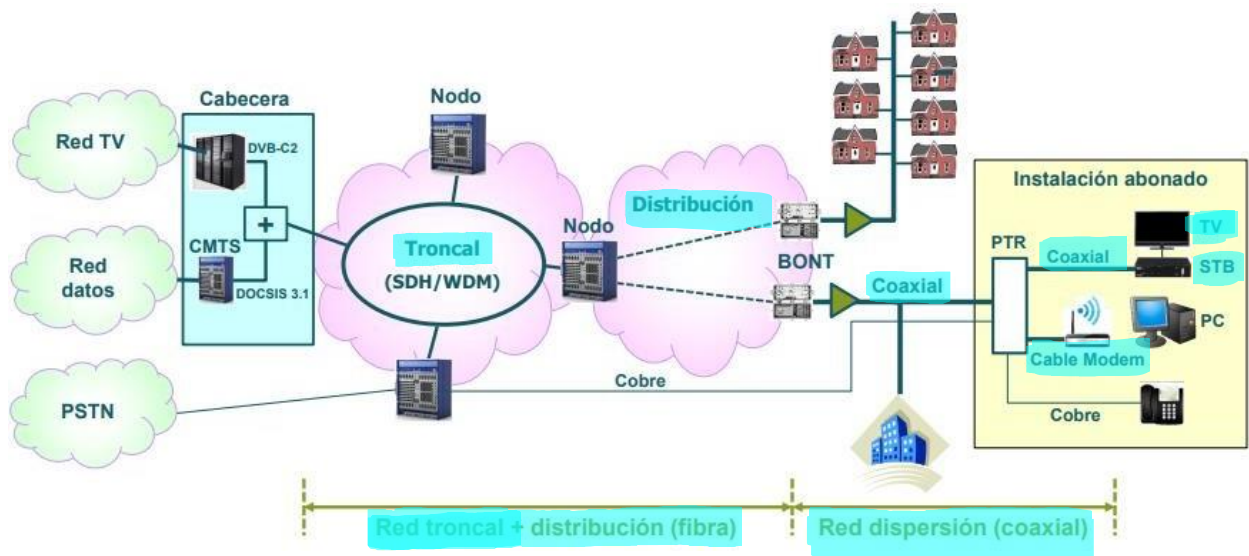


## TEMA 2: REDES IP

### HFC

Las redes HFC (Hybrid Fiber Coaxial) como su propio nombre indica, son redes que mezclan la transmisión por fibra óptica y por cable coaxial.

- DOCSIS 3.0: Velocidades de 160 Mbps de bajada y 120 Mbps de subida.
- DOCSIS 3.1: permite velocidades de 1 Gbps simétrico.



Como vemos en la imagen, es en la mitad del recorrido de la línea donde se produce el cambio de fibra a coaxial (BONT).

- **Cabecera:** Es el equipo donde reciben, generan y combinan las señales de los servicios que el operador ofrece.
- **CMTS** (Cable Modem termination System) Gestiona las conexiones bidireccionales con los Cable Modem y establece la conexión a la red de datos del operador. Se puede instalar en la Cabecera o en los Nodos de Distribución.
- **Red troncal:** Está constituida por sistemas SDH/WDM (Sistemas de transmisión). Puede tener topología punto a punto o en anillo.
- **Red de distribución:** Finaliza en el BONT (Broadband Optical Network Termination), un dispositivo que permite transformar las señales ópticas en eléctricas para pasar al coaxial.
- **Red de dispersión y equipos cliente:** Es la zona final de la línea. Elementos como los divisores, el cable modem o el STB (Set Top Box), es decir, el decodificador de la tele, forman parte de este tramo.

- **Servicio de TV: DVB-C2 (Digital Video Broadcasting-Cable)** DVB-C2 se utiliza desde la cabecera de red, ubicada en la infraestructura de red del operador, hasta el STB (Set Top Box) en la instalación del abonado. Usa bandas de 3MHz a 3GHz. En Europa, el ancho de banda de los canales es de 8MHz

- **Servicio de datos: DOCSIS 3.1 (Data Over Cable System Interface Specification).** DOCSIS se utiliza desde el CMTS (Cable Modem Termination System) en la red del operador hasta el Cable Modem en el domicilio del cliente.

