

COMMSCOPE®

QUÉ ES LO SIGUIENTE PARA EL CENTRO DE DATOS

# Tendencias que observar en 2023

# Contenidos

Introducción	3
Sobre los autores	4
<b>Capítulo 1:</b> Adaptándose a un número de fibras cada vez mayor en el centro de datos	6
<b>Capítulo 2:</b> El análisis de coste/beneficio tras la fibra OM5	14
<b>Capítulo 3:</b> 400G en el centro de datos: Opciones de transceptores ópticos	19
<b>Capítulo 4:</b> 400G en el centro de datos: Densificación y arquitectura de campus	22
<b>Capítulo 5:</b> No mire ahora, ¡aquí viene 800G!	26
<b>Capítulo 6:</b> Los MTDC al borde de la red	30
<b>Capítulo 7:</b> El papel evolutivo del centro de datos en un mundo habilitado para el 5G	33
<b>Capítulo 8:</b> A través del campus y hacia la nube: ¿Qué está impulsando la conectividad MTDC?	38
<b>Capítulo 9:</b> El camino hacia el 1,6T empieza ahora	44
Conclusión	49



# Viendo hacia el siguiente año, ¿qué va a impactar a los centros de datos?

En la industria de los centros de datos no existe el concepto de “hacer negocios como de costumbre”, y el 2023 no es una excepción a esta regla. Dado que el volumen de datos que entra en el centro de datos sigue aumentando, impulsado por una demanda de conectividad aún mayor, los planificadores de redes se están replanteando cómo pueden adelantarse a estos cambios.

Remontándose a 2014, cuando el Consorcio Ethernet 25G propuso Ethernet de 25 Gbps sobre un canal y Ethernet de 50 Gbps sobre dos canales, se creó una gran horquilla en la hoja de ruta del sector, ofreciendo un menor coste por bit y una transición fácil hacia 50G, 100G y más allá.

En 2020, el 100G llegará al mercado de forma masiva, impulsando un número de fibras cada vez mayor, y los grandes centros de datos de hiperescala y basados en la nube se enfrentarán a su inevitable salto a los 400G. Con switches y servidores que requerirán conexiones a 400G y 800G, la capa física también debe contribuir con un mayor rendimiento para optimizar continuamente la capacidad de la red.

La capacidad para desarrollar la infraestructura de capa física en el centro de datos es, en última instancia, clave para mantener el ritmo de la demanda por la baja latencia, el alto ancho de banda y la conectividad fiable que demandan los clientes. Eche un vistazo a estas principales tendencias para ver cómo los administradores de centros de datos planifican para los 800G y el efecto sobre los datos que producirá el 5G.

# Sobre los autores



## Matt Baldassano

Matt Baldassano apoya en EE. UU. a la Región Noreste como Director Técnico de Soluciones Empresariales especializado en la conectividad de Centros de Datos. Ha desempeñado funciones como Director de Desarrollo de Negocios e Ingeniero de Marketing Técnico en la unidad de negocio de Centros de Datos de CommScope.

Su experiencia también incluye responsabilidades como Ingeniero de Cuentas en las ciudades de Nueva York y Dallas, para la Corporación EMC2, sirviendo tanto a centros de datos cableados como a sistemas inalámbricos en edificios, y ha escrito artículos sobre seguridad inalámbrica. Matt es licenciado en Informática por la Universidad de St. John's y tiene un máster en Tecnología por la Universidad de Tecnología Avanzada.



## Jason Bautista

Como Arquitecto de Soluciones para centros de datos de hiperescala y multi-inquilino (Multitenant Data Center - MTDC), Jason es responsable del desarrollo del mercado de centros de datos para CommScope. Supervisa las tendencias en el mercado de centros de datos para ayudar a impulsar estrategias, soluciones y programas de hoja de ruta de productos para clientes de centros de datos de hiperescala y multi-inquilino (MTDC).

Jason cuenta con más de 19 años de experiencia en el sector de las infraestructuras de red y ha ocupado varios puestos de cara al cliente en el desarrollo de productos, marketing y soporte para una amplia gama de redes y clientes de todo el mundo.

# Sobre los autores



## Ken Hall

Ken Hall es Arquitecto de Centro de Datos para América del Norte en CommScope, responsable de tecnología y liderazgo intelectual, así como de planificación de infraestructura óptica para centros de datos a escala global y relacionados. En este cargo ha tenido un papel fundamental en el desarrollo y lanzamiento de soluciones de fibra óptica de pérdida ultra-baja y alta velocidad para hacer posible una migración de red eficiente para los operadores de centros de datos.

Anteriormente, Ken había trabajado con TE Connectivity/Tyco Electronics/AMP en una variedad de funciones. Su experiencia incluye gestión y estrategia de programas de centros de datos y OEM de redes globales, gestión de proyectos, marketing, estándares de la industria y gestión de ventas técnicas. Ken también fue responsable de la estandarización de la industria y la proliferación de los conectores de factor de forma pequeño de cobre y fibra e interfaces de alta densidad para OEM de electrónica de red.

Ken cuenta hasta la fecha con nueve patentes para conectores de fibra óptica y sistemas de gestión de infraestructuras.

Ken se graduó con una Licenciatura en Ciencias por la Universidad de Shippensburg. Está acreditado por BiCSi como Diseñador de Distribución de Comunicaciones (RCDD) y de Sistemas de Tecnología de Red (NTS).



## Hans-Jürgen Niethammer

Hans-Jürgen se incorporó a la división de cableado de CommScope en julio de 1994 y ha ocupado varios puestos clave en gestión de productos, servicios técnicos y marketing, entre los que se incluye el de Director de Gestión de Programas de EMEA, Director de Marketing de EMEA y Director de Servicios Técnicos y Operaciones de Ventas de EMEA.

Desde enero de 2013, Hans-Jürgen es responsable del desarrollo del mercado de centros de datos de CommScope en EMEA, asegurándose de que las soluciones de CommScope permitan que las infraestructuras de los centros de datos de los clientes sean ágiles, flexibles y escalables para cumplir con los requisitos de este segmento dinámico del mercado, hoy y en el futuro.

Hans-Jürgen es un experto internacional en centros de datos, fibra óptica y sistemas de AIM, miembro de varios comités de estandarización ISO/IEC y CENELEC y editor de varios estándares internacionales.

Hans-Jürgen es ingeniero colegiado con un título de Ingeniería Electrónica y un grado en Economía de Negocios certificado por el estado

## Sobre los autores



### Alastair Waite

Alastair Waite se unió a CommScope en septiembre de 2003 como gestor de productos para la división Enterprise Fiber Optic, y desde entonces ha ocupado varios cargos clave en el negocio, incluido el de Jefe de Gestión de Productos Empresariales para EMEA, Jefe de Gestión de Mercado y Líder de Negocio de Centros de Datos en EMEA.

Desde enero de 2016, Alastair ha tenido la responsabilidad de diseñar las soluciones de centro de datos de CommScope, garantizando que las infraestructuras de los clientes estén disponibilizadas para crecer a medida que sus necesidades operativas se expanden en este segmento tan dinámico del mercado.

Antes de unirse a CommScope, Alastair fue Gerente Sénior de la línea de productos de silicio óptico en Conexant Semiconductor, donde era el responsable global de todos los productos de interfaz óptica de la empresa.

Alastair tiene una Licenciatura en Ingeniería Electrónica por la UC Wales.



### James Young

James es el Director de la División de Centros de Datos Empresariales de CommScope, supervisando la estrategia y proporcionando el liderazgo a los equipos de producto y de campo a nivel mundial. James ha estado involucrado en diversos puestos, incluyendo ventas, marketing y operaciones para soluciones de comunicación que trabajan con Tyco Electronics/AMP, Anixter, Canadian Pacific y TTS en Canadá. James ha adquirido una amplia experiencia en la venta de productos OEM, soluciones de red y servicios de valor añadido a través de entornos de ventas directas e indirectas.

Se graduó con una licenciatura en Ciencias por la Universidad de Western Ontario. Está acreditado por BiCSi como Diseñador de Distribución de Comunicaciones (RCDD) y es Profesional de Diseño de Centros de Datos Certificado (CDCP).



1/

Adaptándose a un mayor número de fibras  
en el centro de datos

El volumen de tráfico digital que desemboca en el centro de datos sigue aumentando; mientras tanto, una nueva generación de aplicaciones impulsadas por avances como 5G, IA y comunicaciones máquina a máquina están impulsando los requisitos de latencia en un rango de milisegundos. Estas y otras tendencias están convergiendo en la infraestructura del centro de datos, obligando a los gestores de redes a replantearse cómo pueden adelantarse a los cambios.

Tradicionalmente, las redes han tenido cuatro palancas principales con las cuales satisfacer la creciente demanda de menor latencia y mayor tráfico:

- Reducir la pérdida de señal en el enlace
- Acortar la distancia del enlace
- Aumentar la velocidad de señal
- Aumentar la capacidad del medio de conexión

Aunque los centros de datos utilizan los cuatro enfoques en algún nivel, la atención, especialmente en el nivel de hiperescala, se centra ahora en aumentar la cantidad de fibra. Históricamente, el cableado de la red principal contenía 24, 72, 144 o 288 fibras. A estos niveles, los centros de datos podrían tender fibras directamente entre la red troncal y los switches o servidores, y luego utilizar arreglos de cables para separarlas para realizar una instalación eficiente. Hoy en día, los cables de fibra se despliegan con hasta 20 veces más hilos de fibra, del orden de 1728, 3456 o 6912 fibras por cable.

El mayor número de fibras combinado con la construcción de cables compactos es especialmente útil al interconectar centros de datos. El cableado troncal de interconexión entre centro de datos (DCI por sus siglas en inglés) con más de 3000 fibras es habitual para conectar dos instalaciones de hiperescala, y los operadores tienen previsto duplicar esa capacidad de diseño en un futuro próximo. Dentro del centro de datos, las áreas problemáticas incluyen los cables troncales de backbone que se extienden entre los switches de alta gama en el núcleo de la red o desde las salas de interconexión principal (meet-me rooms) hasta los switches de distribución (spine) en las filas de gabinetes.

Independientemente de que la configuración que el centro de datos requiera, conexiones punto a punto o de switch a switch, el aumento del número de fibras crea importantes retos para los centros de datos en cuanto a la entrega del mayor ancho de banda y la capacidad donde se necesita.

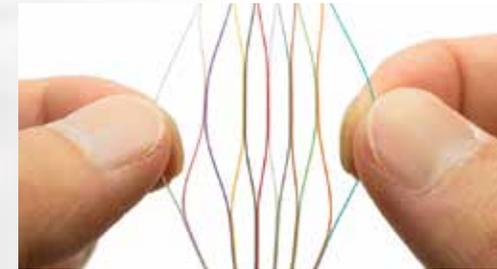
El primero: ¿Cómo implementar fibra de la manera más rápida y eficiente? ¿Cómo ponerla en la bobina o carrete? ¿Cómo sacarla en la bobina? ¿Cómo tenderla entre diferentes puntos y a través de las canalizaciones?

Una vez que está instalada, he aquí el segundo reto: ¿Cómo se puede separar y gestionar en los racks de switches y servidores?



## Cableado de fibra de cinta enrollable (Rollable Ribbon)

La progresión de la fibra y la red óptica ha sido una respuesta continua a la necesidad de enlaces de datos más grandes y rápidos. A medida que estas necesidades se intensifican, las formas de diseñar y empaquetar la fibra dentro del cable han evolucionado, permitiendo a los centros de datos aumentar el número de fibras en una construcción de cables sin aumentar necesariamente la huella del cableado. El cableado de fibra de cinta enrollable es uno de los eslabones más recientes de esta cadena de innovación.



La fibra de cinta enrollable se une en puntos intermitentes. Fuente: ISE Magazine

El cable de fibra de cinta enrollable se basa, en parte, en el desarrollo anterior del cable de cinta de tubo central (central tube ribbon). Presentado a mediados de los 90, principalmente para redes de planta externa (OSP), el cable de cinta de tubo central disponía de hasta 864 fibras en formato cinta y en un único tubo central. Las fibras están agrupadas y unidas continuamente a lo largo del cable, lo que aumenta su rigidez. Aunque esto tiene poco efecto al desplegar el cable en una aplicación OSP, en un centro de datos un cable rígido no es deseable debido a las mayores restricciones en el enrutamiento y curvaturas que estos cables requieren.

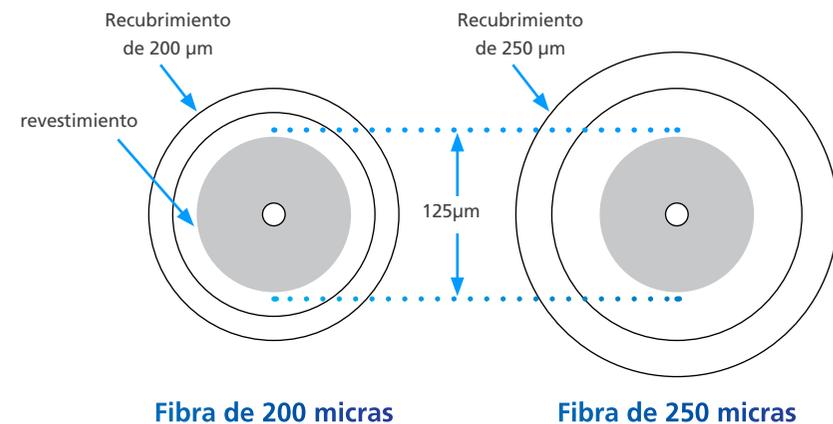
En un cable de fibra de cinta enrollable, las fibras ópticas se unen de forma intermitente para formar una malla. Esta configuración hace que la cinta sea más flexible, lo que permite a los fabricantes manufacturar cables de hasta 3456 fibras en tan solo un ducto de 5cm (2"), lo que representa el doble de densidad que las fibras convencionales. Esta construcción reduce el radio de curvatura, lo que hace que estos cables sean más fáciles de trabajar dentro de las limitadas canalizaciones del centro de datos.

