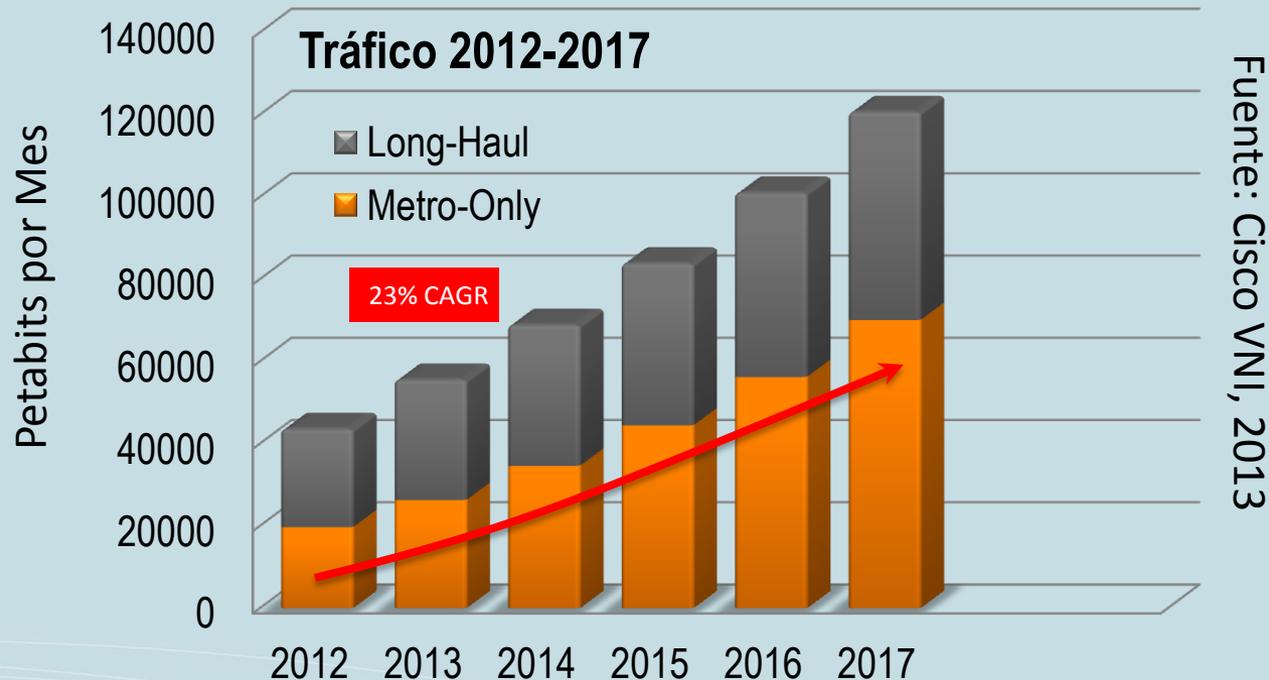




Good Things Come in Small Cubes

Cube Optics AG
Redes Metro 100G – GORE 13
Mayo 2014

Próximos 5 años, el tráfico metro se multiplicará x3...



- Durante 2014 el tráfico Metro superará al tráfico de Larga Distancia (LH).
- De 2012 al 2017 el tráfico Metro crece a un ritmo 2 veces más rápido que el tráfico de Larga Distancia.
- Si en este momento posee un sistema de 40-canales 10G DWDM al 50% de capacidad (= 200 Gbps), en los próximos 2 años tendrá que actualizar el sistema

100Gbps: ¿es la solución de hoy para todo?

