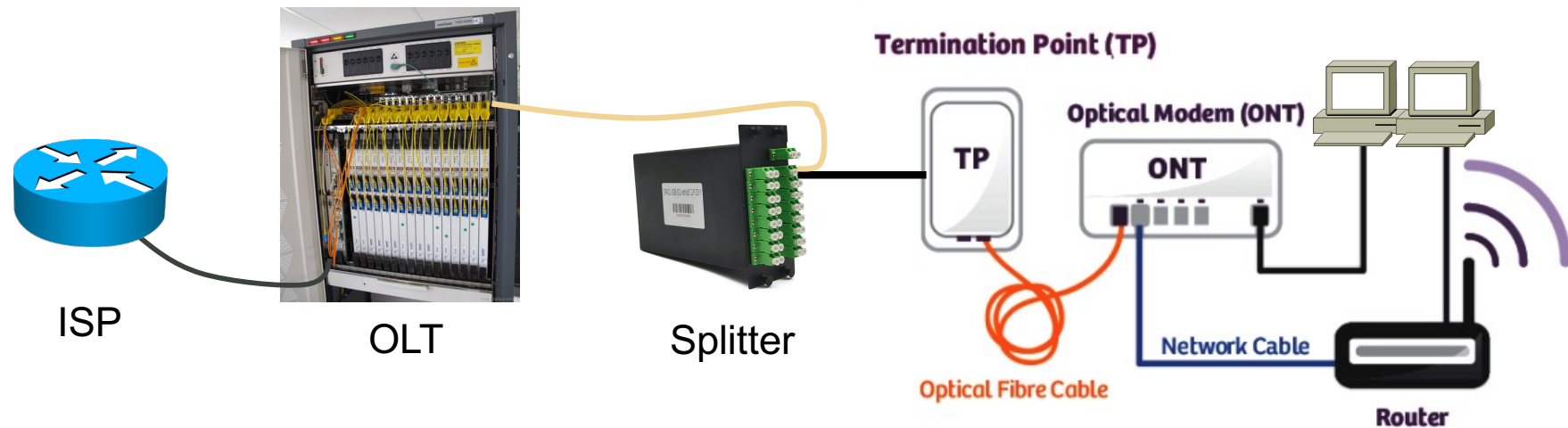
- FTTH puede llegar de dos formas



5.6 – FTTH

Dispositivos

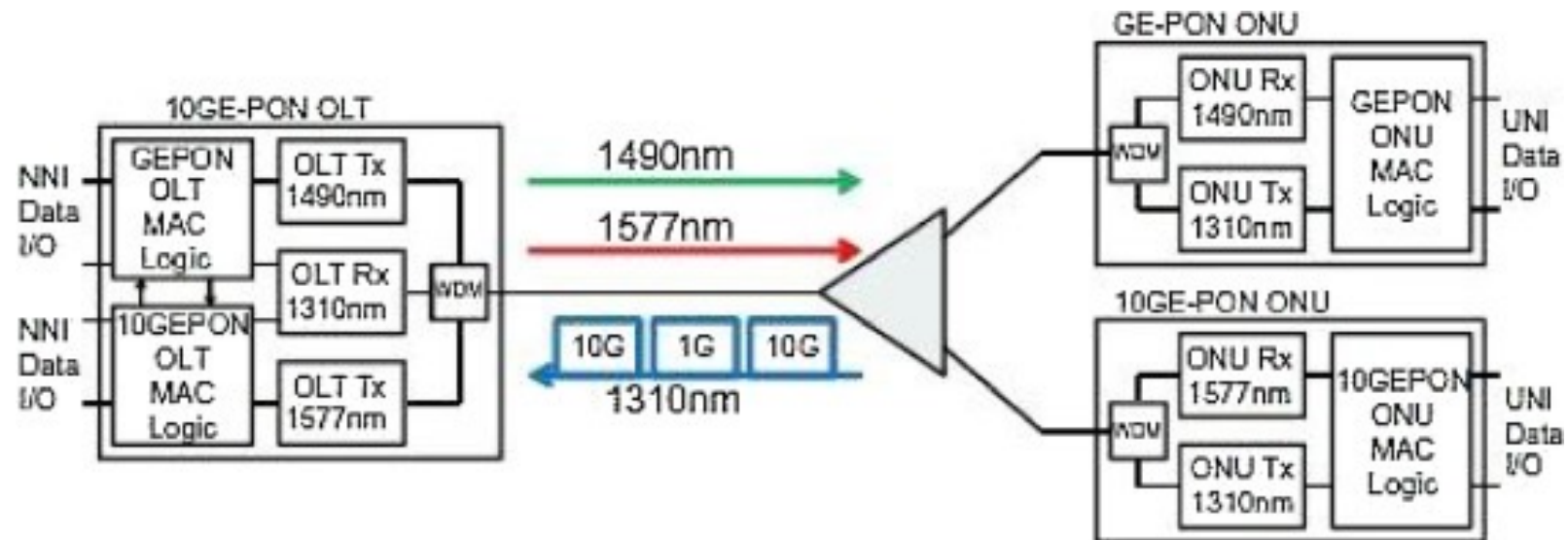
- ONT/ONU: Optical Network Terminal, Optical Network Unit
- OLT: Optical Line Terminal