En el interior del cable, las fibras unidas de forma intermitente adoptan las características físicas de las fibras sueltas que se flexionan y doblan fácilmente, lo que facilita su manejo en espacios reducidos. Además, el cableado de fibra de cinta enrollable utiliza un diseño completamente sin gel que ayuda a reducir el tiempo necesario para preparar el empalme, reduciendo así los costes de mano de obra. La unión intermitente sigue manteniendo la alineación de las fibras requerida para el empalme de cintas por fusión masiva típico.

## Reduciendo los diámetros de los cables

Durante décadas, casi toda la fibra óptica para telecomunicaciones ha tenido un diámetro de revestimiento de 250 micras. Con la creciente demanda de cables más pequeños, esto ha empezado a cambiar. Muchos diseños de cables han alcanzado los límites prácticos para la reducción del diámetro con fibra estándar. Pero una fibra más pequeña permite reducciones adicionales. Las fibras con revestimientos de 200 micras se utilizan ahora en la fibra de cinta enrollable y el cable de micro-ducto.

Es importante destacar que el revestimiento de la fibra es la única parte que ha sido modificada. Las fibras con revestimiento de 200 micras disponen del mismo diámetro de núcleo y recubrimiento de 125 micras que las fibras convencionales, permitiendo una completa compatibilidad de empalme con fibras convencionales. Una vez que se ha pelado el recubrimiento, el procedimiento de empalme para la fibra de 200 micras es el mismo que para su equivalente de 250 micras.



Para el rendimiento óptico y la compatibilidad de los empalmes, la fibra de 200 micras presenta el mismo núcleo y revestimiento de 125 micras que la alternativa de 250 micras.  
Fuente: ISE Magazine

## Los nuevos chipsets complican aún más el desafío

Todos los servidores de una fila se aprovisionan para soportar una determinada velocidad de conexión. Sin embargo, en las redes hiperconvergentes de hoy en día, es extremadamente raro que todos los servidores de una fila tengan que funcionar a su velocidad de línea máxima al mismo tiempo. La diferencia entre el ancho de banda ascendente necesario del servidor y el ancho de banda descendente que se ha aprovisionado se conoce como “sobresuscripción” o “ratio de contención”. En algunas zonas de la red, como el enlace entre switches (ISL por sus siglas en inglés), la proporción de sobresuscripción puede llegar a ser de 7:1 o 10:1. Elegir una proporción más alta de sobresuscripción puede ser tentador para reducir los costes de los switches; sin embargo, la mayoría de los diseños modernos de redes de centros de datos en la nube y de hiperescala buscan una proporción de 3:1, o incluso menor, para ofrecer un rendimiento de red de clase mundial.

La sobresuscripción adquiere mayor importancia cuando se construyen grandes redes de servidores. A medida que aumenta la capacidad de ancho de banda entre switches, disminuyen las conexiones en el switch. Esto requiere de la combinación de redes con múltiples capas de leaf-spine para alcanzar el número de conexiones de servidores necesario con cada enlace entre switches, contribuyendo a la sobresuscripción general de las redes. Sin embargo, cada capa de conmutación añade coste, consumo de energía y latencia. La tecnología de conmutación se ha centrado en este problema impulsando una rápida evolución de los circuitos integrados de silicio ASIC de los switches. El 9 de diciembre de 2019, Broadcom Inc. Presentó su último circuito ASIC StrataXGS Tomahawk 4 (TH4), el cual permite una capacidad de conmutación Ethernet de 25.6 Tbps. Esto ocurre



a menos de dos años después de la presentación del Tomahawk 3 (TH3), que alcanzó los 12.8 Tbps por dispositivo.

Estos ASIC no solo han aumentado la velocidad por línea de transmisión, sino también el número de puertos capaces de gestionar. Los centros de datos pueden mantener el ratio de sobreescripción bajo control. Un switch fabricado con un solo ASIC TH3 admite 32 puertos de 400G. Cada puerto se puede dividir en ocho puertos de 50GE para la conexión de servidores. Los puertos pueden agruparse para formar conexiones de 100G, 200G o 400G. Cada puerto del switch puede migrar entre un par, dos pares, cuatro pares u ocho pares de fibras sobre el mismo QSFP.

Aunque parece complicado, es muy útil para ayudar a eliminar el exceso de sobreescripciones. Estos nuevos switches ahora pueden proveer conectividad para hasta 192 servidores manteniendo el ratio 3:1 y ocho puertos 400G para conectividad leaf-spine. Este switch puede sustituir a seis switches de la generación anterior.

Los nuevos switches TH4 tendrán 32 puertos de 800 Gb. Las velocidades de las líneas ASIC han aumentado a 100G. Se están desarrollando nuevas especificaciones eléctricas y ópticas para soportar líneas a 100G. El nuevo ecosistema 100G proporcionará una infraestructura optimizada que se adapta mejor a las demandas de nuevas cargas de trabajo como el "machine learning" (ML) o la inteligencia artificial (IA).

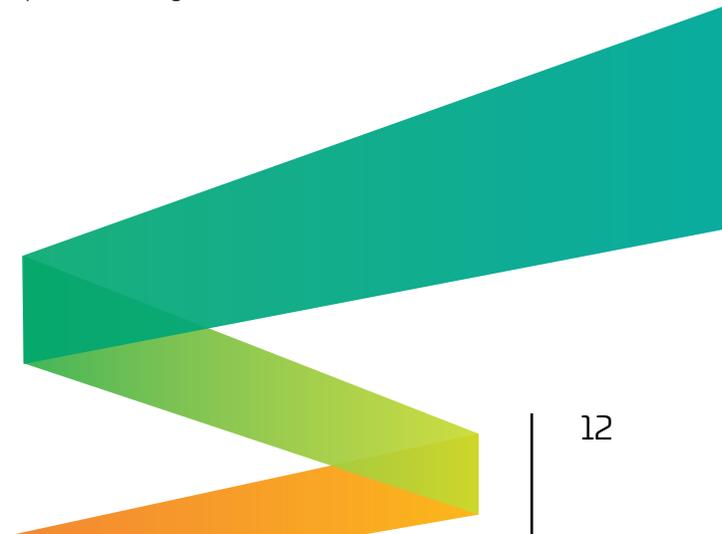
## La evolución del papel del proveedor de cable

En este entorno dinámico y cada vez más complejo, el papel del proveedor de cableado adquiere una nueva importancia. Si bien el cableado de fibra puede haber sido visto como un producto básico en lugar de una solución de ingeniería, este ya no es el caso. Con tanto que saber y tanto en juego, los proveedores han pasado a ser socios

tecnológicos, tan importantes para el éxito del centro de datos como los integradores o diseñadores de sistemas.

Los propietarios y operadores de centros de datos confían cada vez más en sus socios de cableado por su experiencia en la terminación de la fibra, el rendimiento de los transceptores, los equipos de empalme y pruebas, etc. Este papel más trascendente requiere que el socio de cableado desarrolle relaciones más estrechas con quienes participan en el ecosistema de la infraestructura, así como con los organismos de normalización.

A medida que los estándares de la industria y los acuerdos multi-fuentes (multi-source agreement – MSA) aumentan en número y ofrecen velocidades de canal aceleradas, el socio de cableado desempeña un papel más importante para poder habilitar la hoja de ruta tecnológica del centro de datos. En la actualidad, los estándares relativos a 100G/400G y a la evolución hacia 800G comprenden un abanico vertiginoso de alternativas.. Dentro de cada opción, hay múltiples enfoques disponibles para transportar los datos, incluyendo multiplexación por división de longitud de onda, paralela y dúplex, cada uno con una aplicación optimizada para entornos particulares. El diseño de una infraestructura de cableado debe estar pensado para soportar el mayor número posible de estas alternativas de transporte a lo largo de su vida útil.



## Todo se reduce al equilibrio

A medida que crece la cantidad de fibras, la cantidad de espacio disponible en el centro de datos seguirá disminuyendo, y el crecimiento en espacio dentro de los centros de datos no necesariamente crece al mismo ritmo que crece el número de fibras que en ellos se ocupan. Observe los otros componentes para ofrecer más en un espacio más reducido; es decir, servidores y gabinetes.

El espacio no será la única variable para maximizar. Combinando nuevas configuraciones de fibra, como los cables de fibra de cinta enrollables, con tamaños de cable reducidos y técnicas de modulación avanzadas, los gestores de redes y sus socios de cableado tienen muchas herramientas a su disposición. Ellos los necesitarán todos.

Si el ritmo de aceleración de la tecnología es un indicio de lo que se avecina, será mejor que los centros de datos -especialmente los

de hiperescala y en la nube- se preparen. A medida que aumenta la demanda de ancho de banda y la oferta de servicios, y a medida que la latencia se vuelve más crítica para el usuario/máquina final, se necesitará más fibra en la red.

La hiperescala y las instalaciones basadas en la nube están bajo una presión cada vez mayor para ofrecer una conectividad ultrafiable para un número creciente de usuarios, dispositivos y aplicaciones. La capacidad de implementar y gestionar cables con mayor número de fibras es intrínseca a la hora de satisfacer esas necesidades.

El objetivo es lograr el equilibrio entregando el número correcto de fibras al equipo correcto, al tiempo que se permite un buen mantenimiento y capacidad de gestión y se apoya el crecimiento futuro. Por lo tanto, establezca su rumbo e incluya en su equipo a un compañero de viaje sólido como CommScope.



A photograph of two women in a modern office environment, looking at a tablet together. The image is overlaid with a blue tint. The woman on the left is pointing at the screen, while the woman on the right is looking on. They are both dressed in professional attire.

2 /

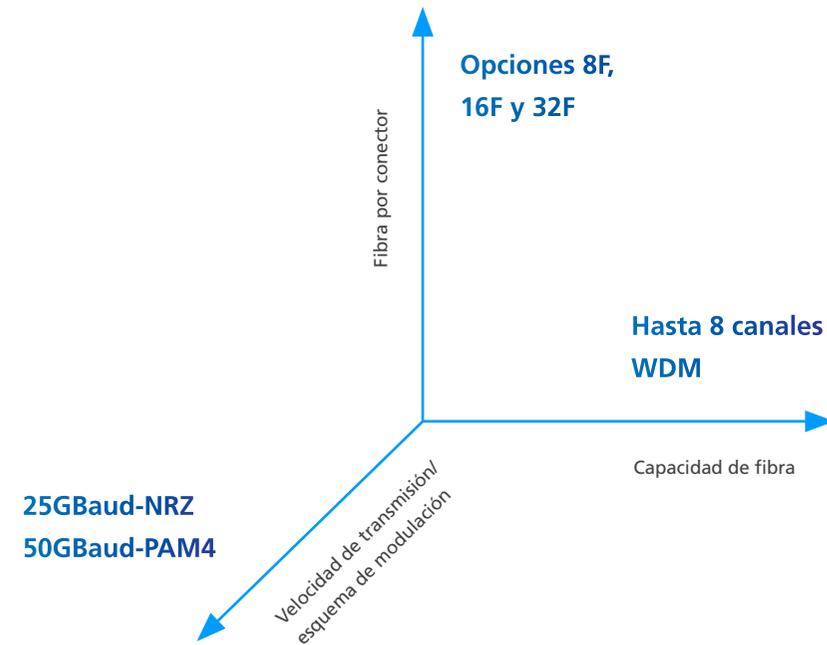
El análisis de coste/beneficio  
tras la fibra OM5

Para hacer frente a la creciente demanda de velocidades de red más rápidas, el comité de estandarización de Ethernet del IEEE está aplicando 3 tecnologías clave para aumentar el ancho de banda de Ethernet:

- Aumentar el número de flujos de datos (líneas) mediante el incremento en el número de fibras para la transmisión. Si bien tradicionalmente cada línea de datos usaba 2 fibras ópticas, hoy vemos aplicaciones de Ethernet que usan ocho, 16 o incluso 32 fibras ópticas. Desde la perspectiva del cableado, el creciente número de fibras ópticas por aplicación se gestiona mediante conectores multifibra (MPO).
- Aumente la modulación de la tasa de baudios. Más específicamente, esto implica pasar de un esquema de 25 baudios-NRZ a uno de 50 baudios-PAM4. Por supuesto, con la duplicación de la velocidad en PAM4, existen compensaciones en términos de calidad de la señal y costes del transceptor.
- Mejora de la capacidad por fibra. La tecnología de multiplexaje por longitud de onda (WDM por sus siglas en inglés) puede transmitir múltiples flujos de datos utilizando diferentes longitudes de onda por núcleo de fibra, lo que permite a los gestores de red admitir hasta ocho canales WDM por fibra óptica.

