



Comparación entre DOCSIS 4.0 y PON

Boletín

Índice

Introducción	3
Velocidad	4
Ancho de banda simétrico	4
Escalabilidad	5
Calidad de la señal, latencia y fluctuación	6
Fiabilidad	6
Gastos de capital	7
Gastos de explotación	7
Medio ambiente	8
Conclusión	9

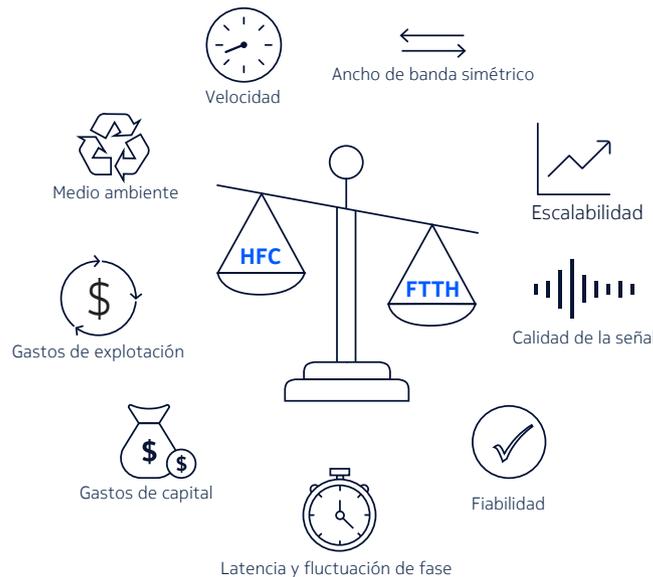
Introducción

Durante décadas, los operadores de cable han confiado con éxito en sus redes híbridas de fibra coaxial y DOCSIS para satisfacer las necesidades de banda ancha de sus clientes. Desde la versión DOCSIS 1.0 en 1997, los proveedores y operadores del sector no han dejado de evolucionar la tecnología, añadiendo capacidad y prestaciones para satisfacer las crecientes y siempre cambiantes necesidades del mercado. Las últimas y futuras versiones de DOCSIS no son una excepción, ya que llevan las capacidades hasta el gigabit y el multigigabit.

Pero a medida que aumentan los deseos y necesidades de los clientes y la presión competitiva sobre los proveedores de servicios que despliegan redes de fibra hasta el hogar (FTTH), ¿será suficiente? ¿Qué diferencia hay entre una red de fibra híbrida coaxial (HFC) DOCSIS 4.0 (D.4.0) y una red PON de fibra hasta el hogar (FTTH)? ¿Cuál es la mejor opción para la red de próxima generación de un operador de cable?

Hay muchos aspectos a considerar cuando se evalúan tecnologías y arquitecturas de red, y son muchas las variables que entran en juego, por lo que no hay una respuesta única y absoluta. Sin embargo, en casi todas las métricas -velocidad, ancho de banda simétrico, escalabilidad, calidad de la señal, latencia, fluctuación, fiabilidad, CAPEX, OPEX e impacto medioambiental- una red PON FTTH es superior a DOCSIS 4.0.