DOCSIS 3.1		
Parámetro	Subida	Bajada
Bandas de frecuencia	Hasta 204 MHz	Hasta 1,8 GHz
Ancho de banda por canal	De 6,4 a 96 MHz	De 24 a 192 MHz
Portadoras RF	OFDM	OFDM
Portadoras por canal	1900 (2K) / 3800 (4K)	3800 (4K) / 7600 (8K)
Espaciado de portadoras	50 KHz (2K) / 25 KHz (4K)	50 KHz (4K) / 25 KHz (8K)
Modulación	16QAM hasta 4096QAM (16384QAM opcional)	16QAM hasta 4096QAM (16384QAM opcional)

### Test HFC

1. En una red de acceso HFC como la vista en el tema 2: (Abril 2023)

a. **Se utiliza el estándar DOCSIS para el servicio de datos (acceso a Internet) entre el CMTS y el Cable Modem.**

b. Se utilizan los estándares DVB-C y DOCSIS para la transmisión de los servicios de TV y VoD.

c. Se utiliza el estándar DVB-C para la transmisión de TV y VoD entre el CMTS y el Cable Modem.

d. Se utiliza el estándar DOCSIS para la transmisión de TV y VoD entre el CMTS y el Cable Modem.

2. En una red de acceso HFC como la vista en el tema 2: (Junio 2022 y Abril 2021)

a. Se utiliza el estándar DVB-C2 para la transmisión de los servicios de TV y VoD desde la Cabecera hasta el Cable Módem.

b. Se utilizan los estándares DVB-C2 y DOCSIS para el servicio de datos (acceso a Internet) entre la Cabecera y el BONT.

c. Se utiliza el estándar DOCSIS para la transmisión de TV y VoD entre el CMTS y el Cable Modem.

**d. El estándar DOCSIS 3.1 permite velocidades de 1 Gbps simétrico para la transmisión de datos entre el CMTS y el Cable Módem.**

3. En una red de acceso HFC como la vista en el tema 2: (Junio 2022 y Abril 2021)

a. Se utiliza fibra óptica en la red troncal y en la red de dispersión.

b. Se utiliza cable coaxial desde el nodo de la red troncal hasta el cable modem.

**c. Se utiliza fibra óptica en la red troncal y en la red de distribución hasta el BONT.**

d. Se utiliza cable coaxial en la red de distribución y en la red de dispersión hasta la instalación del abonado.

## FTTH

Las redes FTTH (Fiber to the Home) son lo que actualmente conocemos como fibra. Hoy en día se usan tecnologías GPON (redes ópticas pasivas) es decir, funcionan sin ningún tipo de dispositivo activo como los amplificadores o regeneradores. Los únicos elementos usados son de comportamiento pasivo como los splitters.

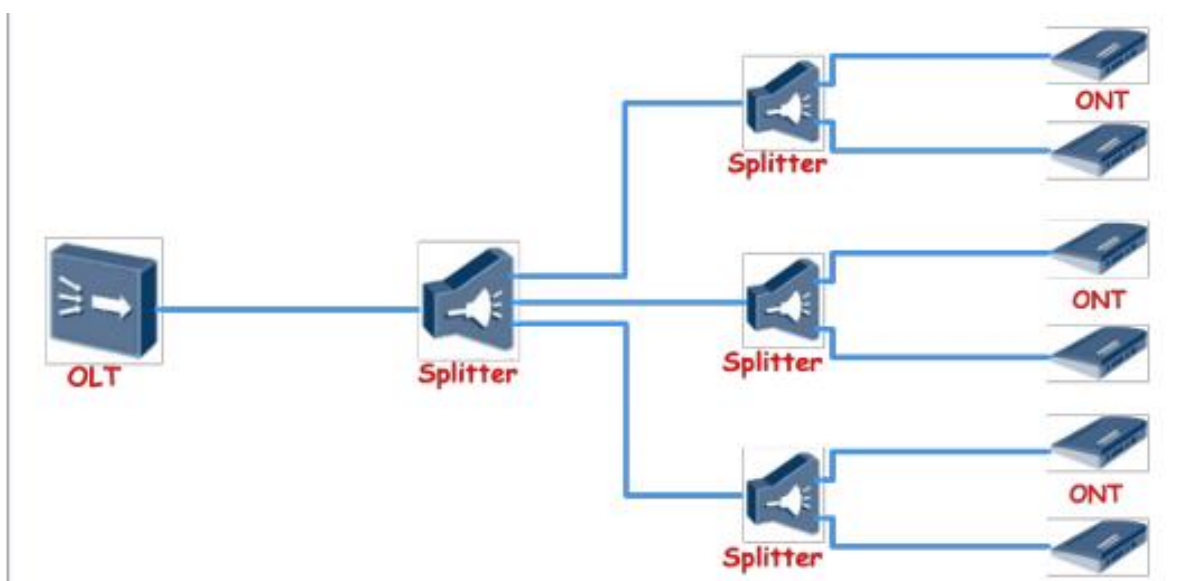
Puede ofrecer servicios de TV y video (con TV digital de alta definición (IPTV) y VoD), servicios de datos (Internet) y servicios de voz (VoIP).