- ¡NO! Depende...
- El coste/bps de 100G todavía es (y lo será durante algún tiempo) superior al de 1G/10G
 - P.ej. El precio de 100GBase-LR4 aprox 100x 10GBase-LR (“sólo” cerca de 40x en DWDM)
 - La mayor complejidad del transporte 100G puede suponer costes añadidos (p.ej. DCU*s, etc)
- Entonces, ¿cuándo tendrá sentido hoy en día o en un próximo futuro?
- Según Andrew Schmitt de Infonetics, octubre 2013:
“100G está siendo utilizado solo cuando el proveedor de servicios tiene que utilizarlo, porque se encuentra en 1 de estas 2 situaciones:
 - *Fibra y capacidad WDM insuficiente para desplegar más tráfico 10G*
 - *Necesidad de desplegar una línea privada 100G (punto a punto)— cuando el interfaz 100G de un router debe ser enviado a otro datacentre de la ciudad”*

(*) DCU Dispersion Compensation Unit

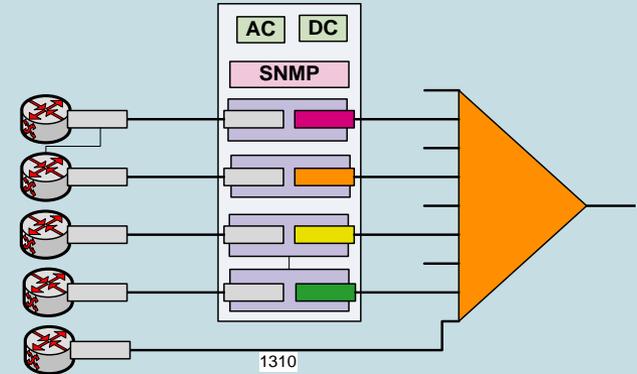
Pero si necesitas 100G en entorno Metro, ¿cuál es la mejor solución?

- **2 medios de transporte diferentes:**
 - Transporte Activo vs Pasivo
- **2 tecnologías en competencia- transceptor vs transpondedor:**
 - Detección Directa (Direct Detection) versus Coherente (Coherent)

Transporte Activo vs. Pasivo

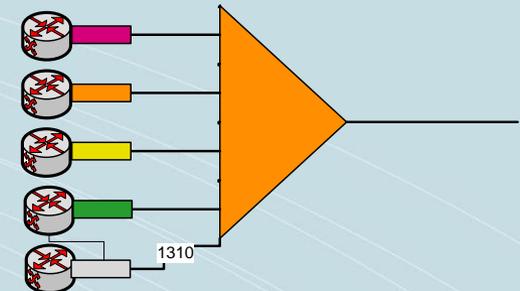
Transporte Activo:

- Conversión de señal Cliente (“transceptor gris”) a Línea (“transceptor coloreado”) tiene lugar en tarjeta transpondedora
- Requiere hw adicional: transpondedor, fuentes, tarjetas de gestión (+ software)
- Se multiplica x3 el número de transceptores requeridos



Transporte Pasivo – aprox. CAPEX & OPEX 50% inferior:

- Sin conversión: transceptores ópticos directamente enchufados en el equipo terminal (router, eth.switch)
- Menos elementos activos => mayor fiabilidad, menor latencia
- Los transceptores gestionados por el propio equipo terminal (Switch, Router, etc.) – ¡red de gestión única!



Coherente vs. Detección Directa (enchufables)

Coherente

- Desarrollado para Ultra-Larga Distancia, adaptado a Metro
- Modulación en fase & amplitud compleja, menor sensibilidad a CD* & PMD* => mayor alcance
- Utiliza **1 lambda** por 100G
- NO está disponible como “pluggable”, GA no antes de 2016 (el coste será el reto)

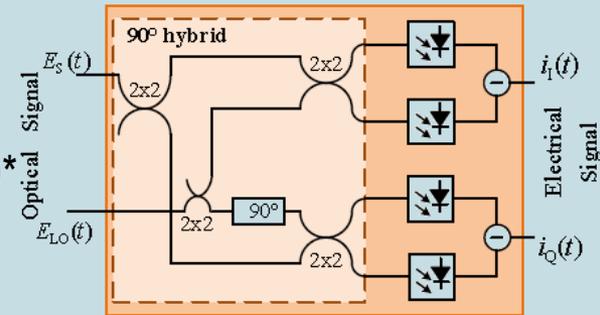


Figure 2: Coherent detection using optical 90° hybrid and balanced photodiodes

Detección Directa

- Tecnología que emerge de LR/ER (10-40km) Datacom
- Basados en PD**s más sencillos, alcance limitado por CD & PMD
- Utiliza **4 lambdas** por 100G (4x25G)
- Producidos por +5 fabricantes en cientos de miles desde 2011