Mientras que muchas aplicaciones aplican una de las tecnologías descritas para aumentar la velocidad, otras aplicaciones utilizan más de una. 400GBase-SR4.2, por ejemplo, combina los beneficios de más fibras ópticas paralelas (ocho) y el uso de multiplexación por división de longitud de onda corta (SWDM; adoptada principalmente como tecnología Bi-Di o bidireccional).

El desafío para los gestores de redes de centros de datos es trazar su viaje a 400G/800G y más allá sin saber qué giros y vueltas hay por delante, ni cómo o dónde se cruzarán los tres caminos, como ocurre con 400GBase-SR4.2. Ahí radica el valor de la fibra óptica multimodo OM5, una nueva fibra óptica multimodo diseñada y estandarizada para soportar múltiples longitudes de onda en un solo núcleo de fibra.



Tres caminos hacia mayores velocidades de Ethernet

## Fibra multimodo OM5

Introducida en 2016, OM5 es la primera WBMMF (wide band multimode fiber - fibra multimodo de banda ancha) aprobada. Las características de OM5 están optimizadas para manejar aplicaciones de alta velocidad en centros de datos utilizando varias longitudes de onda por fibra (bidireccionales). Los detalles técnicos y los beneficios operativos de la tecnología OM5 son ampliamente conocidos:

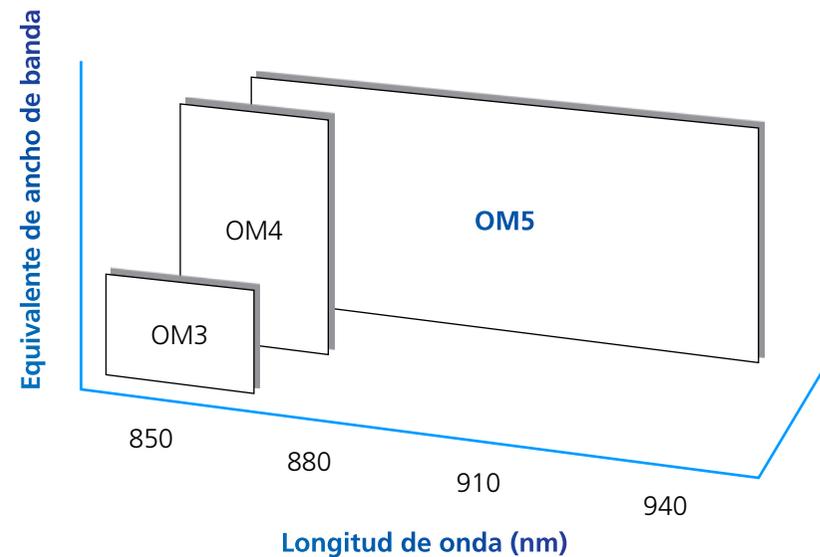
- Reduce el número de fibras paralelas
- Reduce la atenuación de la fibra cableada
- Permite un ancho de banda modal efectivo (EMB – effective modal bandwidth) más amplio.
- Tiene un 50% más de alcance que la fibra OM4

Debido a que la fibra OM5 comparte la misma geometría (núcleo de 50  $\mu\text{m}$ , revestimiento de 125  $\mu\text{m}$ ) con la OM3 y la OM4, presenta una compatibilidad total con versiones anteriores de estos tipos de fibra óptica.

## OM5 frente a OM4: un análisis más detallado de la relación coste/beneficio

Al comparar ambas fibras, nos damos cuenta de que la OM5 ofrece algunas claras ventajas técnicas y de rendimiento respecto a la OM4.

Sin embargo, a pesar de los beneficios de la OM5, su adopción se ha encontrado con la reticencia de algunos operadores de centros de datos (del mismo modo que tardaron en reemplazar la OM3 cuando se introdujo la OM4). Una posible razón de las dudas a la hora de cambiar a la OM5 es su mayor precio. Sin embargo, si realizamos un análisis más profundo del coste/beneficio de la fibra OM5 frente a la fibra OM4, veremos que no es exactamente así.



Diferencia en el ancho de banda modal efectivo

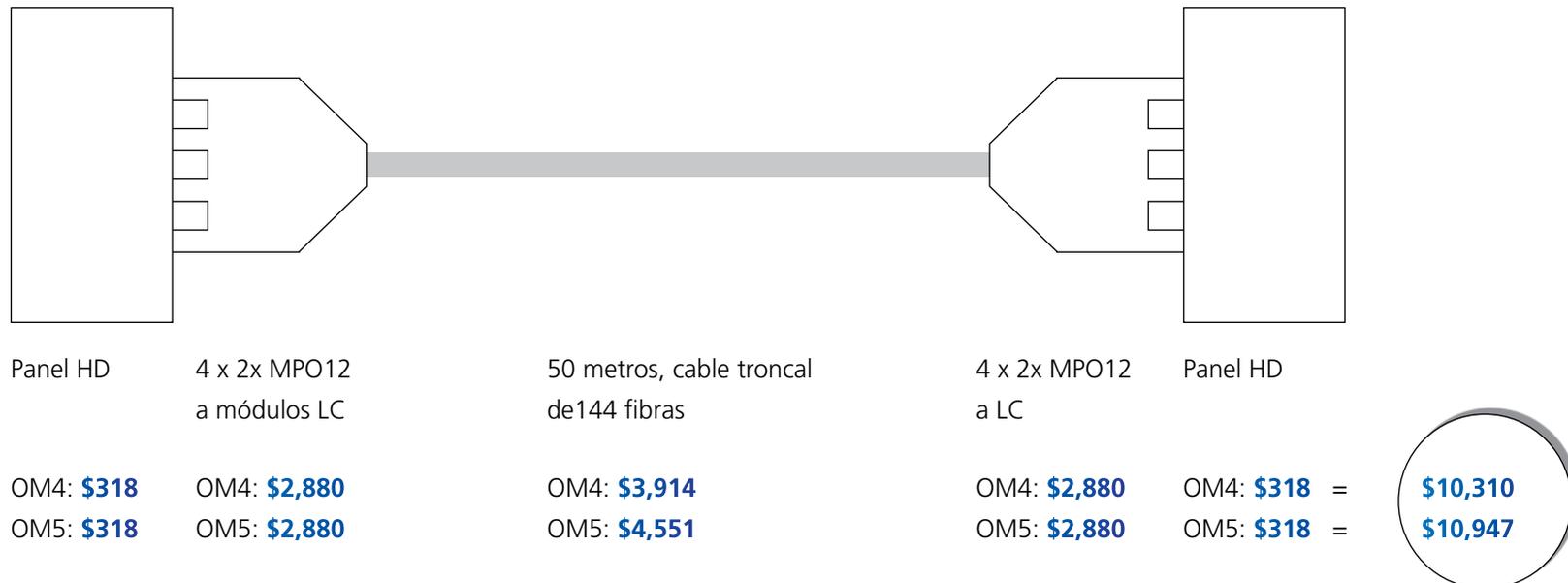
## Costes

A los detractores de la fibra óptica OM5 les gusta señalar que su precio de compra es un 50-60 % más alto que el de la fibra óptica OM4. Sin embargo, fijarse solo en el precio de la fibra óptica es ignorar el panorama general en el que deben operar los gestores de centros de datos. En primer lugar, al colocar la fibra óptica en un cable troncal de fibra, la prima de precio de un cable de fibra OM5 se reduce a aproximadamente un 16% en comparación con un cable de fibra OM4. En segundo lugar, cuando se añade el coste de los paneles de conexiones y los casetes en ambos extremos del cableado troncal, la prima de precio original del 50-60% de la fibra óptica se reduce significativamente. De hecho, cuando compara el coste total de enlaces configurados de manera idéntica, OM4 y OM5, la fibra OM5 resulta solo un 6,2 % más cara que la OM4.

## Escenario de ejemplo

Piense en un caso real que involucre un cable troncal de 50 metros y 144 fibras conectado a cuatro módulos 2xMPO12-a-LC y un panel de 1U de alta densidad en cada extremo. Se proporcionan costes aproximados para cada conjunto de componentes. Tenga en cuenta que los costes totales para OM4 y OM5 son idénticos para los paneles y los casetes; solo el cable troncal de fibra muestra una diferencia de aproximadamente un 16% entre OM4 y OM5.

Cuando calcula el coste total de cada enlace de extremo a extremo (\$10,310 para OM4 y \$10,947 para OM5), la diferencia de coste de \$637 representa un aumento del 6,2%.



Además, tenga en cuenta que el cableado estructurado representa solo alrededor del 4% del CapEx total del centro de datos (incluyendo la construcción, las infraestructuras de soporte como la energía y la refrigeración, los UPS y todos los equipos de TI como switches, almacenamiento y servidores). Por lo tanto, el cambio a OM5 aumentará el CapEx general del centro de datos en un 0,24%, menos de una cuarta parte del 1%. En dólares absolutos, esto significa \$2,400 adicionales por cada millón de USD en CapEx del centro de datos.

## Ventajas

La pregunta para los gestores de centros de datos es si el aumento incremental de costes de la fibra OM5 contrarresta sus beneficios. Estos son solo algunos de los beneficios directos e indirectos.

OM5 proporciona una mayor capacidad por fibra, lo que da como resultado un menor uso de fibras y un mayor alcance en una aplicación bidireccional. El alcance extendido en aplicaciones de 100G y 400G con aprovechamiento bidireccional es un 50% mayor que el de la fibra OM4, y utiliza un 50% menos de fibras. OM5 habilita la compatibilidad con 100G (e incluso más, considerando 800G y 1.6T bidireccionales) usando solo dos fibras. Además, con la capacidad de abarcar 150 metros en comparación con los solo 100 metros de la OM4, la fibra OM5 presenta una mayor flexibilidad de diseño a medida que evolucionen sus arquitecturas de cableado.

Al reducir la cantidad de fibras paralelas necesarias, la OM5 también hace un mejor uso de las rutas de fibra existentes, creando así espacio en caso de que sea necesario añadir fibras adicionales.

## OM5: ¿Una cobertura contra la incertidumbre?

Quizá lo más importante sea que la fibra OM5 le ofrece la libertad de aprovechar las tecnologías futuras a medida que estén disponibles. Independientemente de si su avance hacia 400G/800G y más allá implica un mayor número de fibras por conector, más longitudes de onda por fibra o la adopción de planes de modulación más alta, la fibra OM5 le ofrece el soporte de aplicaciones, el ancho de banda ampliado y las longitudes más largas que necesita.

Cuando se trata de abordar los desafíos continuos de las migraciones de mayor velocidad en un entorno que evoluciona rápidamente, resulta esencial estar abiertos a todas las opciones. Es posible que no necesite todas las ventajas que ofrece la fibra OM5, o puede que estas sean fundamentales en el futuro. No hay manera de saberlo, esa es la cuestión. OM5 le permite cubrir todos los casos con un riesgo mínimo. Esa es la opinión de CommScope; nos gustaría escuchar la suya.



3 /

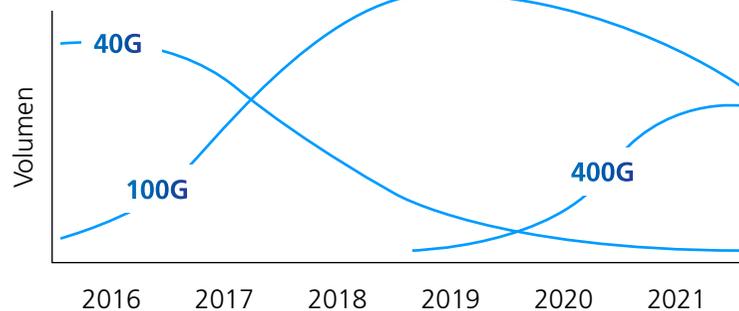
400G en el centro de datos:

Opciones para transceptores ópticos

La primera medida del éxito de una organización es su capacidad para adaptarse a los cambios en su entorno. Se llama capacidad de supervivencia. Si no puede dar el salto al nuevo status quo, sus clientes le dejarán atrás.

Para los centros de datos a escala de la nube, su capacidad para adaptarse y sobrevivir se prueba cada año, ya que las crecientes demandas de ancho de banda, capacidad y menor latencia impulsan la migración a velocidades de red más rápidas. Durante los últimos años, hemos visto como las velocidades de los enlaces de red en todo el centro de datos han aumentado de 25G/100G a 100G/400G. A cada salto a una velocidad mayor le sigue una breve meseta antes de que los administradores de centros de datos tengan que prepararse para el siguiente salto.

Actualmente, los centros de datos buscan el salto a 400G. Una consideración clave es qué tecnología óptica es la mejor. Aquí, desglosamos algunas de las consideraciones y opciones.



Los números de puerto 400G incluyen implementaciones 8x50G y 4x100G.  
Fuente: NextPlatform 2018

## Transceptores ópticos 400G

El mercado óptico para 400G está siendo impulsado por el coste y el rendimiento a medida que los OEM intentan llegar al punto óptimo de los centros de datos.