Las redes construidas con GPON y NG-PON1 (variante) están diseñadas para un máximo de 64 usuarios.

Los operadores conectan sus redes a los OLT, en los cuales comienza las líneas de difusión hasta los hogares en donde encontramos el ONT, el cual como sabemos se encuentra dentro del Router y se encarga de decodificar la información para cada abonado.

Tecnología		GPON	XG-PON (NG-PON1)	XGS-PON (NG-PON1)	NG-PON2 (WDM-PON)
Estándar		ITU-T G.984	ITU-T G.987	ITU-T G.9807	ITU-T G.989
Tasa binaria	Downstream	2,5 Gbps	10 Gbps	10 Gbps	40 Gbps
	Upstream	1,2 Gbps	2,5 Gbps	10 Gbps	40 Gbps
Longitud de onda	Downstream	1.480-1500	1575-1580	1575-1580	1524-1544
	Upstream	1260-1360	1260-1280	1260-1280	1595-1603

### Multiplexación en GPON y NG-PON1



La conexión GPON (Gigabit-capable Passive Optical Network) y NG-PON1 se hace desde un dispositivo OLT (Optical Line Termination), ubicado en un nodo de la operadora, hasta el ONT (Optical Network Termination) en el domicilio del cliente.

En el enlace solo se utilizan splitters o divisores de fibra óptica (dos niveles), que son elementos pasivos que se limitan a agrupar o desagregar las diferentes fibras, pero no amplifican la señal ni la modifican.

GPON y NG-PON1 utilizan WDM (Wavelength Division Multiplexing), multiplexación por división de longitud de onda superponiendo haces ópticos con varias longitudes de onda en una sola fibra. Se utilizan las siguientes longitudes de onda diferentes para cada servicio en el canal descendente y en el canal ascendente.

WDM es bidireccional y los datos de subida (upstream) y los de bajada (downstream) comparten la misma fibra.

### **Downstream**

El protocolo GTC definido en GPON para la transmisión de datos en downstream especifica que:

- Los paquetes son transmitidos desde el OLT en modo broadcast TDM (Time Division Multiplexing).
- Todos los datos se transmiten a todas las ONT y los splitters se limitan a replicar los datos sobre las nuevas líneas de fibra.
- Cada ONT descripta (AES 128) únicamente el tráfico destinado a ella.
- Se utiliza corrección de errores FEC (Forward Error Correction).
- 1490 nm para voz y datos.
- 1550 nm para TV y VoD.

### **Upstream**

El protocolo GTC definido en GPON para la transmisión de datos en upstream especifica que:

- Los paquetes son enviados en modo TDMA (Time Division Multiple Access).
- Los datos van desde el ONT de cada abonado al OLT de la operadora y los datos de todos los usuarios son agregados en el splitter. El splitter impide el paso de la señal óptica entre diferentes ONT.
- En TDMA el ONT solo transmite cuando se lo indica el OLT, de forma que no se produzcan colisiones. Es necesario una correcta sincronización entre cada ONT y el OLT, teniendo en cuenta la distancia entre ellos y el tiempo de llegada de los datos.
- 1310 nm para voz y datos.