(*) CD Chromatic Dispersion | PMD Polarization mode dispersion

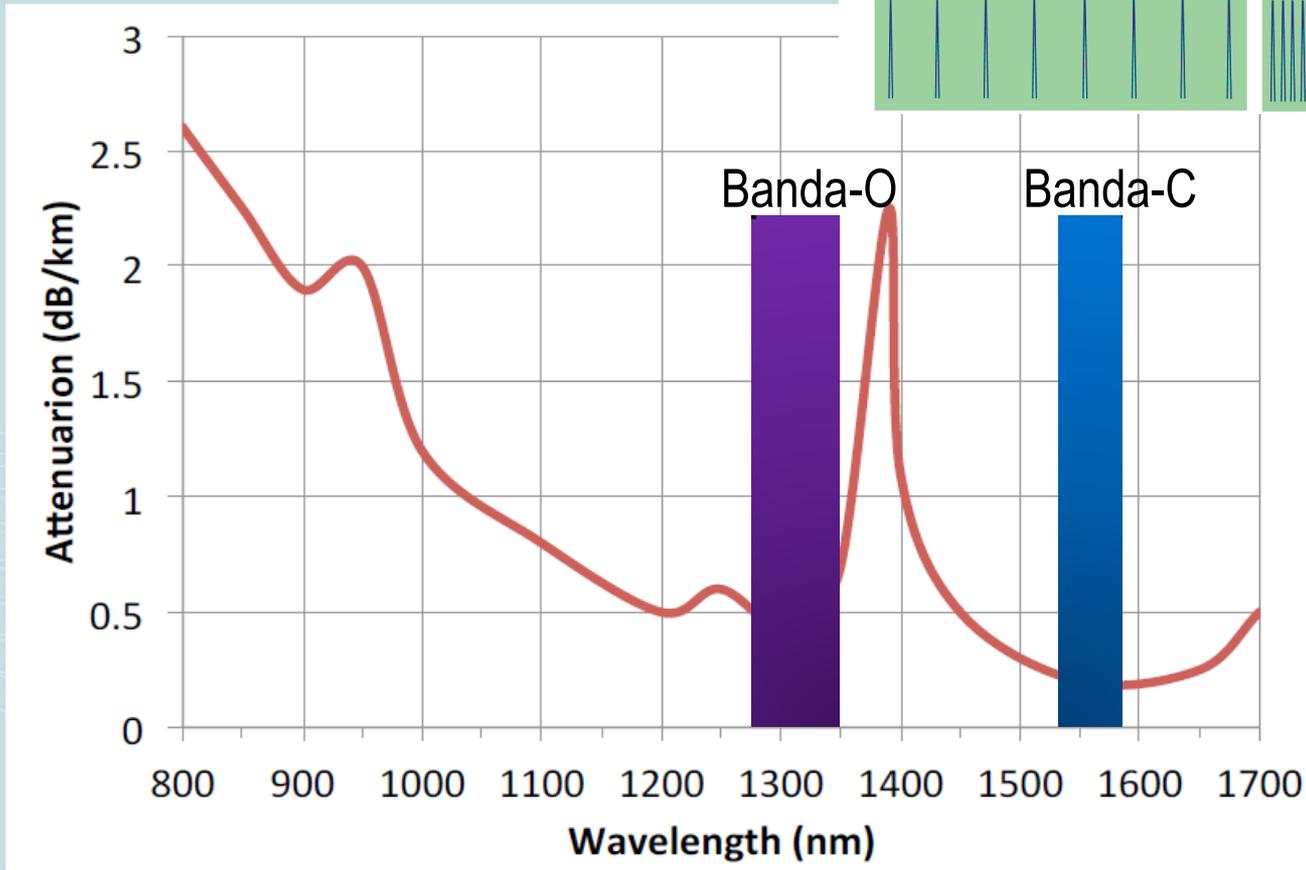
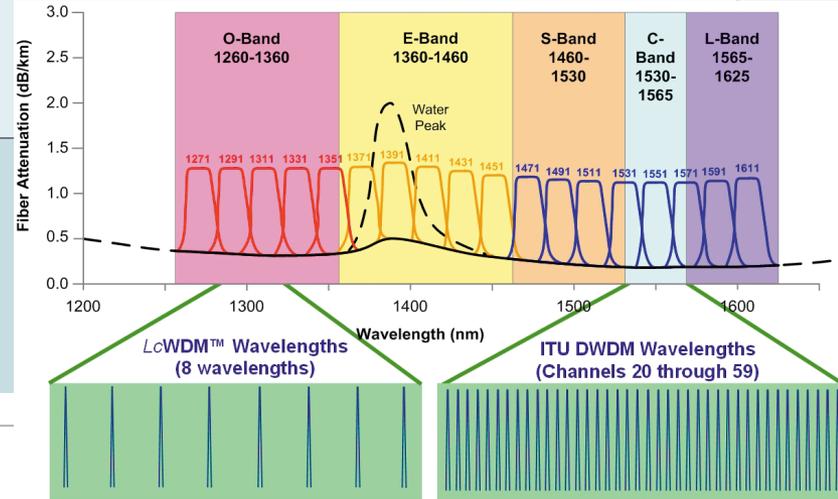
(**) PD Photo Detector