5.6 – FTTH

Funcionamiento

- Se usa FDM (WDM) y TDM

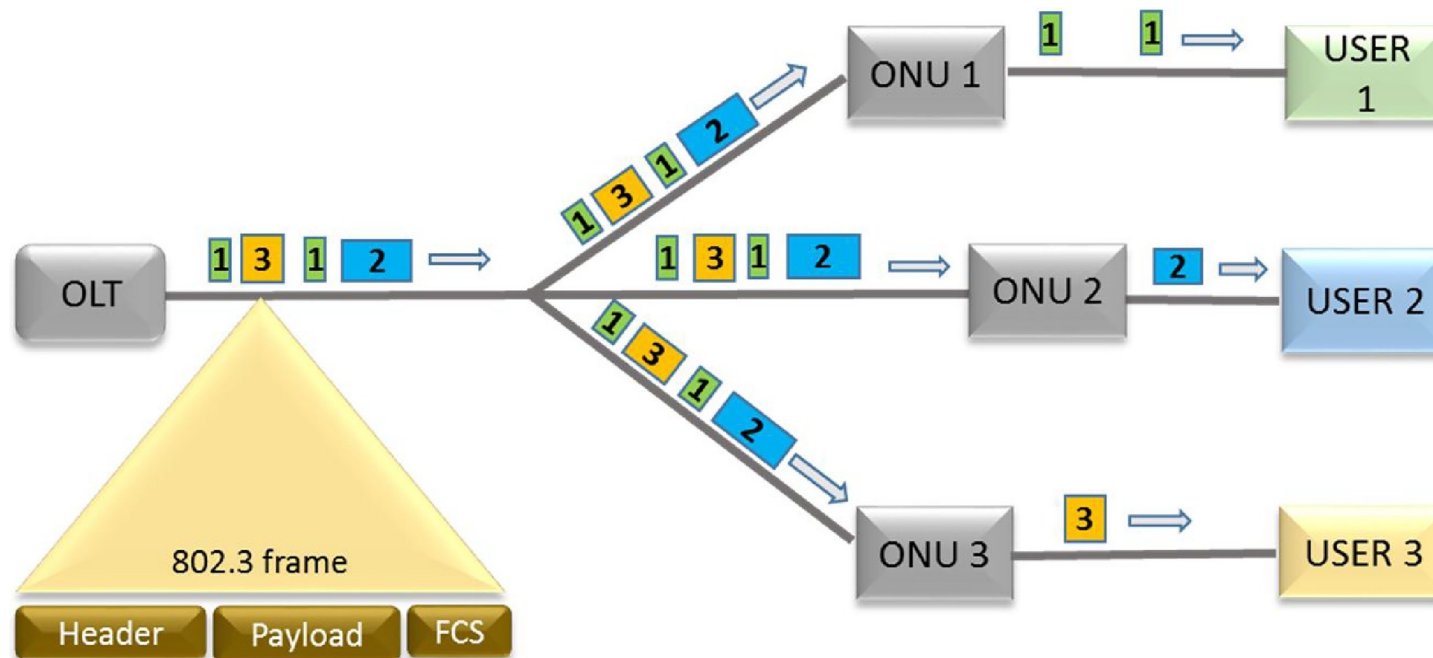


Fuente imagen: F. Obite et al., "The evolution of EPON and future trends", Optik, 2018

5.6 – FTTH