En 2017, CFP8 se convirtió en el factor de forma del módulo 400G de primera generación que se utilizó en routers core e interfaces de transporte DWDM. Las dimensiones del módulo son ligeramente inferiores a las de CFP2, mientras que la óptica admite E/S eléctrica CDAUI-16 (16x25G NRZ) o CDAUI-8 (8x50G PAM4). Últimamente, la atención se ha desplazado de esa tecnología de módulos a los módulos de factor de forma de 400G de segunda generación y tamaño reducido: QSFP-DD y OSFP.

Estos módulos de tamaño miniatura, desarrollados para su uso con switches de centro de datos de alta densidad de puertos, permiten 12,8 Tbps en 1RU a través de 32 puertos 400G. Tenga en cuenta que estos módulos solo admiten E/S eléctricas CDAUI-8 (8x50G PAM4).

Los módulos CFP8, QSFP-DD y OSFP son conectables en caliente, pero no es el caso de todos los módulos transceptores 400G. Algunos se montan directamente en la placa de circuito impreso del host. Con trazados de PCB muy cortos, estos transceptores integrados permiten una baja disipación de energía y una alta densidad de puertos.

A pesar de la mayor densidad de ancho de banda y de las mayores tasas por canal de los sistemas ópticos integrados, el sector de Ethernet sigue favoreciendo los sistemas ópticos enchufables para 400G, ya que son más fáciles de mantener y ofrecen una eficiencia de costes que permite invertir a medida que se crece.

## Empezar con el fin en mente

Para los veteranos del sector, el salto a 400G es una estación más en el camino de la evolución del centro de datos. Ya existen un grupo MSA (multi source agreement) y comités de estandarización que trabajan en 800G utilizando transceptores 8 x 100G. CommScope, miembro del grupo MSA 800G, está trabajando con otros miembros de IEEE en busca de soluciones que permitan conexiones de servidor de 100G por longitud de onda mediante fibra multimodo. Estos desarrollos están destinados a entrar en el mercado en 2021, para continuar quizá hacia los 1,6T, en 2024.

Aunque los detalles implicados en la migración a velocidades más altas son intimidantes, ayuda a poner el proceso en perspectiva. A medida que los servicios del centro de datos evolucionan, las velocidades de almacenamiento y de los servidores también deben aumentar. Para poder soportar esas velocidades más altas es necesario contar con los medios de transmisión adecuados.

A la hora de elegir los módulos ópticos que mejor se adapten a las necesidades de su red, empiece por el final. Cuanto más preciso se anticipe a los servicios necesarios y a la topología necesaria para ofrecer dichos servicios, mejor será la compatibilidad de la red con aplicaciones nuevas y futuras.

4 /

400G en el centro de datos:  
Densificación y arquitectura de campus

## 400G genera nuevas demandas para el cableado

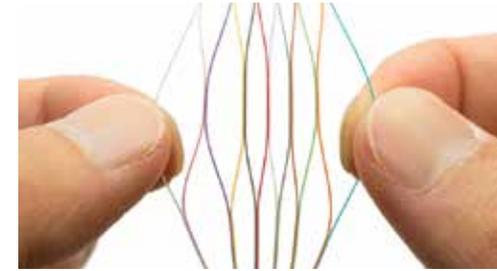
La mayor demanda de ancho de banda y capacidad está haciendo que el número de fibras aumente. Hace quince años, la mayoría de los backbones de fibra del centro de datos utilizaban no más de 96 fibras, incluidas rutas redundantes.

Los conteos actuales de fibra de 144, 288 y 864 se están convirtiendo en la norma, mientras que los cables de interconexión y los utilizados en los centros de datos de hiperescala y en la nube están migrando a 3456 fibras. Varios fabricantes de cables de fibra ahora ofrecen cables de 6912 fibras, y se están considerando cantidades de núcleos de fibra aún mayores para el futuro.

## El nuevo diseño y empaquetado de fibra aumenta la densidad

El cableado con conteos de fibras mayores ocupa más espacio en las canalizaciones, y su mayor diámetro presenta desafíos en cuanto a respetar los radios de curvatura. Para combatir estos problemas, los fabricantes de cables de fibra se están decantando hacia la construcción de fibra de cinta enrollable con un búfer de 250 y/o 200 micras.

Mientras que la fibra de cinta tradicional dispone de 12 hebras a lo largo de toda la longitud del cable, la fibra de cinta enrollable se une de forma intermitente, lo que permite enrollar la fibra en lugar de dejarla plana. De media, este tipo de diseño permite que dos cables de fibra 3456 quepan en un conducto de dos pulgadas en comparación con un diseño



La fibra de cinta enrollable se une en puntos intermitentes. Fuente: ISE Magazine

plano que puede contener solo un cable de 1728 hilos en el mismo espacio (usando una tasa máxima de llenado del conducto del 70%).

La fibra de 200 micras conserva el núcleo y revestimiento estándar de 125 micras, que es totalmente compatible con las ópticas actuales y emergentes; la diferencia es que el revestimiento típico de 250 micras se reduce a 200 micras. Cuando se combina con fibra de cinta enrollable, la reducción del diámetro de la fibra permite a los fabricantes de cable mantener el mismo tamaño de cable a la vez que duplican el número de fibras en comparación con un cable de cinta plano tradicional de 250 micras.

Tecnologías como la cinta enrollable y la fibra de 200 micras son desplegadas en centros de datos de hiperescala para apoyar la creciente demanda de conectividad entre centros de datos. Dentro del centro de datos, donde las distancias de conexión entre leaf y spine son mucho más cortas y las densidades mucho más altas, la consideración principal es el capital y el coste operativo de los módulos ópticos.

Por este motivo, muchos centros de datos se aferran a transceptores láser de emisión de superficie de cavidad vertical (VCSEL) de menor coste, que son compatibles con la fibra multimodo. Otros optan por un enfoque híbrido, utilizando fibras monomodo en las capas superiores de red de malla, y fibras multimodo para conexión entre servidores y switches de acceso o leaf. A medida que se incorpore a más centros de datos, los administradores de red necesitarán estas opciones para equilibrar el coste y el rendimiento, ya que las conexiones ópticas a 50G y 100G al servidor se convertirán en la norma.

## 80 km de espacio DCI: Detección coherente vs. detección directa

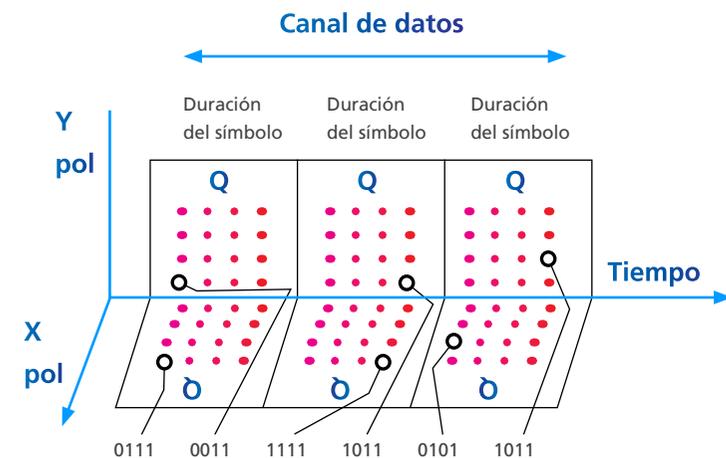
A medida que la tendencia hacia los clústeres regionales de centros de datos continúa, la necesidad de enlaces de (DCI – data center interconnection) de alta capacidad y bajo coste se vuelve cada vez más necesaria. Están surgiendo nuevos estándares IEEE que proporcionan una variedad de opciones de menor coste que ofrecen despliegues plug-and-play, punto a punto.

Los transceptores basados en la modulación tradicional de amplitud de pulso de cuatro niveles (PAM4) para detección directa estarán disponibles para proporcionar enlaces de hasta 40 km, al tiempo que son directamente compatibles con los recientes switches de centro de datos a 400G. Otros desarrollos siguen dirigiéndose a funciones similares para enlaces de transporte DWDM tradicionales.

Debido a que las distancias de enlace aumentan desde 40 km a 80 km o incluso más, es probable que los sistemas coherentes que ofrecen un soporte mejorado para la transmisión de larga distancia capturen la mayor parte de este mercado de alta velocidad.

Las ópticas coherentes superan limitaciones como la dispersión cromática y de polarización, lo que las convierte en una opción técnica ideal para los enlaces más largos. Tradicionalmente han sido muy personalizados (y caros), ya que requieren “módems” personalizados en lugar de módulos ópticos “plug-and-play”.

A medida que la tecnología avanza, es probable que las soluciones coherentes sean más pequeñas y más baratas para desplegar. Con el tiempo, las diferencias relativas de costes pueden disminuir hasta el punto de que los enlaces más cortos se beneficiarán de esta tecnología.



Fuente: [www.cablelabs.com/point-to-point-coherent-optics-specifications](http://www.cablelabs.com/point-to-point-coherent-optics-specifications)

## Adoptando un enfoque holístico para la migración continua de alta velocidad

El continuo camino hacia mayores velocidades en el centro de datos es un proceso por etapas; a medida que las aplicaciones y los servicios evolucionan, las velocidades del almacenamiento y del servidor también deben aumentar. Adoptar un enfoque sistemático para gestionar las actualizaciones periódicas repetidas puede ayudar a reducir el tiempo y el coste necesarios para planificar e implementar los cambios. CommScope recomienda un enfoque holístico en el que los switches, la óptica y el cableado de fibra operan como una única ruta de transmisión coordinada.

En última instancia, el funcionamiento conjunto de todos estos componentes determinará la capacidad de la red para soportar de forma fiable y eficaz las aplicaciones nuevas y futuras. El reto de hoy es 400G; mañana, será 800G o 1,6T. El requisito fundamental de infraestructura de fibra de alta calidad permanece constante, incluso a medida que las tecnologías de red siguen cambiando.





5 /

No mire ahora, ¡aquí viene 800G!

La óptica de 100G está llegando al mercado en masa y se espera que el año que viene llegue 400G. Sin embargo, el tráfico de datos sigue aumentando y la presión sobre los centros de datos solo se está incrementando.

## Cómo equilibrar la mesa de tres patas

En el centro de datos, la capacidad es una cuestión de control y equilibrio entre servidores, switches y conectividad. Cada uno empuja al otro a ser más rápido y menos caro. Durante años, la tecnología de switches fue el principal impulsor. Con la introducción de StrataXGS Tomahawk 3 de Broadcom, los gestores de centros de datos pueden ahora aumentar las velocidades de conmutación y enrutamiento hasta 12,8 Tbps y reducir su coste por puerto en un 75 %. Entonces, el factor limitante ahora es la CPU, ¿correcto? Pues no. A principios de este año, NVIDIA presentó su nuevo chip Ampere para servidores. Resulta que los procesadores utilizados en los juegos son perfectos para manejar la formación y el procesamiento necesario para la IA y el aprendizaje automático o machine learning (ML).

## El cuello de botella cambia a la red

Con switches y servidores disponibles para admitir 400G y 800G, la presión cambia ahora a la capa física para mantener la red equilibrada. La norma IEEE 802.3bs, aprobada en 2017, allanó el camino para Ethernet 200G y 400G. Sin embargo, el IEEE ha completado recientemente su evaluación para emprender el desarrollo de 800G y más. Dado el tiempo necesario para desarrollar y adoptar nuevos estándares, es posible que ya estemos algo rezagados.

Por lo tanto, los fabricantes de cableado y ópticas están presionando para mantener el impulso mientras la industria busca apoyar las transiciones continuas de 400G a 800G, 1,6Tb y más. Estas son algunas de las tendencias y desarrollos que estamos viendo.

## Switches en movimiento

Para empezar, las configuraciones de filas de servidores y las arquitecturas de cableado están evolucionando. Los switches de agregación se mueven desde la parte superior del rack (TOR – Top of Rack) hacia la mitad de la fila (MOR – Middle of Row) y se conectan a la matriz de switches a través de un panel de conexiones de cableado estructurado. Ahora, la migración a mayores velocidades implica simplemente la sustitución de los cables de conexión del servidor en lugar de sustituir los enlaces entre switches los cuales suelen ser más largos. Este diseño también elimina la necesidad de instalar y gestionar 192 cables ópticos activos (AOC por sus siglas en inglés) entre el switch y los servidores (cada uno de los cuales son específicos de la aplicación y, por lo tanto, de la velocidad).

## Cambian los factores de forma de los transceptores

Los nuevos diseños de los módulos ópticos proporcionan a los diseñadores de redes herramientas adicionales, lideradas por los módulos QSFP-DD y OSFP que habilitan 400G. Ambos factores de forma presentan 8x carriles, con la óptica que proporciona ocho PAM4 de 50G. Cuando se implementa en una configuración de 32 puertos, los módulos QSFP-DD y OSFP permiten 12,8 Tbps en un dispositivo de una unidad de rack (1RU). El OSFP y el factor de forma QSFP-DD son compatibles con los módulos ópticos 400G actuales y los módulos ópticos 800G de próxima generación. Con la óptica 800G, los switches alcanzarán 25,6 Tbps por 1U.