## Test FTTH

### 1. En una red FTTH como la vista en el tema 2 de teoría: (Abril 2023)

a. Se utiliza tecnología GPON con splitters o divisores de fibra que regeneran la señal óptica.

**b. La fibra óptica que sale del OLT se va dividiendo a través de splitters en nuevas líneas de fibra hasta el ONT en las instalaciones del abonado.**

c. Se utiliza tecnología GPON desde el ONT ubicado en un nodo de la operadora y el OLT instalado en el domicilio del cliente.

d. Un OLT puede dar servicio a muchos ONT, hasta un máximo de 16 usuarios dependiendo de la velocidad.

### 2. En una red FTTH como la vista en el tema 2 de teoría: (Abril 2023)

a. Se utiliza WDM (Wavelength Division Multiplexing) con una fibra óptica para los datos de subida y otra fibra para los de bajada.

b. Tanto en el canal ascendente como en el canal descendente se utilizan dos haces ópticos con longitudes de onda diferentes para TV, VoD, datos y voz.

c. La señal de voz y datos y la señal de TV se transmiten con la misma longitud de onda en fibras ópticas separadas.

**d. La señal de voz y datos y la señal de TV se transmiten con diferentes longitudes de onda en una sola fibra.**

### 3. En una red de acceso FTTH como la vista en el tema 2 de teoría: (Junio 2022 y Abril 2021)

**a. La tecnología NG-PON1 permite distancias de hasta 20 km entre el OLT y el ONT y anchos de banda que pueden alcanzar los 10 Gbps simétricos.**

b. La fibra óptica que sale del ONT se va dividiendo a través de splitters en nuevas líneas de fibra hasta el OLT en las instalaciones del abonado.

c. La señal de datos y la señal de TV se transmiten con diferentes longitudes de onda en fibras ópticas separadas.

d. Tanto en el canal ascendente como en el canal descendente se utilizan dos haces ópticos con longitudes de onda diferentes para TV, VoD, datos y voz.

### 4. En una red FTTH como la vista en el tema 2 de teoría: (Abril 2021)

a. Se utiliza WDM (Wavelength Division Multiplexing) con una fibra óptica para los datos de subida y otra fibra para los de bajada.

**b. Se utiliza WDM (Wavelength Division Multiplexing) con diferentes haces ópticos de distintas longitudes de onda para la transmisión de voz, datos y TV.**

c. La señal de datos y la señal de TV se transmiten con diferentes longitudes de onda en fibras ópticas separadas.

d. Tanto en el canal ascendente como en el canal descendente se utilizan dos haces ópticos con longitudes de onda diferentes para TV, VoD, datos y voz.

### 5. En una red FTTH como la vista en el tema 2 de teoría: (Abril 2021)

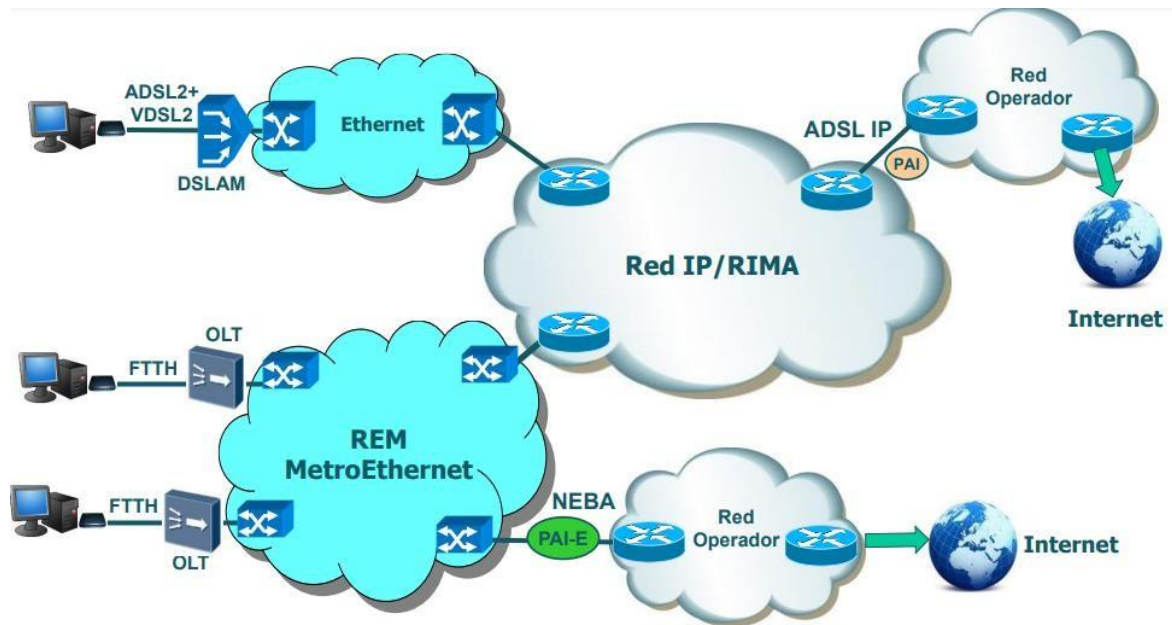
a. Los paquetes son transmitidos desde el ONT al OLT en modo broadcast TDM (Time Division Multiplexing).