Funcionamiento

- Se usa FDM (WDM) y TDM
- Downstream

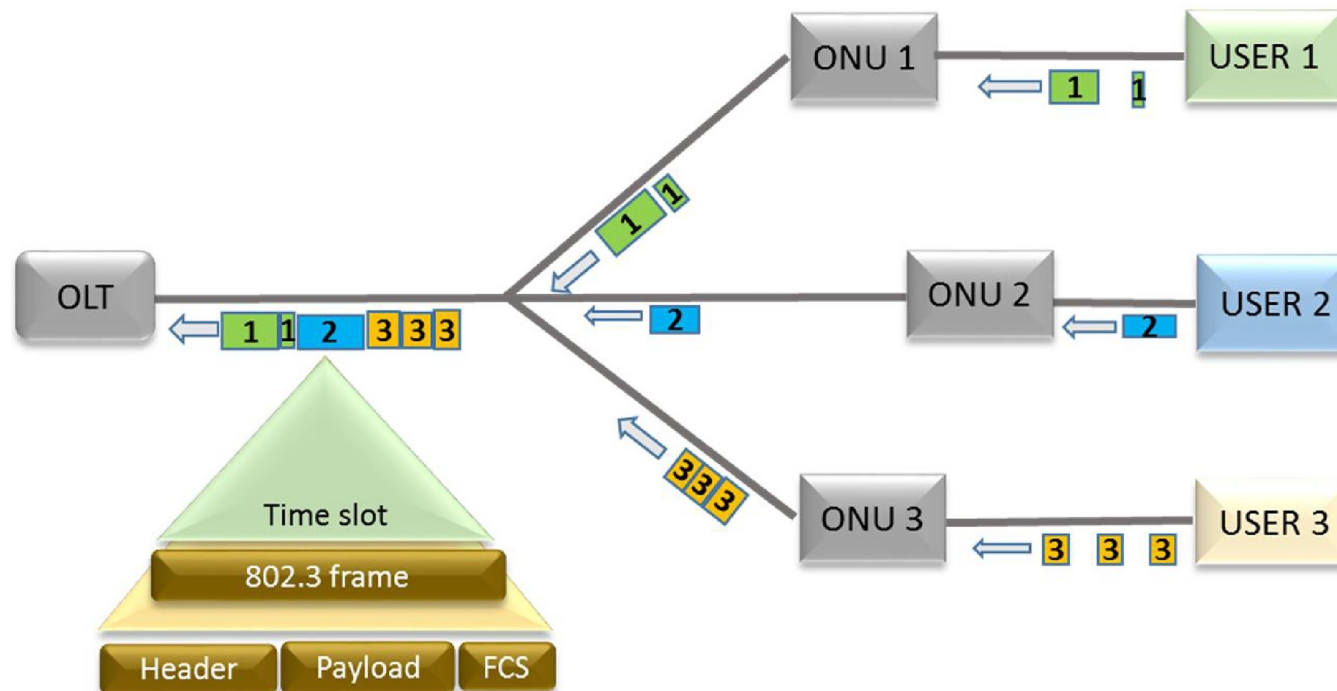


Fuente imagen: F. Obite et al., "The evolution of EPON and future trends", Optik, 2018