CFP | CFP2



Ventanas de transmisión

CFP disponibles en 2 ventanas:



Arquitecturas Metro 100G Pasivo

	100G en banda O		100G en banda C	
	Circuito único 100G	10G DWDM + 100G superpuesto	10G DWDM + 100G DWDM superpuesto	100G DWDM
Capacidad máxima	100 Gbps (= 1*100G)	500 Gbps (= 1*100G+40*10G)	1.6 Tbps (=12*4*25G+40*10G)	2.4 Tbps (= 24*4*25G)
Número de longitudes de onda	1	41	88	96
Número de transceptores	1	41 (1*100G, 40*10G)	52 (12*100G, 40x 10G)	24 (24*100G)
Distancia máxima	10 kms (sin amplif) Hasta 80 kms (SOA)	<10 kms (sin amplif) Hasta 80 kms (SOA)	~10 kms (sin amplif) 10-100 kms (EDFA)	~10 kms (sin amplif) 10-100 kms (EDFA)
Transceptor tipo	CFP 100GBASE-LR4	CFP 100GBASE-LR4	CFP DWDM (detecc. directa)	CFP DWDM (detecc. directa)

1 circuito 100G en la Banda-O

Requisitos:

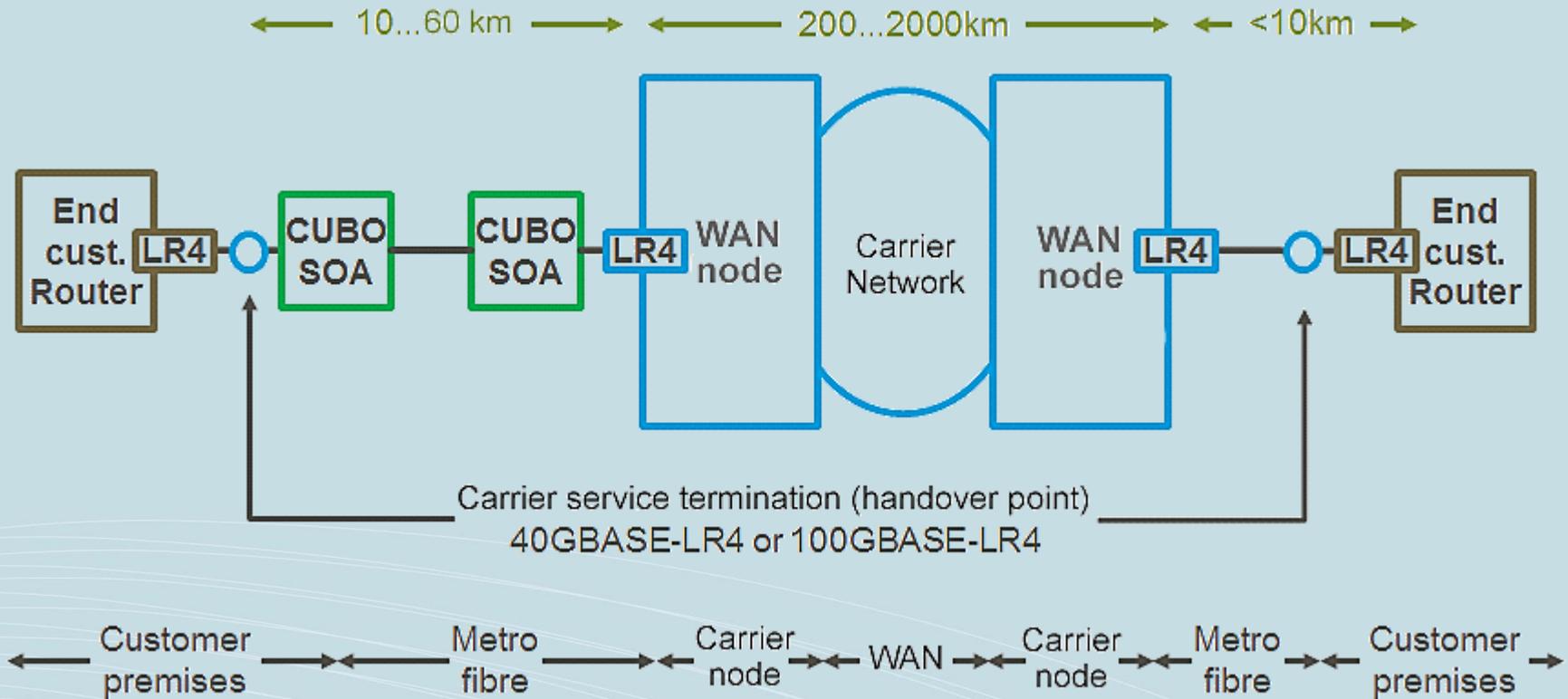
- Módulo transceptor 100GBase-LR4
 - ❖ Transporta 4x25Gbps mediante mux/dmux óptico integrado de 4 canales
 - ❖ Fibra monomodo duplex
 - ❖ Conectores SC/PC para par de fibra monomodo
 - ❖ Alcance (distancia) < 10km
- *SOA Semiconductor Optical Amplifier*
 - ❖ Incrementa el alcance del transceptor 100GBase-LR4 hasta los 80km
 - ❖ Muy buen BER* de 10^{-16} a >50km



Powering ca. 50x 100G links in European and US metro regions, e.g. at AMSIX, NETNOD