## Nuevos estándares 400GBASE

También hay más opciones de conectores para admitir módulos multimodo de corto alcance a 400G. El estándar 400GBASE-SR8 permite un conector MPO de 24 fibras (preferido para aplicaciones heredadas con 16 fibras utilizadas) o un conector MPO de 16 fibras de una sola fila. El favorito para la conectividad de servidores en la nube es el MPO16 de una sola fila. Otra opción, 400GBASE-SR4.2, utiliza un MPO 12 de una fila con señalización bidireccional, lo que la hace útil para las conexiones entre switches. IEEE802.3 400GbaseSR4.2 es la primera norma IEEE que utiliza la señalización bidireccional en MMF e introduce el cableado multimodo OM5. La fibra OM5 soporta la transmisión de múltiples longitudes de onda para aplicaciones como BiDi, ofreciendo a los diseñadores de redes un 50 % más de distancia que con OM4.

## Pero, ¿estamos yendo lo suficientemente rápido?

Las proyecciones del sector prevén que la óptica de 800G será necesaria en los próximos dos años. Por lo tanto, en septiembre de 2019, se formó un MSA 800G para desarrollar nuevas aplicaciones, incluido un módulo multimodo 8x100G SR de bajo coste para longitudes entre 60 a 100 metros. El objetivo es ofrecer una solución SR8 de 800G de bajo coste que permita a los centros de datos soportar aplicaciones de servidor de bajo coste. Los módulos 800G permitirían aumentar el radix de los switches y reducir así el número de servidores por rack.

Mientras tanto, el grupo de trabajo IEEE 802.3db está trabajando en soluciones VCSEL de bajo coste para 100G por longitud de onda y ha demostrado la viabilidad de alcanzar 100 metros sobre fibras

multimodo OM4. Si se realiza con éxito, este trabajo podría transformar las conexiones de los servidores del DAC dentro del rack a los switches MOR/EOR de alta radix. Ofrecería una conectividad óptica de bajo coste y ampliaría el soporte de aplicaciones a largo plazo para cableado multimodo (MMF) existente.

La demanda de más capacidad en los centros de datos empresariales sigue aumentando, y se necesitan nuevas estrategias para escalar la velocidad de la gran base instalada de infraestructuras de cableado de fibra multimodo (MMF). En el pasado, la adición de múltiples longitudes de onda a MMF ha aumentado con mucho éxito la velocidad de la red.

El grupo Terabit Bidireccional (BiDi) Multi-Source Agreement (MSA), que se basa en el éxito del 40G BiDI, se formó para desarrollar especificaciones de interfaz óptica interoperables de 800Gbps y 1,6Tbps para MMF paralela. Como miembro fundador de este grupo, CommScope ha liderado la introducción de fibras multimodo, OM5, que están optimizadas para admitir aplicaciones que utilicen múltiples longitudes de onda como las que propone este MSA.

MMF ha sido muy popular entre los operadores de centros de datos debido a su soporte para enlaces de alta velocidad de corto alcance que tienen como objetivo reducir el CapEx de hardware de la red y, gracias a un menor requisito de energía, reducir los costes de operación (OpEx). OM5 mejora aún más el valor de la MMF al ampliar el soporte de distancia para aplicaciones bidireccionales. En el caso de IEEE 802.3400G BASE4.2, la OM5 proporciona un alcance un 50% más largo que el cableado de OM4. En el futuro, a medida que presentemos los próximos pasos hacia el 800G y el 1.6T BiDi, los beneficios de la fibra OM5 serán aún más notorios.

Usando las tecnologías desarrolladas en IEEE802.3.db e IEEE802.3.cm, este nuevo BiDi MSA proporcionará redes basadas en estándares que también permitirán 100G BiDi de fibra única, fibras dúplex soportando 200G BiDi y con fibras adicionales agregadas para alcanzar 800G y 1.6T basados en los QSFP-DD y OSFP-XD MSA en evolución con ocho y 16 carriles, respectivamente.

El 28 de febrero de 2022, en el MSA se manifestó de esta forma:

**“Aprovechando una gran base instalada de enlaces MMF paralelos de 4 pares, este MSA permitirá una ruta de actualización para el 400 Gb/s BiDi basado en MMF paralela a 800 Gb/s y 1,6 Tb/s. La tecnología bidireccional ya ha demostrado ser exitosa como una forma de proporcionar una ruta de actualización para enlaces MMF dúplex instalados de 40 Gb/s a 100 Gb/s. Las especificaciones de Terabit BiDi MSA resolverán aplicaciones para enlaces críticos de alto volumen en centros de datos modernos entre switches, e interconexiones de switches a servidores”.**

**“ Como resultado de este MSA, la misma infraestructura de fibra paralela podrá admitir velocidades de datos desde 40 Gb/s hasta 1,6 Tb/s. Los participantes en el MSA están respondiendo a la necesidad de la industria de contar con soluciones de menor coste y menor consumo en factores de forma de 800 Gb/s y 1,6 Tb/s que la tecnología multimodo bidireccional puede proporcionar. Para obtener más información sobre Terabit BiDi MSA, visite [terabit-bidi-msa.com](https://terabit-bidi-msa.com)”.**

Fuente: [terabit.bidi.msa.com](https://terabit.bidi.msa.com)

## Entonces, ¿dónde estamos?

Las cosas se están moviendo rápidamente y -alerta de spoiler-están a punto de ir mucho más rápido. La buena noticia es que, entre los organismos de normalización y la industria, se están produciendo desarrollos significativos y prometedores que podrían llevar a los centros de datos a 400G y 800G. Sin embargo, superar los obstáculos tecnológicos es solo la mitad del desafío. El otro es el tiempo.

Con ciclos de actualización cada dos o tres años y nuevas tecnologías que se ponen en marcha a un ritmo acelerado, es más difícil para los operadores programar sus transiciones correctamente, y resulta más caro si no logran hacerlo bien.

Hay muchas piezas en movimiento. Un socio tecnológico como CommScope puede ayudarle a navegar por el terreno cambiante y tomar las decisiones que más le interesen a largo plazo.

A man and a woman in business attire are walking on a modern glass-enclosed walkway. The man is holding a folder and looking at it, while the woman is holding a coffee cup and a tablet. The background shows a large glass building with reflections.

6 /

Los MTDC en el borde de la red

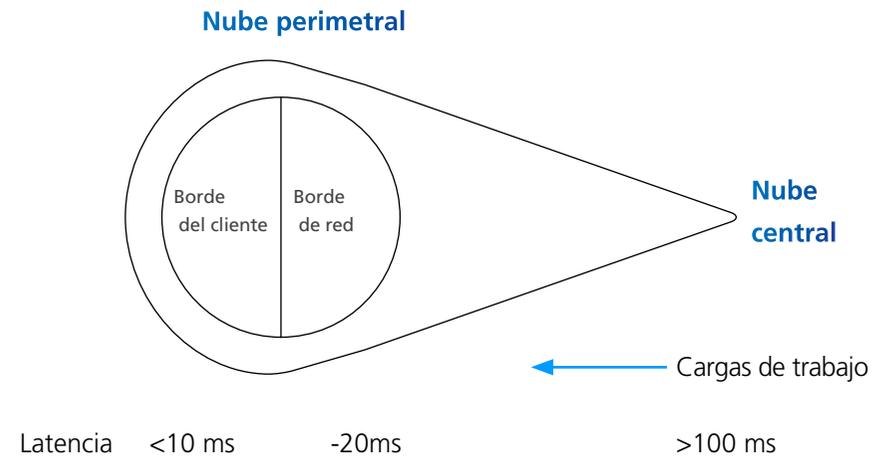
“Edge computing” y “edge data centers” son términos que se han vuelto más comunes en la industria de TI en los últimos tiempos. Los centros de datos multiinquilos (MTDC) viven ahora en el borde para aprovechar su ubicación en la red. Para entender cómo y por qué, primero tenemos que definir el “borde”.

## ¿Qué es el “borde” y dónde se encuentra?

El término “borde” es algo engañoso, ya que se puede encontrar más cerca del núcleo de la red de lo que el nombre podría sugerir, y no hay una definición concreta de borde, sino dos.

La primera definición es la del borde del cliente, ubicado en las instalaciones del cliente para admitir aplicaciones de latencia ultrabaja. Un ejemplo sería una planta de fabricación que requiere una red para soportar robótica totalmente automatizada habilitada por 5G.

La segunda definición es la del borde de la red, situado en el núcleo de la red. Este paradigma ayuda a soportar la baja latencia necesaria para aplicaciones como la conducción asistida o los juegos de alta resolución. Es en el borde de la red donde prosperan los MTDC.



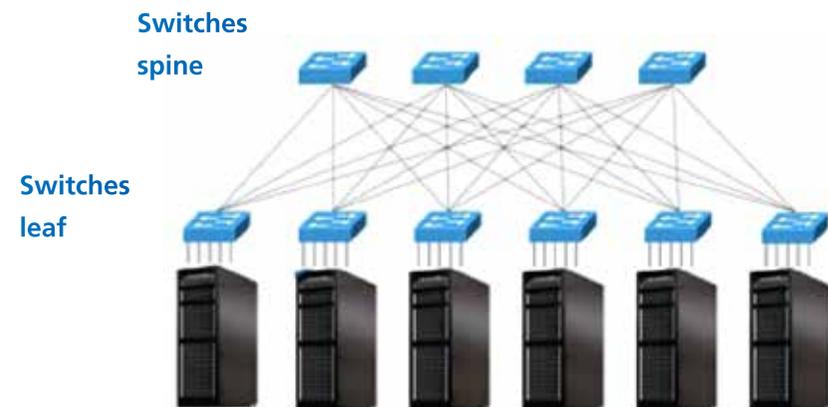
## Flexible y acomodado

Los MTDC que son flexibles y están preparados para acomodar una variedad de configuraciones de clientes pueden aprovechar plenamente su ubicación en el borde de la red, así como la proximidad a las áreas de población densa. Algunos clientes de MTDC sabrán cuáles son sus requisitos y proporcionarán su propio equipamiento. Otros clientes que trasladen sus operaciones fuera de sus instalaciones a un MTDC necesitarán orientación experta para dar soporte a sus aplicaciones. Un MTDC exitoso debería ser capaz de acomodar ambos escenarios.

La flexibilidad operativa es necesaria no solo dentro de la configuración inicial; la conectividad dentro del MTDC también debe ser flexible en los días uno y dos. Para permitir esta flexibilidad, debe tener en cuenta sus cimientos, es decir, el cableado estructurado. La arquitectura recomendada para la flexibilidad dentro de la jaula del cliente se basa en una arquitectura leaf-spine. El uso de cables troncales con un alto número de fibras, como MPO de 24 o 16 fibras, permite que el cableado de la red troncal entre los switches leaf-and-spine permanezca fijo, ya que tienen suficientes cantidades de fibras para admitir futuras generaciones de velocidades de red.

Po ejemplo, a medida que la óptica de Ethernet cambia de puertos dúplex a puertos paralelos, o viceversa, simplemente tiene que cambiar el módulo óptico y el tipo de conector del cableado disponible en los racks donde se ubican los switches leaf o spine. Esto elimina la necesidad de reemplazar el cableado troncal.

Una vez que la arquitectura de leaf-spine esté implantada, hay consideraciones adicionales que tener en cuenta para garantizar que el MTDC pueda acomodar fácilmente las velocidades futuras y las demandas de ancho de banda hacia y dentro de la jaula. Para lograrlo, hay que mirar los armarios del servidor y sus componentes y decidir si las rutas de cableado a esos racks tienen suficiente espacio para admitir movimientos, adiciones y cambios futuros, especialmente a medida que se introduzcan nuevos servicios y clientes. Además, tenga en cuenta que las adiciones y modificaciones se deben realizar de manera simple y rápida y, posiblemente, desde una ubicación remota. En tal caso, un sistema de gestión de infraestructura automatizado puede monitorizar, mapear y documentar la conectividad pasiva en toda una red. A medida que se lanzan al mercado más aplicaciones y servicios, pronto se vuelve poco práctico monitorizar y gestionar la red de cableado manualmente.



Para profundizar en cómo los MTDC pueden optimizarse para capitalizar en el borde, consulte el informe técnico de CommScope:

**“Nuevos retos y oportunidades esperan a los MTDC en el borde de la red”.**



7 /

El papel en evolución del centro de datos  
en un mundo habilitado para el 5G

Durante décadas, el centro de datos ha estado en el centro de la red o cerca de él. Para las empresas, las compañías de telecomunicaciones, los operadores de cable y, más recientemente, los proveedores de servicios como Google y Facebook, el centro de datos era el corazón y el músculo de las TI.

La aparición de la nube ha puesto de manifiesto la importancia del centro de datos moderno. Pero escuche con atención y oirá el rumor del cambio.