5.6 – FTTH

Funcionamiento

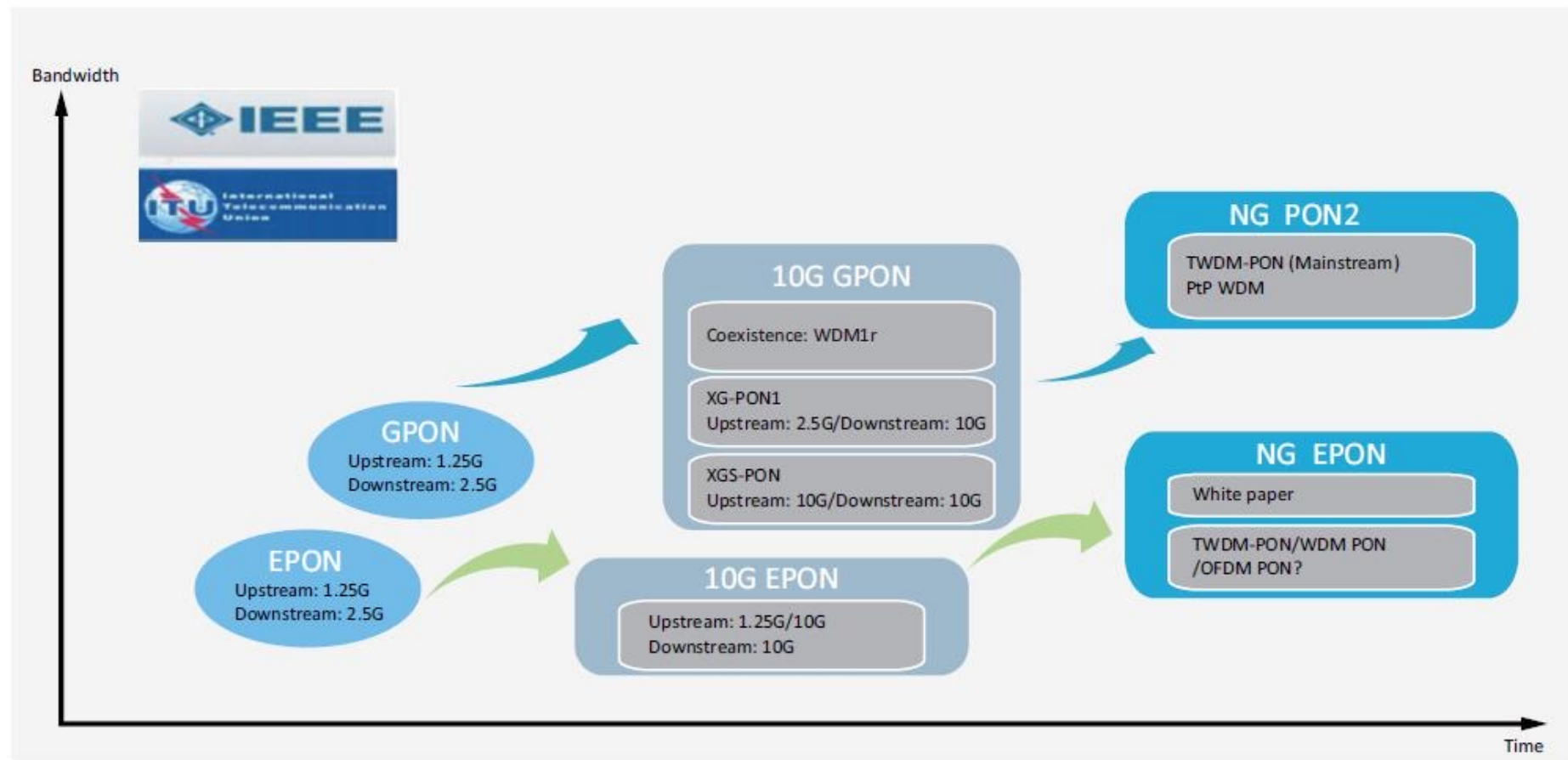
- Se usa FDM (WDM) y TDM
- Upstream



Fuente imagen: F. Obite et al., "The evolution of EPON and future trends", Optik, 2018