(*) BER – Bit Error Rate

Extendiendo el alcance de 100G



100Gig LR4 ~ 52km



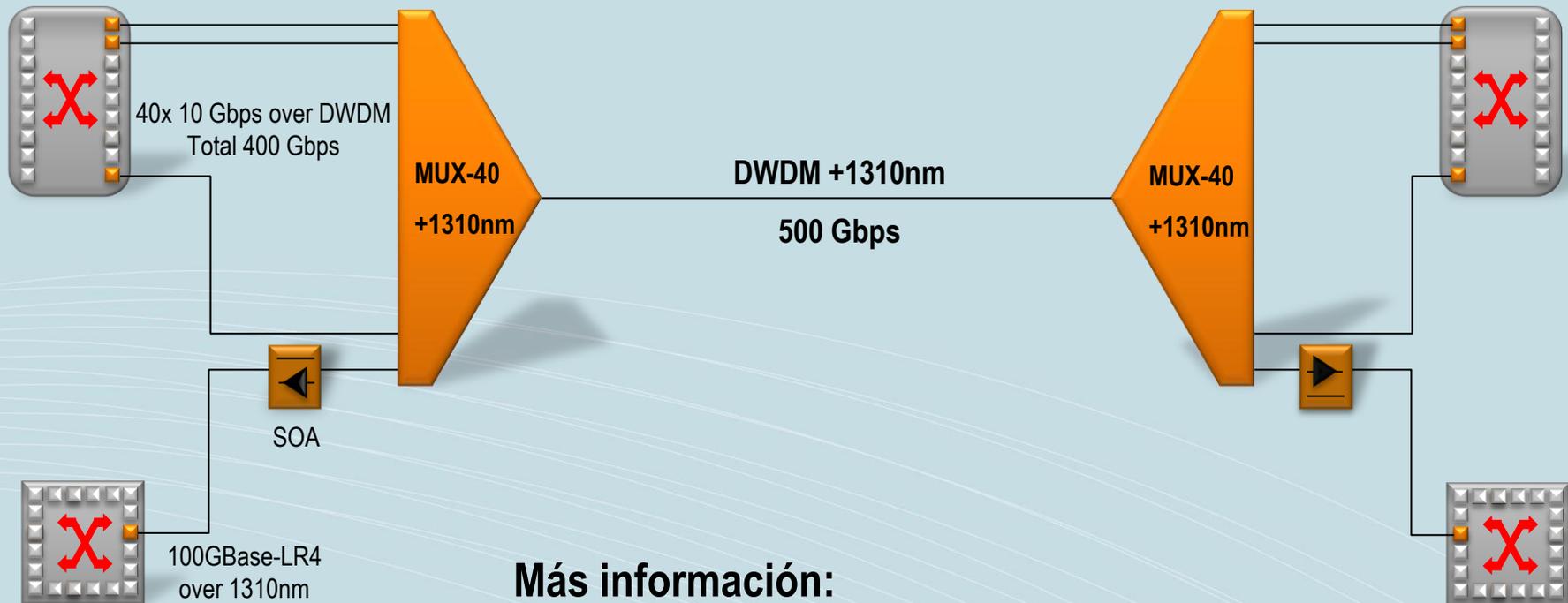
NETNOD - COMIX 100Gig



<http://blog.cubeoptics.com/index.php/aH8>

Superposición 10G DWDM con 100G (Banda-O)

- Hasta **40 canales DWDM @ 10G** – y enlace adicional 100G sobre 1310nm Banda-O
- Incremento opcional del alcance 100G LR4 mediante amplificador SOA (Semiconductor Optical Amplifier)