Figura 1. Características de la red



Velocidad

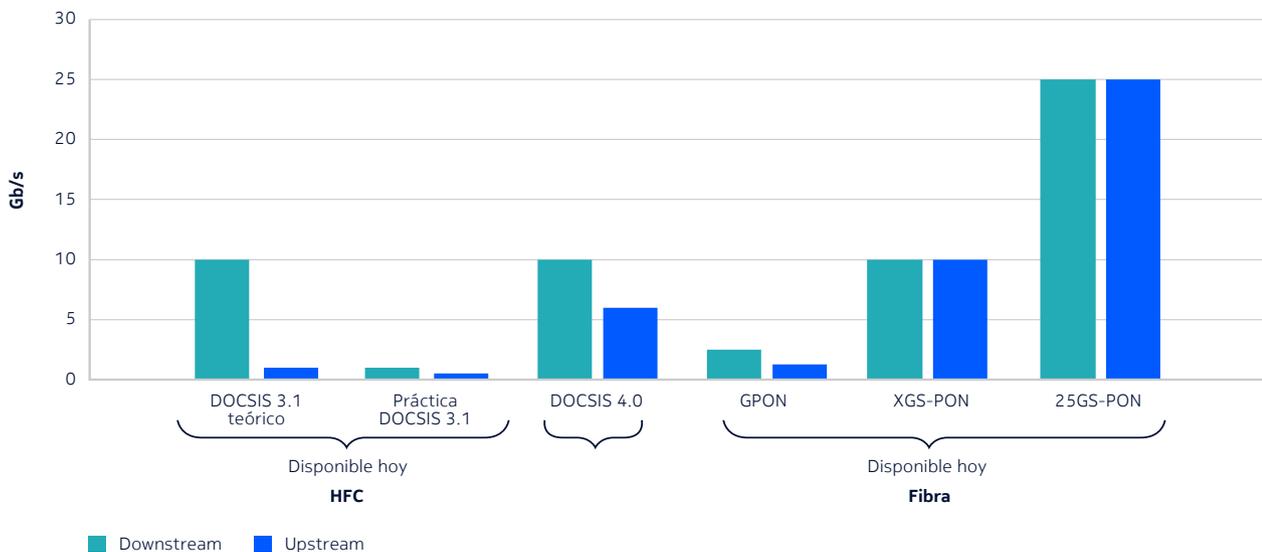
DOCSIS 3.1 especifica un ancho de banda descendente de hasta 10 Gb/s y ascendente de 1 Gb/s.

En realidad, ningún operador de cable suministra nada parecido. En la práctica, ofrecerá hasta 1 Gb/s de bajada y de 100 Mb/s a 1 Gb/s de subida, según la división y la capacidad de la planta exterior. La mayoría de las redes de cable actuales alcanzan un máximo de 100-300 Mb/s de bajada y 35-50 Mb/s de subida. La especificación DOCSIS 4.0 mantiene la velocidad máxima de bajada en 10 Gb/s y aumenta la de subida a 6 Gb/s, pero es probable que aún falten algunos años para su implantación comercial generalizada.

Por otro lado, hoy en día GPON proporciona 2,5 Gb/s en sentido descendente y 1,25 Gb/s en sentido ascendente, y XGS-PON proporciona 10 Gb/s simétricos (es decir, tanto en sentido descendente como ascendente). También está disponible hoy en día, y capaz de funcionar en la misma red de fibra, la PON de 25 Gb/s.

En otras palabras, dentro de unos años, una red DOCSIS podrá proporcionar un ancho de banda que se acerque a lo que ofrece XGS-PON, pero 2,5 veces inferior a lo que ofrece hoy 25GS-PON.

Figura 2: Velocidades de la tecnología

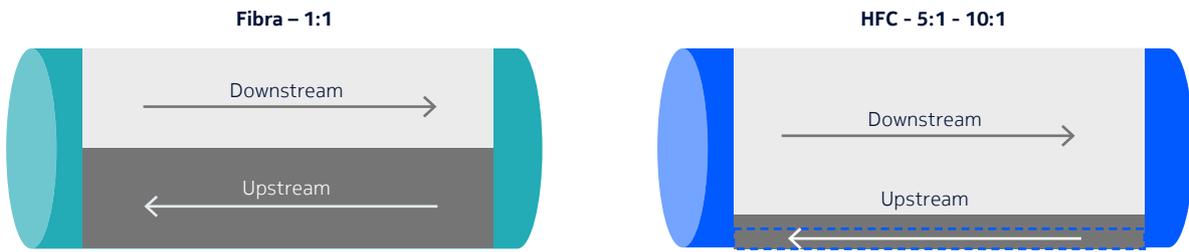


Ancho de banda simétrico

Históricamente, las redes de cable han asignado la mayor parte de su ancho de banda al tráfico descendente. Las redes de fibra adoptan un enfoque simétrico y la mayoría de las ofertas de servicios ofrecen el mismo rendimiento en sentido ascendente y descendente. Esto se debe a que la fibra tiene inherentemente más capacidad que el cable coaxial y puede diseñarse más fácilmente para ofrecer velocidades simétricas. Desde el punto de vista numérico, mientras que la fibra suele tener una relación de flujo ascendente/descendente de 1:1, las redes DOCSIS de cable se sitúan más en el rango de 5:1 o 10:1.