5.6 – FTTH

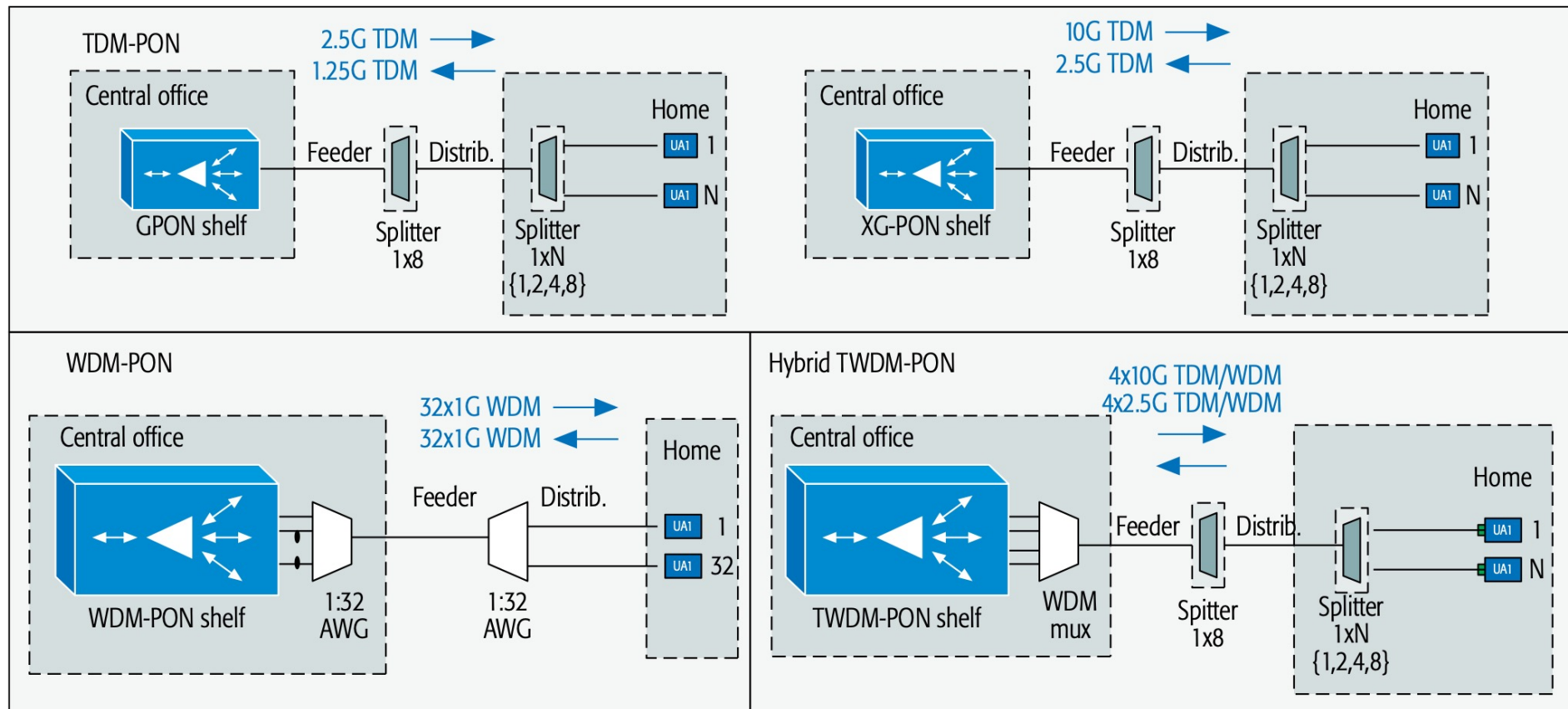
Evolución



Fuente imagen: www.zte.com.cn

5.6 – FTTH

Evolución



Fuente imagen: R. Sanchez et al., "Provisioning 1 Gb/s symmetrical services with NG-PON technologies", IEEE Commun. Mag., Feb. 2016