b. Se utiliza cifrado asimétrico basado en bloques, con una clave de cifrado y otra de descifrado, entre el OLT y el ONT.

c. En el canal de subida el ONT puede enviar paquetes de datos en cualquier instante de tiempo (slot), sin indicación alguna por parte del OLT.

**d. En el canal de bajada los paquetes son transmitidos en modo TDM (Time Division Multiplexing) desde el OLT hasta el ONT y todos los datos son recibidos en todas las ONT.**

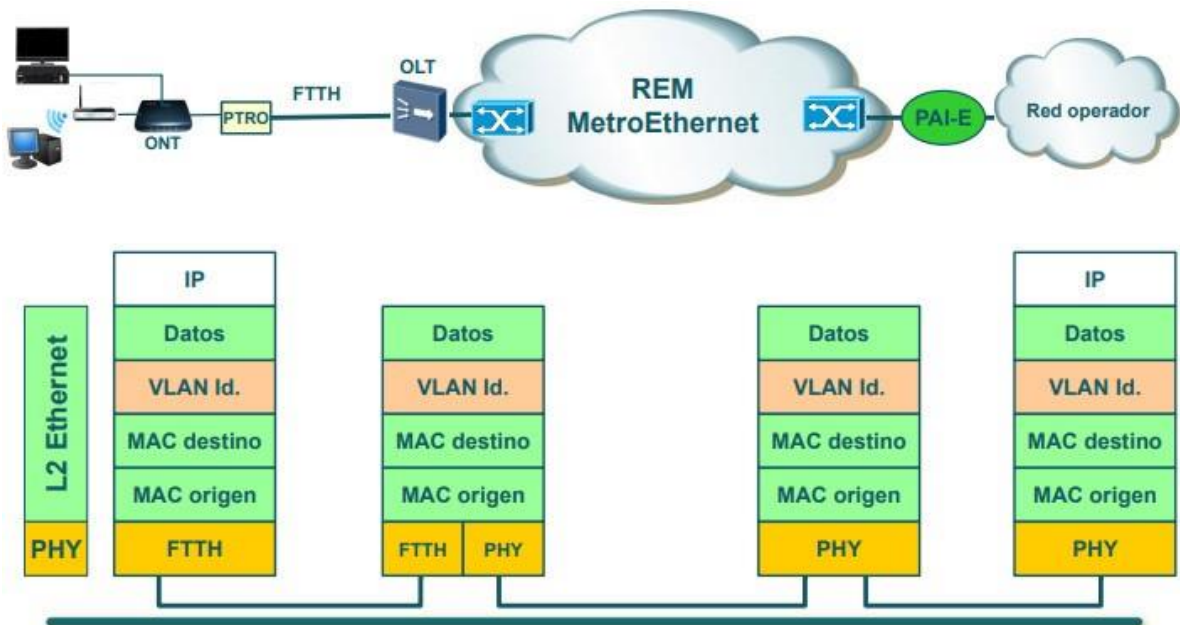
## NEBA



También conocido como Nuevo servicio de Ethernet de Banda Ancha, consiste en la entrega provincial de puntos de acceso a Ethernet, de forma que los operadores alternativos puedan usar las redes ya desplegadas de Telefónica para llegar a los clientes.