En el pasado, estas velocidades asimétricas no suponían un gran problema para la mayoría de los usuarios; reflejaban el uso típico de los consumidores. Sin embargo, esto está cambiando. A medida que aumenta el número de personas que trabajan a distancia, participan en videollamadas y asisten a eventos y clases virtuales, la red de subida experimenta periodos más largos y frecuentes de alta demanda. En consecuencia, cada vez es más importante configurar las redes con un ancho de banda simétrico. El ancho de banda simétrico es aún más crítico para las empresas que suben archivos cada vez más grandes y dependen más de la computación en nube.

Figura 3: Ancho de banda simétrico



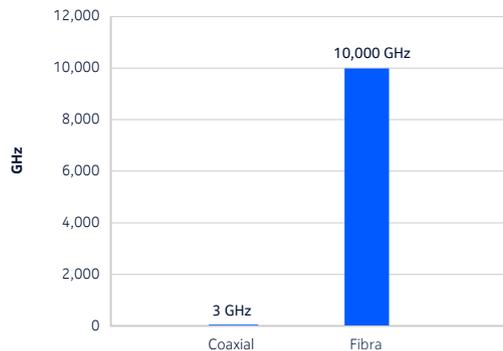
Escalabilidad

La velocidad máxima de una red está limitada por la física del medio. Una red HFC tiene mucha fibra, pero la última parte de la conexión con el cliente es cable coaxial. Hoy en día, las partes coaxiales de la mayoría de las redes de cable suelen estar limitadas a menos de 1 GHz de espectro utilizable en total. Incluso el espectro ampliado DOCSIS 4.0 sólo alcanzará entre 1,8 y 3,0 GHz. En comparación, la capacidad disponible del cable de fibra óptica es superior a 10.000 GHz: entre 5.000 y 10.000 veces mayor. Esto permite una escalabilidad prácticamente ilimitada en el futuro.

El proceso de dimensionamiento de una red HFC puede ser mucho más complejo que el de una red de fibra. Por ejemplo, cuando necesiten aprovechar más espectro, como en el caso de DOCSIS 4.0, los operadores de cable probablemente tendrán que sustituir o actualizar los nodos existentes, añadir nodos adicionales, añadir potencia, sustituir derivaciones, reducir el número de amplificadores y sustituir el resto, posiblemente actualizar partes del propio coaxial y mucho más.

Las redes de fibra, en cambio, sólo requieren actualizar los componentes electrónicos de la red.

Figura 4 Ancho de banda y escalabilidad



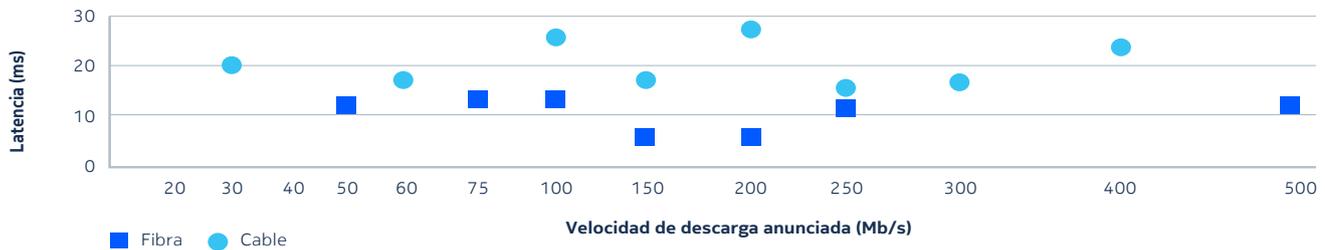
Calidad de la señal, latencia y fluctuación

Los despliegues DOCSIS presentan mayor latencia y fluctuación que las redes de fibra. Hay varias razones relacionadas para ello. En primer lugar, la degradación del cable antiguo provoca mayores tasas de ruido y una mayor atenuación de la señal. Para hacer frente a esto, DOCSIS utiliza esquemas de codificación avanzados que dan lugar a una latencia adicional. Los operadores de cable pueden utilizar esquemas de codificación más sencillos para minimizar el impacto, pero esto se traducirá en una menor reducción del ruido, lo que a su vez provoca más paquetes perdidos y un mayor jitter.