5.6 – FTTH

Evolución

	GPON	XG-PON	TWDM-PON	WDM-PON
Standard	ITU-T G.984	ITU-T G.987	ITU-T G.989	ITU-T G.698.3
Availability	In market	In market	In trial	In market
Feeder rate (C_{DL}/C_{UL})	2.5G/1.25G	10G/2.5G	40G/10G	32G/32G
Security	No	No	No	Yes
Outside Plant	Splitter	Splitter	Splitter with WDM mux	AWG
Price	Lower	Medium	Medium	Higher
Power budget (dB)	28 (B+)	35 (E2)	38.5	15

Fuente imagen: R. Sanchez et al., "Provisioning 1 Gb/s symmetrical services with NG-PON technologies", IEEE Commun. Mag., Feb. 2016

Índice

- Introducción
- Clientes
- Broadband over power lines
- Redes x Digital Subscriber Line (xDSL)
- Hybrid Fiber Coaxial (HFC)
- Redes Fiber To The x (FTTx)
- Nueva Ethernet de Banda Ancha (NEBA)

Objetivo

- NEBA es un servicio regulado por la Comisión Nacional de los Mercados y Competencias (CNMC)
- Las operadoras comercializan fibra bien sobre su propia red o utilizando la fibra indirecta de otra operadora
 - En España, Telefónica, Vodafone, Orange, MásMóvil y Euskaltel cuentan con un gran despliegue de infraestructura propia
 - Estas 5 permiten que compañías más pequeñas alquilen sus redes
 - De las 5, Telefónica es la que dispone de mayor cobertura nacional, por lo que el resto de operadoras utilizan su fibra indirecta