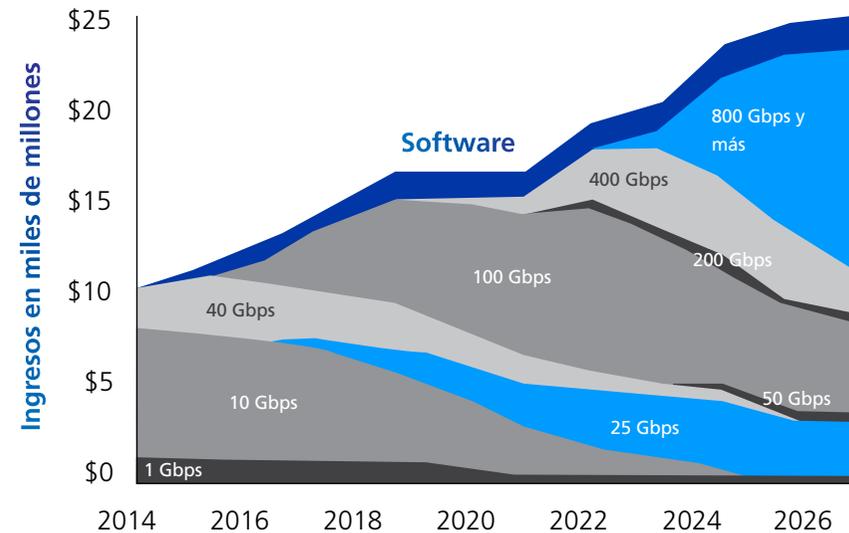
A medida que las redes planifican la migración al 5G y al IoT, los responsables de TI se centran en el borde y en la creciente necesidad de ubicar más capacidad y potencia de procesamiento más cerca de los usuarios finales. Al hacerlo, están reevaluando el papel de sus centros de datos.

Según Gartner<sup>1</sup>, en 2025, el 75 % de los datos generados por las empresas se crearán y procesarán en el borde, frente a solo el 10 % en 2018.

Al mismo tiempo, el volumen de datos se está preparando para alcanzar otra velocidad. Un solo coche autónomo generará una media de 4Tbytes de datos por hora de conducción.

Las redes se esfuerzan ahora por averiguar cuál es la mejor manera de soportar el enorme aumento del volumen de tráfico basado en los bordes, así como la demanda de rendimiento de latencia digital única, sin entorpecer la inversión en sus centros de datos existentes.

Una fuerte inversión en enlaces de red de este a oeste y nodos redundantes punto a punto, es parte de la respuesta, al igual que la construcción de más potencia de procesamiento donde se crean los datos. Pero, ¿qué ocurre con los centros de datos? ¿Qué papel desempeñarán?



Fuente: 650 Group, Informe de inteligencia de mercado, diciembre de 2020

<sup>1</sup> What Edge Computing Means for Infrastructure and Operations Leaders; Smarter with Gartner; 3 de octubre de 2018

## El ciclo de retroalimentación AI/ML

El futuro caso de negocio de los centros de datos a hiperescala y a escala de la nube reside en su enorme capacidad de procesamiento y almacenamiento. A medida que la actividad transcurre más en el borde, la potencia del centro de datos será necesaria para crear los algoritmos que permiten procesar los datos. En un mundo potenciado por el IoT, no se puede subestimar la importancia de la Artificial Intelligence (AI) y el Machine Learning (ML). Y tampoco el papel del centro de datos para lograr que estas tecnologías operen.

La producción de los algoritmos necesarios para impulsar la IA y el ML requiere cantidades masivas de procesamiento de datos. Los centros de datos principales han comenzado a implementar CPU más grandes con unidades de procesamiento tensorial (TPU – Tensor Processing Units) u otro hardware especializado. Además, el esfuerzo requiere redes de muy alta velocidad y capacidad, con una capa de conmutación avanzada que interconecta bancos de servidores, todos trabajando en el mismo problema. Los modelos de Inteligencia Artificial y ML son el producto de este intenso esfuerzo.

En el otro extremo del proceso, los modelos de IA y ML deben estar ubicados donde puedan tener el mayor impacto empresarial. Para las aplicaciones empresariales de IA, como el reconocimiento facial, por ejemplo, los requisitos de latencia ultrabaja dictan que se desplieguen localmente, no en el núcleo. Pero los modelos también deben ser ajustados periódicamente, por lo que los datos recogidos en el borde se devuelven al centro de datos para actualizar y perfeccionar los algoritmos.

## ¿Jugar en el arenero o poseerlo?

El ciclo o bucle de retroalimentación AI/ML es un ejemplo de cómo los centros de datos tendrán que trabajar para apoyar un ecosistema de red más amplio y diverso, no para dominarlo. Para los mayores actores del espacio de los centros de datos a hiperescala, la adaptación a un entorno más distribuido y colaborativo no será fácil. Quieren asegurarse de que, si estás haciendo IA o ML o accediendo al borde, vas a hacerlo en su plataforma, pero no necesariamente en sus instalaciones.

Proveedores como AWS, Microsoft y Google están desplegando racks de capacidad en las ubicaciones de los clientes, incluyendo centros de datos privados, oficinas centrales y en las instalaciones de la empresa. Esto permite a los clientes crear y ejecutar aplicaciones basadas en la nube desde sus instalaciones, utilizando la plataforma del proveedor. Debido a que estas plataformas también están integradas en muchos de los sistemas de los operadores, el cliente también puede ejecutar sus aplicaciones en cualquier lugar donde el operador tenga presencia. Este modelo, aún en su fase más prematura, proporciona más flexibilidad para el cliente al tiempo que permite a los proveedores controlar y apostar por un modelo de centro de datos en el borde.

Mientras tanto, otros modelos visualizan un enfoque más abierto e inclusivo. Los fabricantes de centros de datos de borde están diseñando centros de datos alojados con recursos de computación, almacenamiento y red estandarizados. Los clientes más pequeños (como, por ejemplo, una empresa de juegos) pueden alquilar una máquina virtual para alojar a sus clientes y el operador del centro de datos le cobrará con base en un modelo de ingresos. Para una pequeña empresa que compita por el acceso al borde, este es un modelo atractivo (quizá la única forma que tenga de competir).

## Desafíos fundamentales

A medida que la visión de las redes de próxima generación se va perfilando, el sector debe enfrentarse a los retos de la implementación. Dentro del centro de datos, sabemos cómo es eso: Las conexiones de los servidores pasarán de 50G a 100G, el ancho de banda de conmutación aumentará a 25,6Tb y la migración a la tecnología de 100G nos llevará a módulos ópticos de 800G.



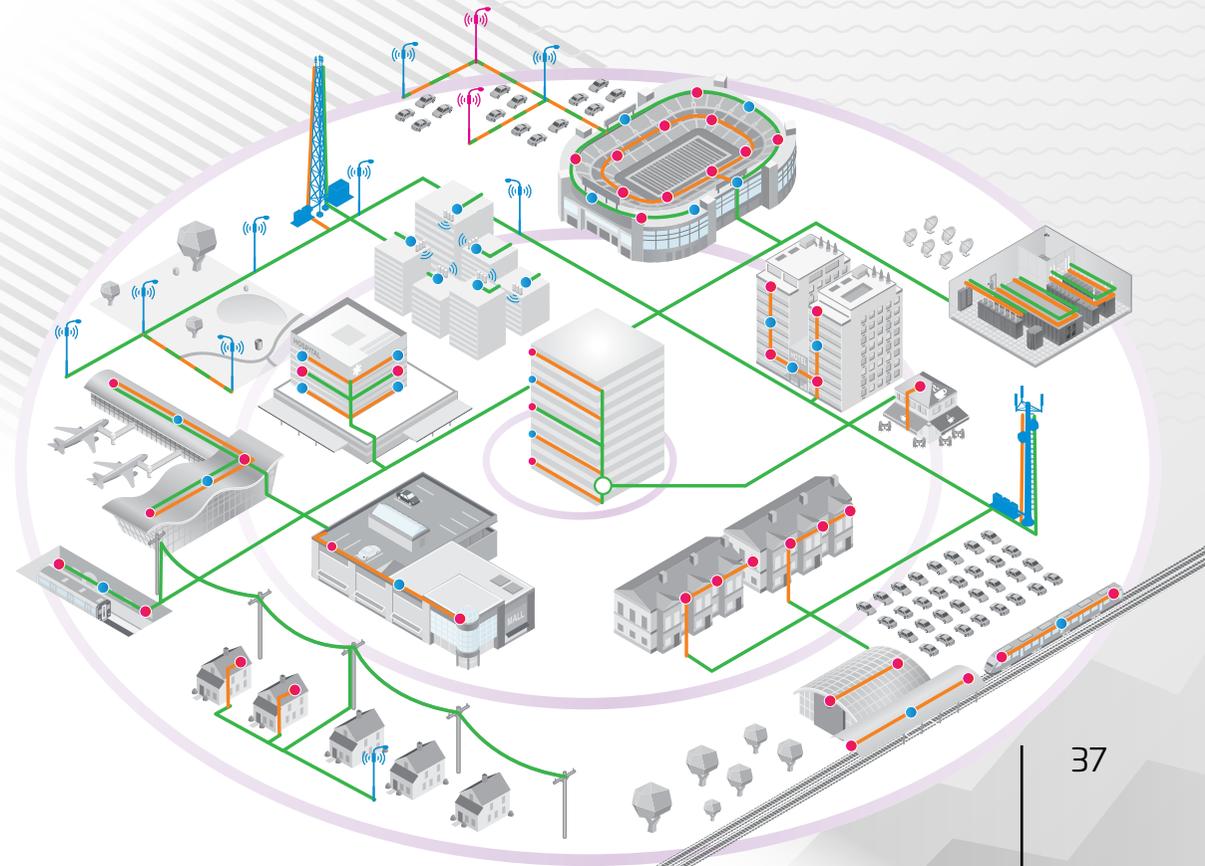
Es menos claro cómo diseñamos la infraestructura desde el núcleo hasta el borde; en concreto, cómo ejecutamos las arquitecturas DCI y los enlaces metropolitanos y de larga distancia, y cómo soportamos los nodos de borde punto a punto de alta redundancia. El otro reto es desarrollar las capacidades de orquestación y automatización necesarias para gestionar y dirigir las enormes cantidades de tráfico. Estas cuestiones están en primer plano a medida que la industria avanza hacia una red habilitada para 5G/IoT.

## Consiguiéndolo juntos

Lo que sí sabemos con certeza es que el trabajo de construcción e implementación de las redes de próxima generación implicará un esfuerzo coordinado.

El centro de datos, cuya capacidad de ofrecer computación y almacenamiento de bajo coste y gran volumen no puede duplicarse en el borde, tendrá sin duda un papel que desempeñar. Pero, a medida que las responsabilidades dentro de la red se distribuyan más, el trabajo del centro de datos estará subordinado al del ecosistema más grande.

La unión de todo ello será una capa física más rápida y fiable, que comenzará en el núcleo y se extenderá hasta los bordes más alejados de la red. Será esta plataforma de cableado y conectividad, impulsada por la óptica Ethernet tradicional y tecnologías de procesamiento coherentes, la que impulsará la capacidad. Los nuevos switches que cuentan con ópticas empaquetadas conjuntamente y fotónica de silicio impulsarán más eficiencias de red, Y, por supuesto, más fibra en todas partes, empaquetada en un cableado ultracompacto, que sustentará la evolución del rendimiento de la red.



8 /

En todo el campus y en la nube:  
¿Qué impulsa la conectividad del MTDC?

Es un momento increíble para trabajar en el espacio de los centros de datos y, en concreto, en los centros de datos multiusuario o multiinquilino (MTDCs). Últimamente se han hecho muchos progresos en los diseños mecánicos, eléctricos y de refrigeración. La atención se centra ahora en la conectividad de la capa física que permite a los inquilinos escalar rápida y fácilmente hacia y desde las plataformas en la nube.

Dentro del MTDC, las redes de clientes se aplanan rápidamente y se extienden hacia el este y el oeste para gestionar el aumento de la demanda de datos. Las jaulas, las suites y las plantas o pisos que alguna vez fueron dispares ahora están interconectadas para seguir el ritmo de aplicaciones como la gestión de IoT, los clústeres de realidad aumentada y los procesadores de IA. Sin embargo, la conectividad hacia y dentro de estos centros de datos se ha quedado rezagada.