Este servicio se ofrece sobre ADSL 2+, VDSL2 y FTTH.

## NEBA (FTTH)



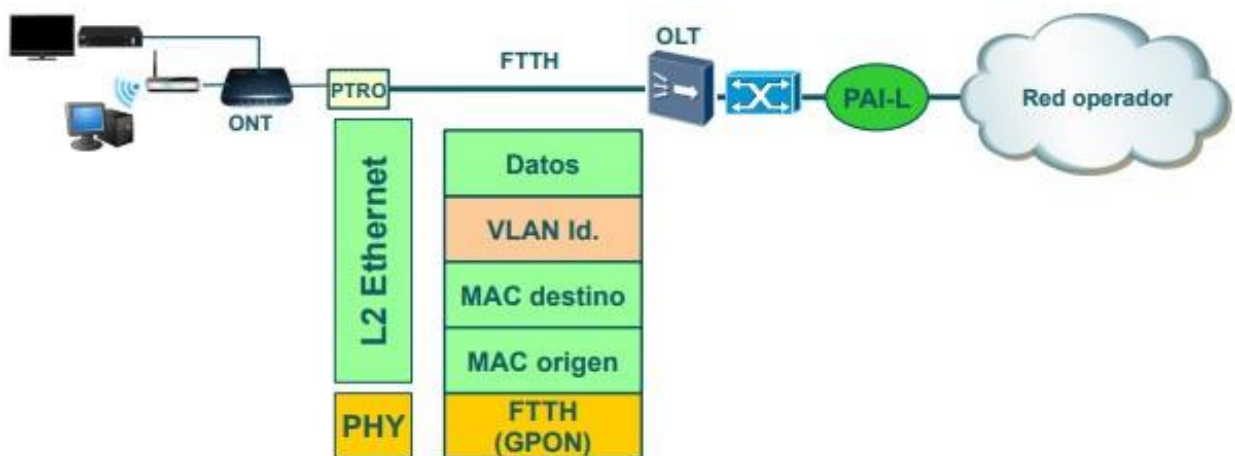
Servicio NEBA (Nuevo servicio Ethernet de Banda Ancha). Permite entregar al Operador las conexiones de los clientes finales en PAI-E a nivel provincial.



NEBA es un servicio mayorista que permite el acceso indirecto de operadores alternativos a la línea FTTH del abonado final, utilizando para ello la red de acceso de fibra y la red Ethernet Metropolitana (REM) de Telefónica.

Concentra el tráfico de todos los usuarios de una zona en Puntos de Acceso Indirecto Ethernet (PAI-E). Es un servicio de nivel 2 de transporte de tramas Ethernet transparente a los protocolos de nivel superior.

### NEBA Local



Servicio NEBA Local a través del PAI-L, también con tecnología Ethernet.

El servicio NEBA LOCAL es un servicio mayorista de acceso virtual a la red de fibra óptica FTTH de Telefónica. Es un servicio ofertado a otros operadores alternativos que pueden configurar de manera flexible sus propias ofertas independientes de las de Telefónica.

Es un servicio de nivel 2 de transporte de tramas Ethernet y el punto de entrega se ubica en la central cabecera de fibra en puntos de acceso indirecto Ethernet (PAI-L).

### Identificación del cliente (QINQ)

Se utiliza en el servicio NEBA para la identificación de usuarios en la red.

En este encapsulado se inserta un Tag adicional (VLAN S) para cada operador y nodo de acceso, de forma que la VLAN original del cliente (VLAN C) permanece sin cambios.

El encapsulado QinQ permite, mediante un segundo nivel de VLAN (VLAN Stacking), crear una estructura jerárquica para conectar a los usuarios a la red del Operador a través de la red REM de Telefónica sin modificar su VLAN original. Dentro de la red REM se utiliza el identificador VLAN S para el encaminamiento de las tramas Ethernet hacia la red del Operador.

QinQ se considera una mejora añadida del protocolo IEEE 802.1Q y permite construir túneles de nivel 2 y aplicar políticas de QoS.