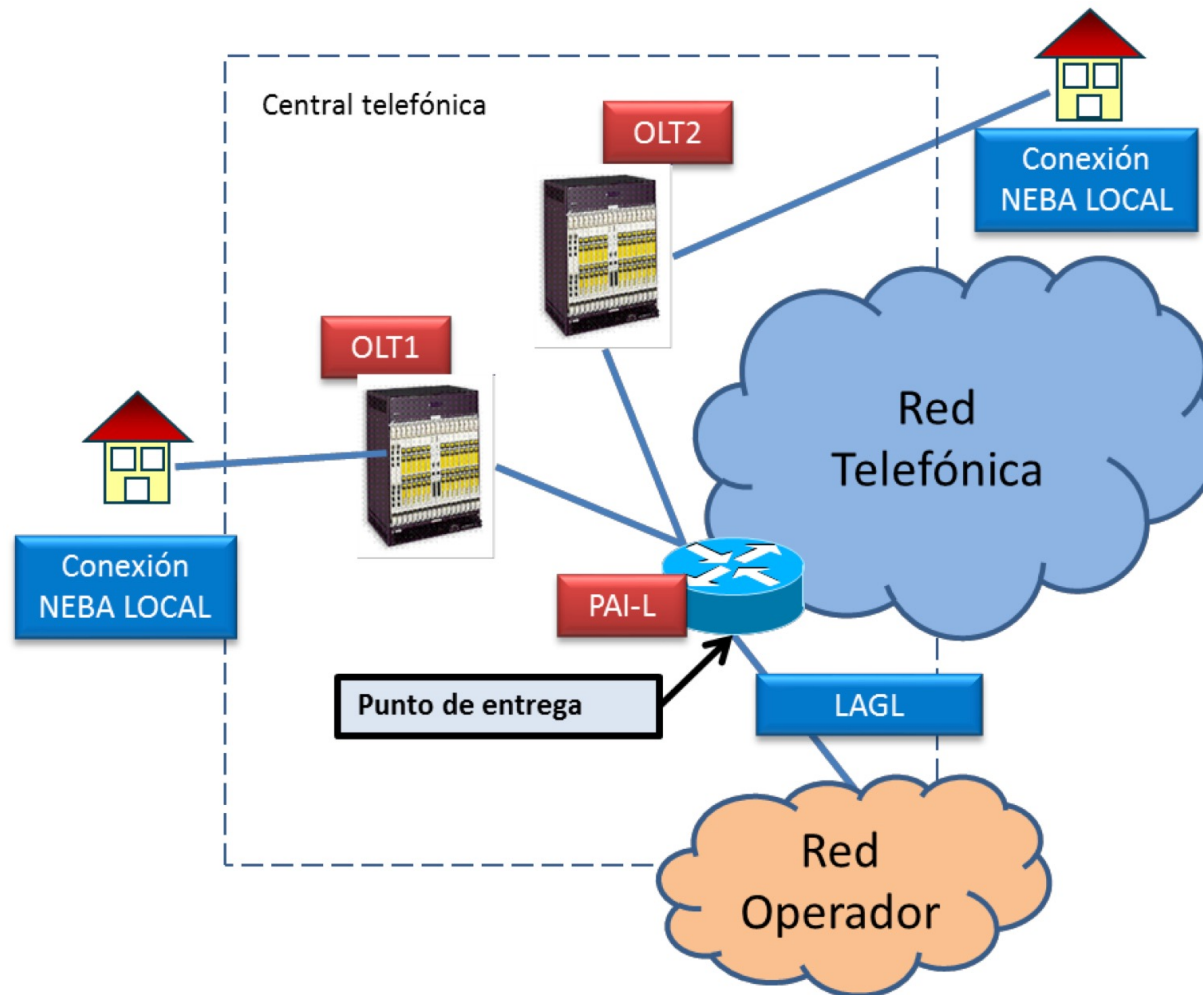
5.7 – NEBA

Operadoras

Compañía	Infraestructura que utiliza
Vodafone	Propia y Telefonica
Orange	Propia y Telefonica
MásMóvil	Propia, Telefonica y Orange
Euskaltel	Propia y Telefonica
Yoigo	MásMóvil
Lowi	Vodafone
Tuenti	Telefonica
Amena	Orange
Jazztel	Orange
Digi Mobil	Telefonica
Pepephone	MásMóvil y Telefonica
O2	Telefonica
Suop	Orange
LlamaYa	MásMóvil
Oceans	Telefonica
Fi Network	Vodafone
Alterna	MásMóvil, Telefonica y Orange

5.7 – NEBA

Arquitectura



LAG: Agrupación lógica de enlaces (para multicast)