Con DOCSIS 3.1 aparece un nuevo desarrollo llamado “DOCSIS de baja latencia” (LLD). LLD pretende reducir la latencia centrándose en flujos/aplicaciones específicas (juegos, vídeo, etc.) muy afectados por la latencia. No es una reducción de latencia sistémica y completa, no aborda los retrasos causados por la codificación y decodificación del tráfico y es complicada. La LLD requiere que varios componentes de hardware y software trabajen juntos, por lo que el éxito de su implantación dependerá de varios proveedores.

Por otro lado, las señales de fibra contienen muy poco ruido, por lo que los protocolos de fibra requieren menos sobrecarga para la corrección de errores, lo que se traduce en menor latencia y fluctuación. El gráfico, parte de un estudio de la FCC, muestra las latencias medias ponderadas, por tecnología y por velocidad de descarga anunciada para las tecnologías terrestres. En todas las velocidades, la fibra ofrece menor latencia.

Figura 5: Latencia de los PSI terrestres, por tecnología y velocidad de descarga anunciada



Fuente: Comisión Federal de Comunicaciones de EE.UU., enero de 2021

Fiabilidad

Las redes HFC tienen mucha más electrónica activa, como nodos y amplificadores, en la planta exterior que las redes de fibra. A medida que las redes DOCSIS mejoren y profundicen en la fibra, habrá más nodos instalados. Estos elementos activos dependen de la alimentación de la red eléctrica o, en caso de corte, de baterías de reserva. Al estar en el exterior, estos componentes corren el riesgo de sufrir daños por la lluvia y la nieve. Los elementos pasivos también pueden sufrir daños físicos. Además, como ya se ha dicho, las redes HFC están sujetas a una considerable degradación del ruido y de la señal, y la red necesita un mantenimiento regular para preservar los niveles de rendimiento. Todos estos factores reducen la fiabilidad de la red HFC.

Las redes FTTH no tienen componentes externos activos, salvo en el caso de una red que incluya OLT remotas. El único riesgo físico real es la rotura de la fibra si, por ejemplo, alguien la golpea durante una excavación (por ejemplo, durante una construcción). La fibra tiene intrínsecamente menos ruido y no

requiere un mantenimiento regular. Verizon descubrió que los índices de reparación se redujeron hasta un 50% en comparación con sus redes basadas en cobre. La fibra es duradera: una vez enterrada, dura más de 75 años.

Gastos de capital

El argumento más común contra la adopción de FTTH, al menos en un entorno de brownfield, es el gasto de capital. En un despliegue greenfield, no hay mucha diferencia. Los mayores costes se encuentran en la instalación de la infraestructura de red y, en una red HFC moderna, la fibra tendría casi la misma profundidad que en una red FTTH. En este caso, la mayoría de los operadores optarán por la FTTH por todas las razones expuestas en este artículo.

En un entorno de brownfield, es muy probable que un operador pueda actualizar su red HFC a DOCSIS 3.1 con un ratio de división medio o alto por menos de un overbuild y la transición a FTTH. Aunque esto puede llevar a un operador a servicios gigabit, no tiene un futuro multigigabit a largo plazo. Llevar la red HFC actual a multigigabit implicaría pasar a DOCSIS 4.0. Además de los cambios y adiciones de nodos, los operadores de cable probablemente tendrán que sustituir o actualizar los paneles de conexión, las cajas de empalme, los cables de bajada, la central eléctrica, los amplificadores y posiblemente la infraestructura troncal de fibra. En este punto, dependiendo de la densidad del despliegue, es probable que el gasto de capital sea comparable al de una transición FTTH, si no mayor.

Gastos de explotación

Mientras que el gasto de capital es un coste único, el gasto de explotación es continuo. Por consiguiente, a lo largo de la vida útil de una red, un OPEX significativamente menor puede compensar un CAPEX mayor, lo que puede dar lugar a un coste total de propiedad menor. Y este es sin duda el caso de las redes FTTH frente a las HFC.

Las pruebas anecdóticas de los operadores de cable, así como un estudio detallado publicado a mediados de 2020, muestran que el OPEX de las redes FTTH es aproximadamente el 50% del de una red HFC.

Analizando esto con un poco más de detalle, hay varios componentes del OPEX. Algunos de ellos incluyen elementos explícitos como la energía y el mantenimiento, pero también deben tenerse en cuenta elementos relacionados como la rotación de clientes.