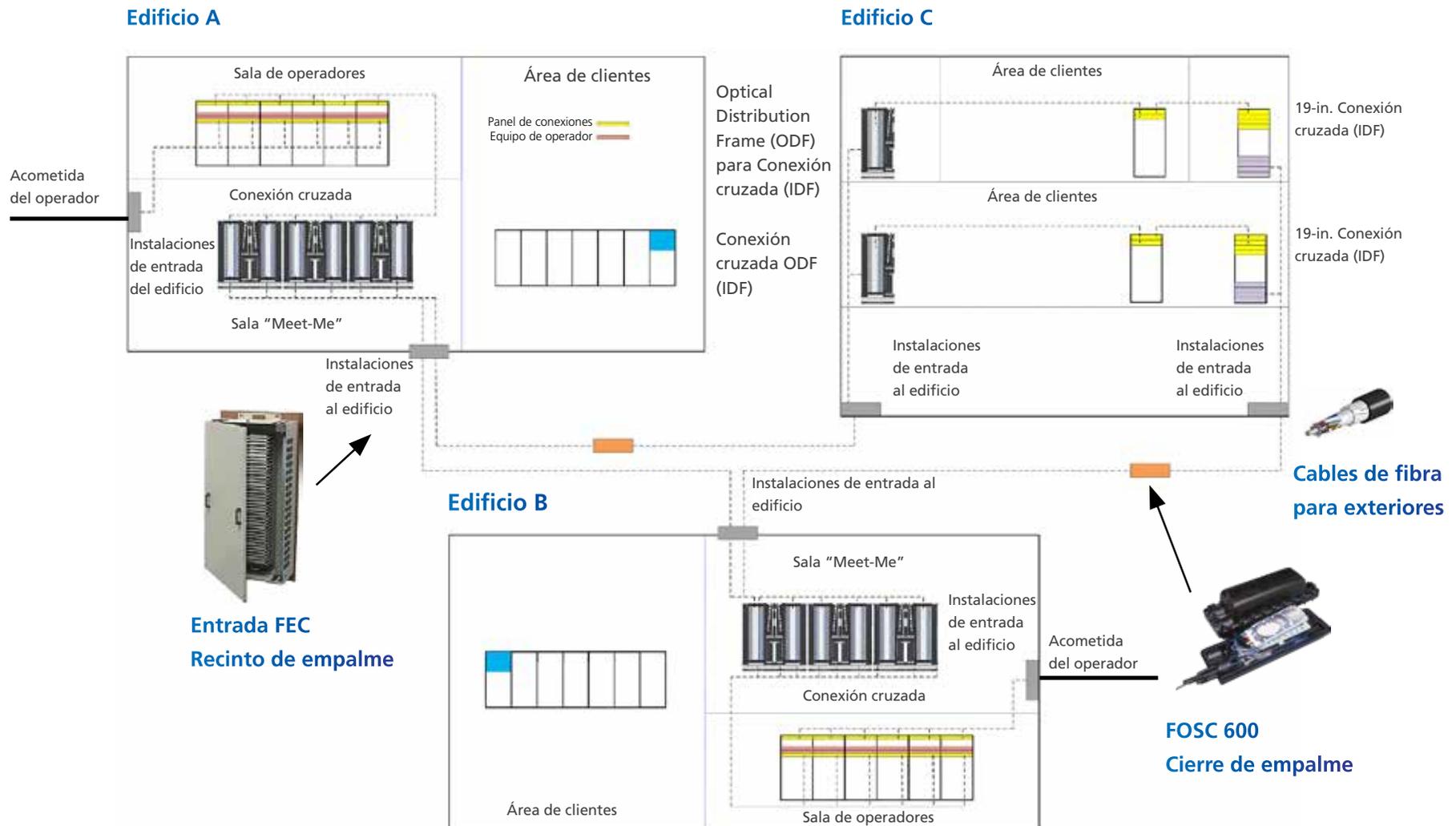
Para solucionar estas carencias en la conectividad, los proveedores de MTDC están utilizando redes virtuales como rampas de entrada a la nube. Diseñar arquitecturas de cableado para conectarse dentro y entre redes de nubes públicas, privadas e híbridas es un reto. A continuación se destacan únicamente algunas de las muchas tendencias y estrategias que están utilizando los MTDC para crear un enfoque escalable de las interconexiones en la nube.



## Conectando el campus del MTDC

Los retos de la conectividad en la nube comienzan en la planta exterior. El cableado de gran cantidad de fibra y el enrutamiento redundante permiten una malla entre los edificios actuales y los futuros. Antes de entrar a la instalación, estos cables de planta externa (OSP) pueden

empalmarse con cables internos/externos mediante un cierre de empalme para la distribución dentro de la sala de datos. Esto es aplicable cuando los paneles y bastidores en la instalación de entrada han sido pre-terminados con cables de fibra óptica. Como alternativa, se pueden empalmar inmediatamente dentro de las instalaciones de entrada (EF – Entrance Facility) de cada edificio utilizando armarios de entrada de fibra (FECs – Fiber Entrance Cabinets) con alto número de fibras.



A medida que se construyen edificios adicionales en el campus, se interconectan desde el centro de datos 1. El resultado neto es que el tráfico de red entre dos capas cualesquiera de cualquier edificio se puede redirigir fácilmente en todo el campus, lo que aumenta la disponibilidad y reduce el potencial tiempo de desconexión de la red.

Estos edificios interconectados se alimentan cada vez más con cables de fibra de cinta enrollables de alta densidad. La configuración exclusiva tipo “malla” hace que la construcción general del cable sea más pequeña y flexible, lo que permite a los fabricantes disponer de hasta 3456 fibras o más en un solo cable, o maximizar el número de cables de fibra a tender por las canalizaciones. Los cables de cinta enrollables ofrecen el doble de densidad que las fibras convencionales. Estas ventajas son:

- Cables más pequeños y ligeros que simplifican la manipulación, la instalación y la separación de las subunidades
- No requerir radios de curvatura específicos reduce el riesgo de error en la instalación
- La fácil separación y las marcas identificables facilitan la preparación, empalme y conectorización
- Cables de menores diámetros permiten radios de curvatura menores en cierres, paneles, agujeros de maniobras, etc

## Conectividad mejorada en las instalaciones de entrada

Dentro del EF, donde miles de fibras OSP se unen y se conectan a las fibras ISP, mejorar la manejabilidad ha conducido a mejoras significativas en FEC y bastidores de distribución óptica (ODF).

Los ODF a menudo se pasan por alto como punto estratégico de administración para la planta de fibra. Sin embargo, la capacidad de identificar, asegurar y reutilizar con precisión la capacidad allí disponible puede ser la diferencia entre días y meses para activar la conectividad en todo el campus.

Las opciones de FEC de CommScope incluyen diseños de montaje en suelo, montaje en pared y montaje en bastidor capaces de escalar hasta más de 10.000 fibras. Otras ventajas incluyen:

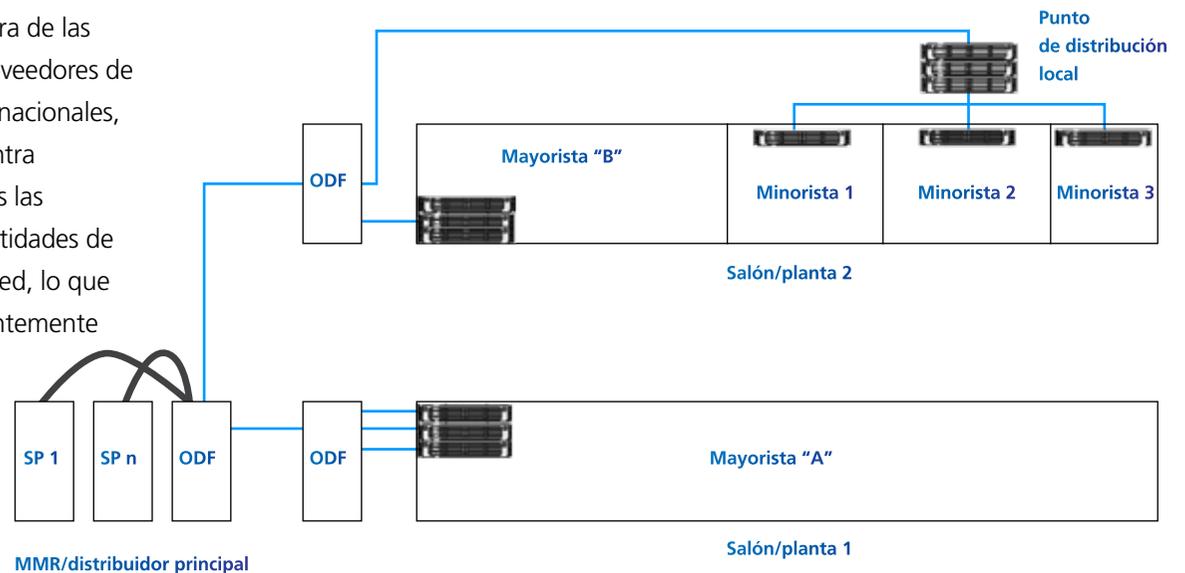
- Mayor densidad de bandeja para el empalme de fusión masivos
- Transición ordenada del cable OSP al ISP
- Posibilidad de dividir el cable con gran número de fibras a cables con menor número de fibras

Los ODF son fundamentales para el buen funcionamiento de una sala "Meet-Me" (MMR) moderna, y también han recorrido un largo camino desde que se desarrollaron por primera vez para redes de telecomunicaciones. Por ejemplo, los ODF con enrutamiento intuitivo incorporado pueden agruparse en una fila para soportar más de 50,000 fibras usando una única longitud de latiguillo de conexión. Mecánicamente, los ODF también ofrecen una excelente gestión frontal de latiguillos, lo que simplifica tanto la gestión del inventario como las prácticas de instalación del instalador.

La capacidad de empalmar cables pre-terminados con un alto número de fibras está pensada para los ensamblajes de cable, ya que la demanda de cableado con conectores de un solo extremo sigue creciendo.

## Facilitando la conectividad hacia la nube dentro del MTDC

El acceso a proveedores de nube en el campus de MTDC es cada vez más crítico a medida que las aplicaciones de TI se trasladan fuera de las instalaciones y a los ámbitos de nube pública y privada. Los proveedores de la nube y las grandes empresas, debido a sus operaciones internacionales, necesitarán varias construcciones de cables y clasificaciones contra incendios para cumplir con los reglamentos nacionales en todas las regiones. También exigirán diferentes tipos de conectores y cantidades de fibra para adaptarlos a sus arquitecturas de infraestructura de red, lo que les permitirá escalar rápidamente y con coherencia independientemente de las capacidades del instalador.



Por supuesto, los requisitos de conectividad en la nube variarán en función de los tipos de inquilinos. Por ejemplo, las empresas tradicionales que utilizan nubes privadas e híbridas podrían requerir una conectividad de densidad más baja hacia y dentro de la jaula (o suite).

Para conectar las jaulas o suites desde la MMR, los MTDC están desplegando fibra en incrementos de 12 y 24 tipo monomodo el día uno, como estándar. Una vez que el inquilino ha finalizado su contrato, la desinstalación no requiere mayores complicaciones. El MTDC puede reutilizar los tramos del "último metro" dentro de la sala blanca, reconfigurado simplemente enrollándolo y volviéndolo a desplegar en otra ubicación o jaula. El cableado estructurado dentro de estas jaulas, generalmente menor a 100 armarios, permite la conectividad escalable a proveedores privados y públicos.

Los proveedores de servicios en la nube, por otro lado, tienen requisitos de conectividad extensos y altamente volátiles. El conteo de fibras en estas jaulas suele ser mucho mayor que el de las empresas y, a veces, las jaulas pueden unirse directamente a lo largo de todo un campus. Estos proveedores despliegan un nuevo cableado de infraestructura física varias veces al año y evalúan y perfeccionan constantemente su diseño basándose en consideraciones de CapEx.

Esto implica analizar la rentabilidad de todo, desde transceptores ópticos y AOCs, hasta tipos de fibra y componentes pre-terminados.

Por lo general, los enlaces de cableado del proveedor de la nube en los MTDC utilizan un mayor número de fibras con un enrutamiento de cables redundante para tener menos puntos de fallo. El objetivo final es suministrar bloques de construcción predecibles con diferentes densidades y huellas. La uniformidad puede ser difícil de conseguir, ya que con la gran cantidad de transceptores disponibles, encontrar la combinación adecuada de ópticas y conectores se ha vuelto más difícil en lugar de fácil.

Por ejemplo, los transceptores actuales tienen distintos requisitos en cuanto a tipos de conectores y presupuesto de pérdidas ópticas. Los conectores SC y LC dúplex ya no son compatibles con todas las opciones de transceptores ópticos. En las redes en la nube se están implantando nuevos conectores de mayor densidad y específicos para las aplicaciones, como el conector SN. Por lo tanto, lo más lógico es seleccionar transceptores con la mayor interoperabilidad entre las huellas de conectores y los conteos de fibra.

## Manténgase conectado, manténgase informado

En todo el campus de MTDC, la necesidad de interconectar los diversos edificios y proporcionar la conectividad basada en la nube, que es vital para el éxito de los clientes minoristas y mayoristas, está impulsando cambios en las arquitecturas de red, tanto dentro como fuera. Esta visión de futuro solo araña la superficie de un tema cada vez más complejo y extenso.

Para obtener más información sobre tendencias y para estar al tanto de los rápidos avances, confíe en CommScope. Nuestro trabajo es saber qué es lo siguiente.