- Hasta **500Gbps por par de fibra**



Más información:

<http://www.cubeoptics.com/evolution1310>

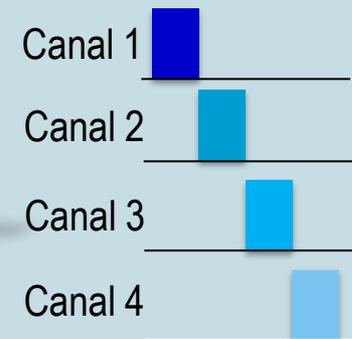


100G DWDM sobre Banda-C

Requisitos:

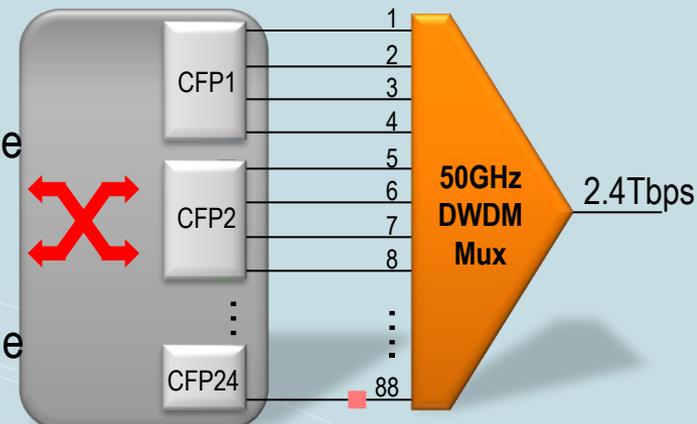
■ Módulo transceptor 100Gbps DWDM CFP

- ❖ Transporta 4x25Gbps.
- ❖ 4 fibras duplex monomodo.
- ❖ Utiliza 4 laser sintonizables en parrilla 50GHz ITU-T (DWDM) y 4 receptores.