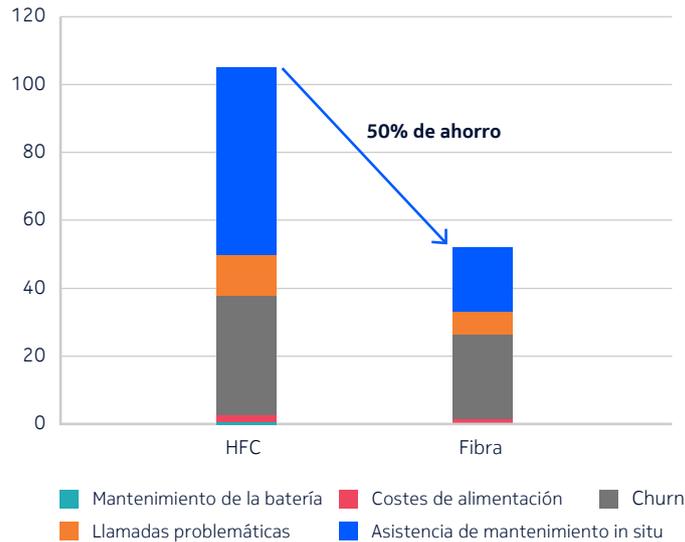
Las redes HFC suelen tener mucha más electrónica activa en la planta exterior que las redes FTTH. La electrónica activa de HFC incluye un gran número de nodos y múltiples amplificadores de línea coaxial por nodo. Los nodos también necesitan baterías de reserva en caso de fallo de alimentación de la red. A medida que los operadores de cable ofrezcan servicios de mayor velocidad, tendrán que aumentar el número de nodos (es decir, disminuir el número de hogares en cada nodo) y aumentar así el consumo de energía de la red.

Una red PON centralizada no tiene electrónica activa en la planta exterior. Si se utilizan OLT remotas, necesitarán alimentación y energía de reserva.

Las redes HFC requieren una cuidadosa supervisión de la calidad de la señal y la detección de fugas. La red HFC también está sujeta a daños por lluvia o nieve. Los problemas de calidad de la señal o los daños en elementos externos de la planta pueden provocar una llamada de avería de un cliente y, si no pueden resolverse a distancia, el vuelco de un camión. En última instancia, más problemas conducen a una menor satisfacción del cliente y a una mayor tasa de abandono.

Con muchos menos componentes externos activos, las redes FTTH requieren mucho menos mantenimiento. En combinación con la calidad superior de la señal que proporciona la fibra, las redes FTTH también disfrutan de un mayor nivel de satisfacción del cliente.