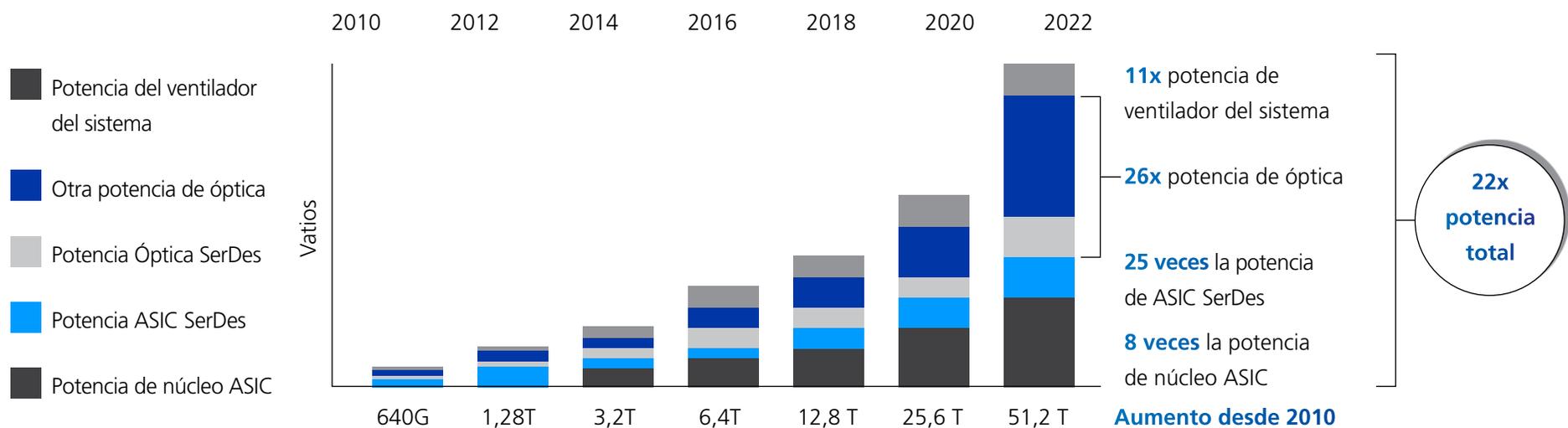


9 /

El camino hacia el 1,6T empieza ahora

El desafío en la planificación para el crecimiento exponencial yace en el hecho de que el cambio siempre es más frecuente y disruptivo de lo que esperamos. Los gestores de centros de datos de hiperescala y multiusuario están experimentando esto de primera mano. Apenas están empezando a migrar a velocidades de datos de 400G y 800G, pero el escalafón ya se ha elevado a 1,6T. La carrera ha empezado y cualquiera puede ganarla, suponiendo que los operadores de centros de datos logren aumentar la capacidad de las aplicaciones y reducir el coste de los servicios. Al hacerlo, pueden reducir los costes para el usuario final y ayudar a que Internet sea más eficiente en términos del manejo de la energía. Al igual que con cualquier gran avance, cada éxito conlleva un nuevo desafío. Una mayor capacidad da lugar a aplicaciones nuevas que presentan una mayor demanda de datos y un mayor consumo de energía, y que, por tanto, requieren más capacidad. Y así se repite el ciclo.

Impulsada por actores como Google, Amazon y Meta (anteriormente, Facebook), la explosión de los servicios en la nube, las arquitecturas distribuidas en la nube, la inteligencia artificial, el vídeo y las cargas de trabajo de aplicaciones móviles superarán rápidamente las capacidades de las redes 400G/800G. El problema no es solo la capacidad de ancho de banda, sino que también lo es la eficiencia operativa. Los gastos generales de redes de datos se están convirtiendo en una parte cada vez más importante del coste total de entrega. Esos costes, a su vez, se ven impulsados por el consumo de energía, lo que lleva a objetivos de diseño de próxima generación. El objetivo final es reducir la potencia por bit y hacer que este crecimiento imposiblemente explosivo sea una posibilidad sostenible.



Fuente: [www.ethernetalliance.org/wp-content/uploads/2021/02/TEF21.Day1\\_Keynote.RChopra.pdf](http://www.ethernetalliance.org/wp-content/uploads/2021/02/TEF21.Day1_Keynote.RChopra.pdf), 25 de enero de 2021; Rakesh Chopra, Mark Nowell, Cisco Systems

## Pensando en energía y redes

Ampliar la capacidad de la red con la generación actual de switches de red daría lugar a requisitos de energía inadmisibles. (Si lo piensa, este problema también se da cuando se analiza cada decisión corporativa en el contexto de la sostenibilidad medioambiental).

Las redes están bajo una presión cada vez mayor para reducir su ratio de potencia por bit (la métrica de eficiencia más común), con objetivos que finalmente disminuirán a 5 pJ/bit. El aumento de la densidad (radix) de los switches de red es el camino demostrado para abordar este problema. El resultado es una mayor capacidad y eficiencia de los switches.

A un alto nivel, el consumo general de energía del switch es una preocupación creciente. El discurso inaugural del Foro de exploración tecnológica (Technology Exploration Forum) de 2021 mostró que el consumo de energía de los switches aumentó 22 veces entre 2010 y 2022. Si lo analizamos más profundamente, el componente principal del aumento de potencia está asociado con la señalización eléctrica entre el ASIC y el transmisor/receptor óptico. Dado que la eficiencia eléctrica disminuye a medida que aumenta la velocidad de conmutación, la velocidad de conmutación está limitada por la velocidad eléctrica. Actualmente, ese límite práctico es de 100G.

El camino hacia un menor consumo de energía radica en seguir con la tendencia de elementos de conmutación más grandes y eficientes, una mayor velocidad de señalización y más densidad. Teóricamente, este camino acaba llevando a 102,4T, un objetivo que parece muy desafiante dada la proyección de los diseños de switch actuales. Por lo tanto, algunos abogan por una estrategia basada en soluciones puntuales. Esto resolvería el desafío de la señalización eléctrica

(cables tipo flyover vs PWB) y permitiría seguir usando óptica enchufable. Aumentar la velocidad de señalización a 200G también es una opción, mientras que otros sugieren duplicar el número de líneas (OSFP-SD). No obstante, otro grupo aboga por un enfoque de plataforma para hacer avanzar la industria hacia una solución a más largo plazo. Un enfoque más sistemático para aumentar radicalmente la densidad y reducir la potencia por bit implica una óptica co-empaquetada (CPO).

## El papel de la óptica co-empaquetada y casi-empaquetada (CPO/NPO)

Los defensores de la CPO y la óptica casi-empaquetada (NPO) argumentan que lograr los objetivos de potencia por bit necesarios para los switches de 1,6T y 3,2T requerirá nuevas arquitecturas, y que la CPO/NPO está a la altura. Ellos presentan un buen argumento al decir que las tecnologías CPO limitan la señalización eléctrica a alcances muy cortos, eliminando los retemporizadores y optimizando al mismo tiempo los esquemas FEC. Llevar estas nuevas tecnologías al mercado a escala requeriría un esfuerzo de toda la industria para reacondicionar el ecosistema de redes. Los nuevos estándares mejorarían enormemente esta transformación de la industria.

Un desafío con la CPO es que no contienen ópticas reparables in situ y requieren tasas de fallo (FIT) muy bajas, algo que la CPO debe lograr en comparación con las ópticas enchufables y reparables in situ. La conclusión con respecto a la CPO es que tardará tiempo en madurar.



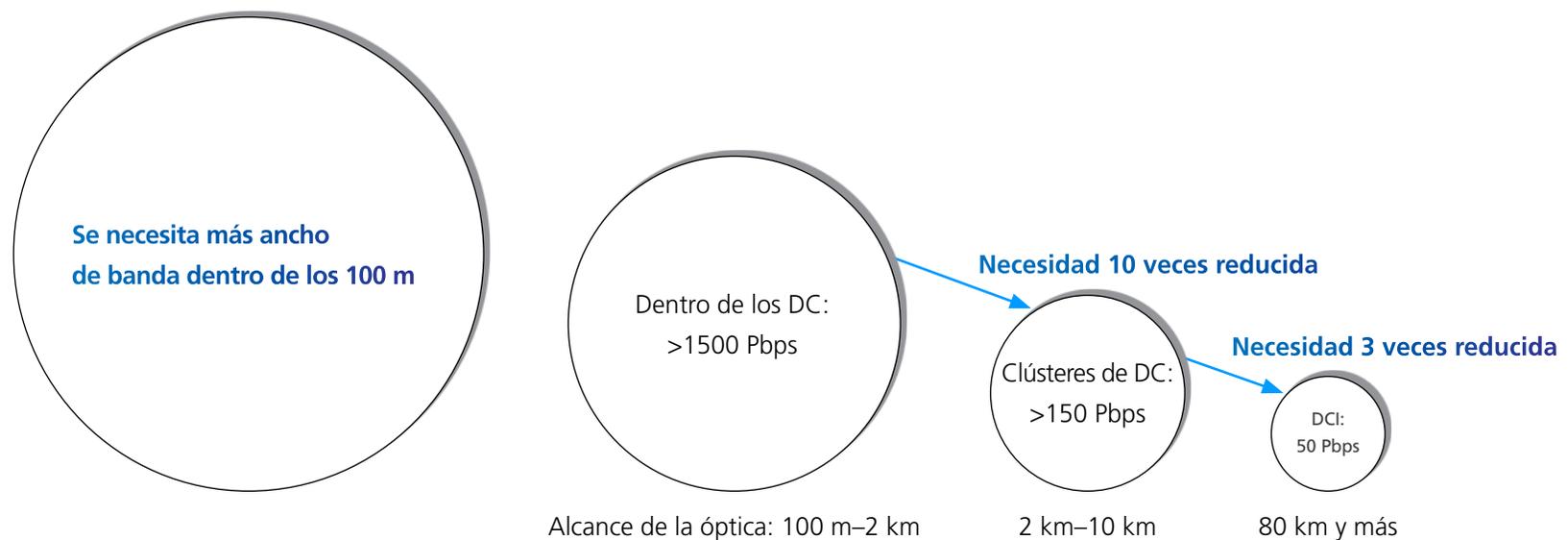
En última instancia, cualquier ruta de migración a 1,6T implicará el uso de más fibra. Es probable que el MPO16 desempeñe un papel clave, ya que ofrece líneas más anchas con pérdidas muy bajas y una alta fiabilidad. Además, tiene la capacidad y flexibilidad para admitir aplicaciones de radix más altos. Mientras tanto, a medida que los enlaces dentro del centro de datos se acortan, la ecuación se inclina hacia la fibra multimodo con su óptica de menor coste, latencia mejorada, consumo de energía y rendimiento de potencia/bit reducidos.

Entonces, ¿qué pasa con las predicciones tan esperadas en cuanto a la desaparición del cobre? A estas velocidades más altas, hay que buscar que las E/S de cobre sean muy limitadas, ya que no es probable lograr un equilibrio razonable de potencia/bit y distancia. Esto es cierto incluso para aplicaciones de corto alcance que finalmente serán dominadas por sistemas ópticos.

## Qué sabemos

En resumen, si bien no se sabe cuál es el mejor camino hacia 1,6T, se están empezando a analizar algunos aspectos de este. Sin duda, se necesitará una mayor capacidad, velocidades más altas y una mejora significativa de la eficiencia en cuestión de pocos años. Para estar listos para escalar estas nuevas tecnologías, debemos empezar a diseñar y planificar hoy mismo.

Obtenga más información sobre los pasos que puede tomar hoy para asegurarse de que su infraestructura de fibra esté lista para este futuro en [commscope.com](http://commscope.com).



Las ópticas AOC y SR ocuparán ToR, EoR, MoR para velocidades de datos de 100G, 400G y más. Fuente: LightCounting Mega Datacenter Optics Report

# ¿Qué es lo siguiente?

¡Las cosas se mueven rápidamente y están a punto de ser mucho más rápidas! 2021 y 2022 fueron unos años de imprevisibilidad y adaptación para todos, pero en vista de desafíos imprevistos, los centros de datos han experimentado nuevos niveles de expansión y crecimiento para adaptarse a las crecientes demandas de conectividad. Y de cara a 2023 y más allá, este crecimiento no hará más que aumentar.

La aparición de tecnologías como el 5G y la IA son puntos clave en la trayectoria de expansión de los centros de datos, y sentarán las bases para el futuro 800G, 1,6T, y más allá! A medida que las redes aumentan su soporte para el 5G y el IoT, los responsables de TI centran sus esfuerzos en el borde y en la creciente necesidad de localizar más capacidad. Desde los cables de fibra óptica enrollables hasta los transceptores ópticos de 400G, los proveedores de redes están desarrollando soluciones a prueba de futuro que ayudarán a liderar el camino hacia un futuro de conectividad integral sin fisuras en todos los puntos de contacto.

Tanto si se trata de un actor centrado en el borde, un hiperescala, un proveedor multiusuario o un integrador de sistemas, hay mucho espacio para todos a medida que la industria sigue creciendo. En CommScope, estamos constantemente analizando qué viene después y qué es lo que está a la vanguardia del panorama del centro de datos, siempre en constante evolución. Contacte con nosotros si desea analizar sus opciones para prepararse para la migración a velocidades más altas.

# COMMSCOPE®

## commscope.com

Visite nuestro sitio web o póngase en contacto con su representante local de CommScope para obtener más información.

© 2022 CommScope, Inc. Todos los derechos reservados. Todas las marcas identificadas con ™ o ® son marcas comerciales o marcas registradas en los Estados Unidos y pueden estar registradas en otros países. Todos los nombres de productos, marcas comerciales y marcas registradas son propiedad de sus respectivos propietarios. Este documento solo tiene fines de planificación y no pretende modificar ni complementar ninguna especificación o garantía relacionada con productos o servicios de CommScope. CommScope está comprometido con los más altos estándares de integridad empresarial y sostenibilidad medioambiental, con una serie de instalaciones de CommScope en todo el mundo certificadas de acuerdo con las normas internacionales, incluidas las normas ISO 9001, TL 9000 e ISO 14001.

Puede encontrar más información sobre el compromiso de CommScope en [www.commscope.com/About-Us/Corporate-Responsibility-and-Sustainability](http://www.commscope.com/About-Us/Corporate-Responsibility-and-Sustainability).

EB-115375.1-ES (07/22)