LAGL: LAG del servicio NEBA

OLT: Equipo de terminación de línea óptica

ONT: Equipo de terminación de red óptica

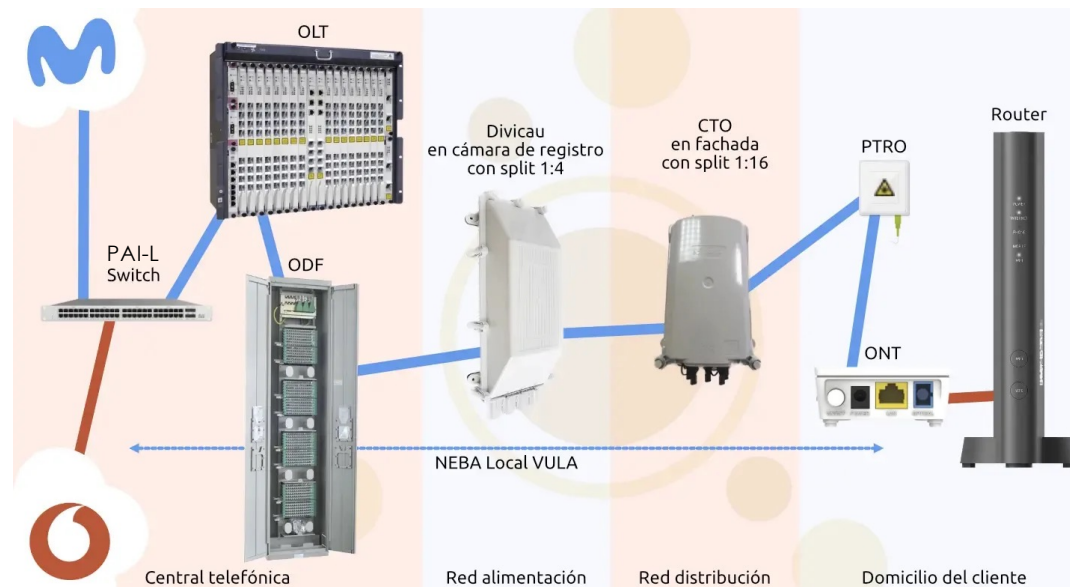
PAI-L: Punto de Acceso Indirecto - NEBA

Fuente imagen: https://www.cnmc.es/sites/default/files/editor_contenidos/Telecomunicaciones/Oferas/NEBA%20Local/Texto_NEBA_local_vigente.pdf

5.7 – NEBA

Ejemplo de funcionamiento

- Telefónica tiene el “dominio” en España de las redes de acceso
- Tiene la obligación de alquilar su red FTTH a otras operadoras
- La operadora debe proporcionar el Router hasta el PTRO (excluido)
- Del PTRO (incluido) hasta el PAI-L (switch) es la FTTH de Telefónica
- Telefónica luego entrega la señal en el PAI-L a la otra operadora

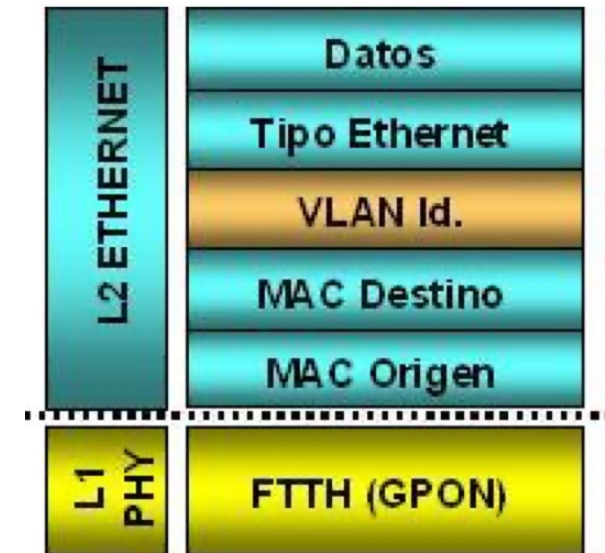


Fuente imagen: <https://bandaancha.eu/s/1718/140/vula.jpg>

5.7 – NEBA

Funcionamiento

- Se usa encapsulamiento Ethernet con VLAN
- Hay una VLAN por cada usuario
- En punto de entrega PAI-L, la operadora puede conectarse con Ethernet a 1 Gbps o a 10 Gbps
- La longitud máxima del cable puede ser de 10, 40 o 80 km según el tipo Ethernet usado



Fuente imagen: https://www.cnmc.es/sites/default/files/editor_contenidos/Telecomunicaciones/Oferas/NEBA%20Local/Texto_NEBA_local_vigente.pdf

Servicios

- Se debe de poder proporcionar servicio unicast y servicio multicast
- El servicio multicast se usa principalmente para IPTV (TV sobre Internet) y se dan 3 calidades diferentes
 - Definición estándar SD: 3,5 Mbps
 - Alta definición HD: 11 Mbps
 - Ultra alta definición UHD 4k: 35 Mbps
- También se deben de poder proporcionar 3 QoS diferentes
 - Best Effort (BE)
 - Oro – control de perdidas de trama y retardo
 - Real Time (RT) – control de perdidas de trama, retardo y variación del retardo

5.7 – NEBA

Servicios

Calidad	BE	Oro	RT
Perdidas de tramas	0,8%	0,4%	0,02%
Retardo medio unidireccional	-	66 ms	45 ms
Variación del retardo (95% percentil)	-	-	10 ms



Tecnologies de Xarxes de Computadors

Tema 5. Redes de acceso

Davide Careglio