Figura 6. Gasto anual total de funcionamiento por vivienda autorizada



Fuente: Fiber Broadband Association, junio de 2020

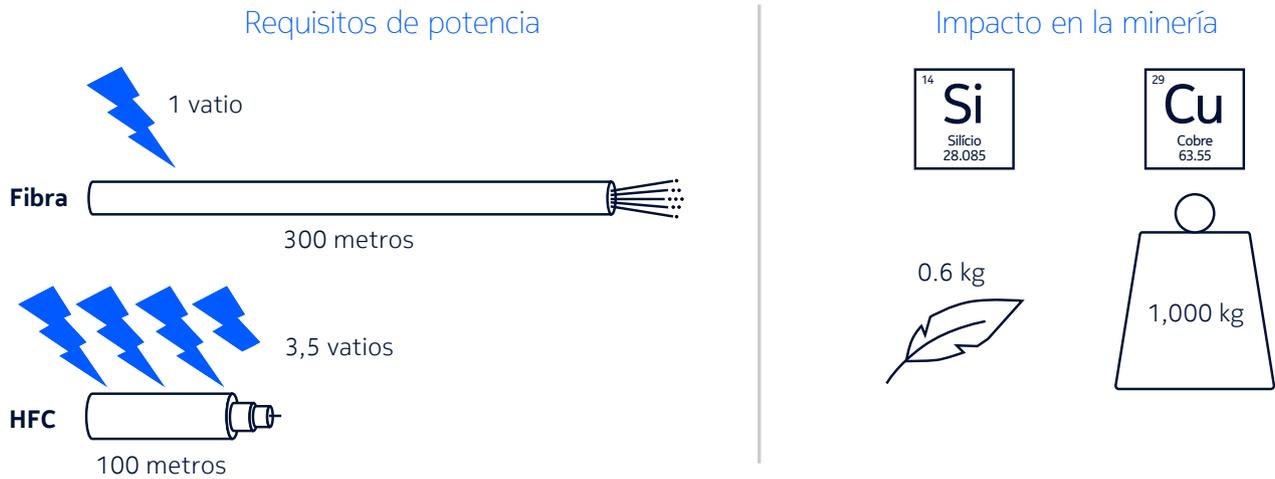
Medio ambiente

A medida que ha ido creciendo la preocupación mundial por el medio ambiente, industrias enteras han ido adoptando medidas y compromisos para ser neutras en emisiones de carbono. La industria de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha dado un paso adelante y ha reconocido la importancia de hacer de la sostenibilidad un punto clave de la agenda. Se calcula que el sector de las TIC es responsable del 2% de las emisiones mundiales de CO2, lo mismo que el sector de la aviación.

El consumo de energía es una parte importante, y en general se acepta que la fibra utiliza menos energía que el cobre, con cálculos que oscilan entre siete y doce veces menos. Una red de fibra requiere sólo 1 vatio para transmitir datos a 300 metros, mientras que una red de cable utiliza 3,5 vatios para enviar los mismos datos a sólo 100 metros.

Como ya se ha comentado, la fibra requiere mucho menos mantenimiento y menos desplazamientos de camiones, lo que reduce las emisiones totales de carbono. Incluso el mayor ancho de banda y velocidad de la fibra contribuyen a reducir la huella, ya que permite un teletrabajo y una educación en casa más eficaces. Quizá lo mejor de todo es que COAX utiliza cobre, que debe extraerse de la tierra, lo que supone un enorme impacto ambiental. La fibra se crea a partir de dióxido de silicio (SiO2). El silicio es el segundo elemento más común de la tierra, se encuentra de forma natural en la arena, la arcilla y la roca, y se extrae sin dañar el medio ambiente ni generar subproductos nocivos. Según Corning, uno de los principales productores de fibra, “la extracción necesaria para obtener dos kilogramos de hilo de cobre (aproximadamente la cantidad necesaria para un cable de cobre de 60 metros de longitud) se traduce en unos 1.000 kilogramos de impacto medioambiental. Crear esa misma longitud de fibra sólo requiere alrededor de 0,06 de kilogramo de impacto ambiental”.

Figura 7. Impacto medioambiental



Conclusión

La fibra ofrece claras ventajas sobre la HFC en velocidad, ancho de banda simétrico, escalabilidad, calidad de la señal, latencia, jitter, fiabilidad, CAPEX, OPEX e impacto medioambiental. Dadas las crecientes demandas de capacidad y rendimiento de la red, así como las crecientes presiones competitivas, los operadores de cable deben plantearse una estrategia a corto y largo plazo. En los despliegues totalmente nuevos, FTTH se acepta generalmente como el enfoque estándar. En muchas redes abandonadas, incluso cuando una actualización DOCSIS es suficiente a corto plazo, se trata de un paso previo al despliegue final de FTTH. Por tanto, FTTH es casi siempre la opción correcta.

Acerca de Nokia

En Nokia creamos tecnología que ayuda al mundo a trabajar en conjunto.

Como líder en innovación tecnológica B2B, somos pioneros en redes que detectan, piensan y actúan aprovechando nuestro trabajo en redes móviles, fijas y en la Nube. Además, creamos valor con propiedad intelectual e investigación a largo plazo, liderada por los galardonados Nokia Bell Labs.

Con arquitecturas verdaderamente abiertas que se integran fácilmente en cualquier ecosistema, nuestras redes de alto rendimiento crean nuevas oportunidades de monetización y escalabilidad.

Los operadores de telecomunicaciones, empresas y socios de todo el mundo confían en Nokia para entregar redes seguras, confiables y sostenibles hoy, y trabajan con nosotros para crear los servicios y aplicaciones digitales del futuro.

Nokia es una marca registrada de Nokia Corporation. Otros nombres de productos y empresas mencionados en este documento pueden ser marcas o nombres comerciales de sus respectivos propietarios.

2023 Nokia
 Nokia OYJ
 Karakaari 7
 02610 Espoo
 Finlandia
 Tel. +358 (0) 10 44 88 000
 CID 214553