■ Multiplexor/demultiplexor de 96 canales DWDM

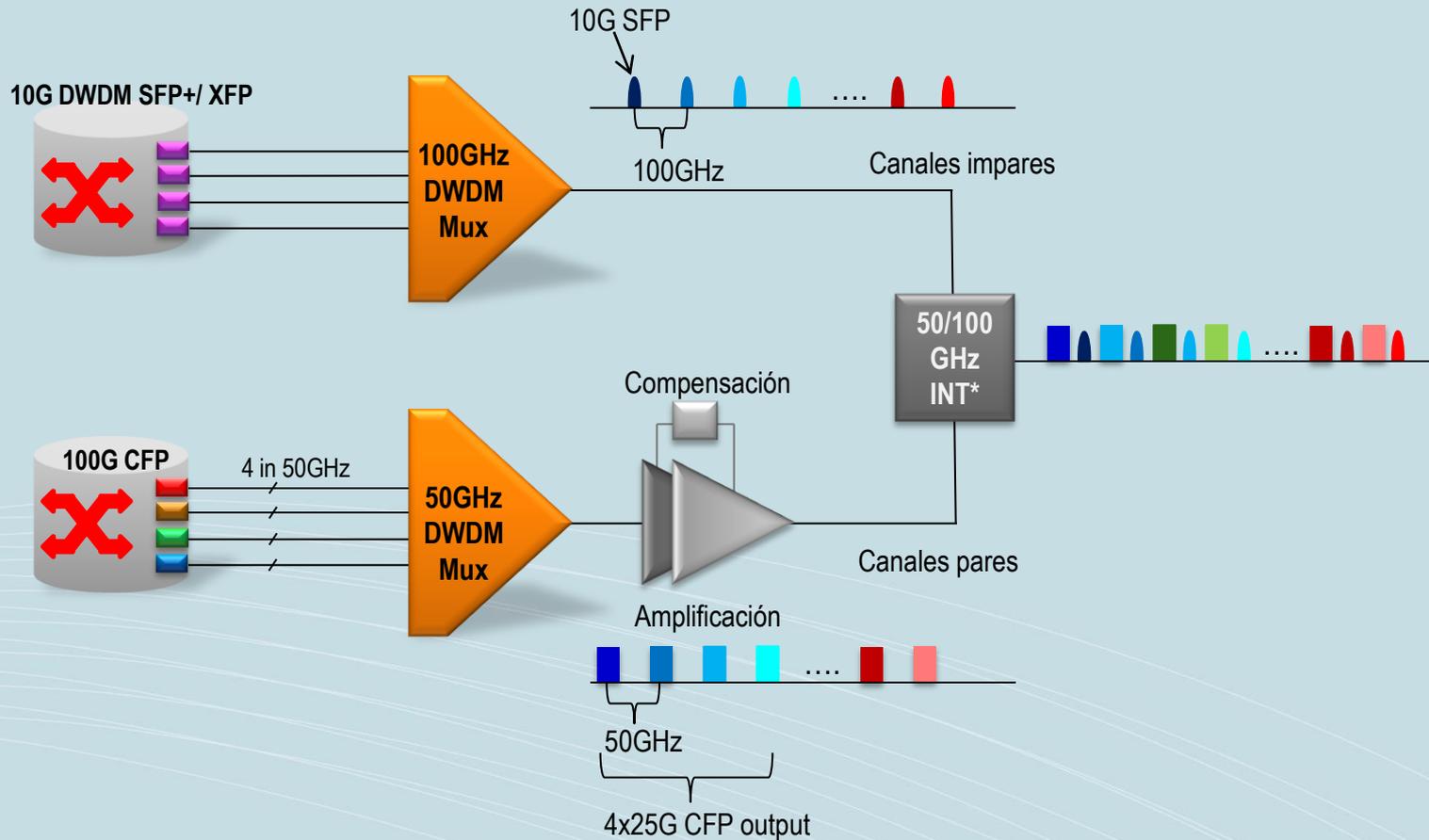
- ❖ DWDM mux/demux pasivo, parrilla 50GHz sobre par de fibra monomodo.
- ❖ Hasta 24 transceptores 100Gbps DWDM CFP “de diferentes colores” pueden transportarse sobre MUX de 96 canales



■ Incremento del alcance mediante “stand-alone” **EDFAs** hasta >100kms

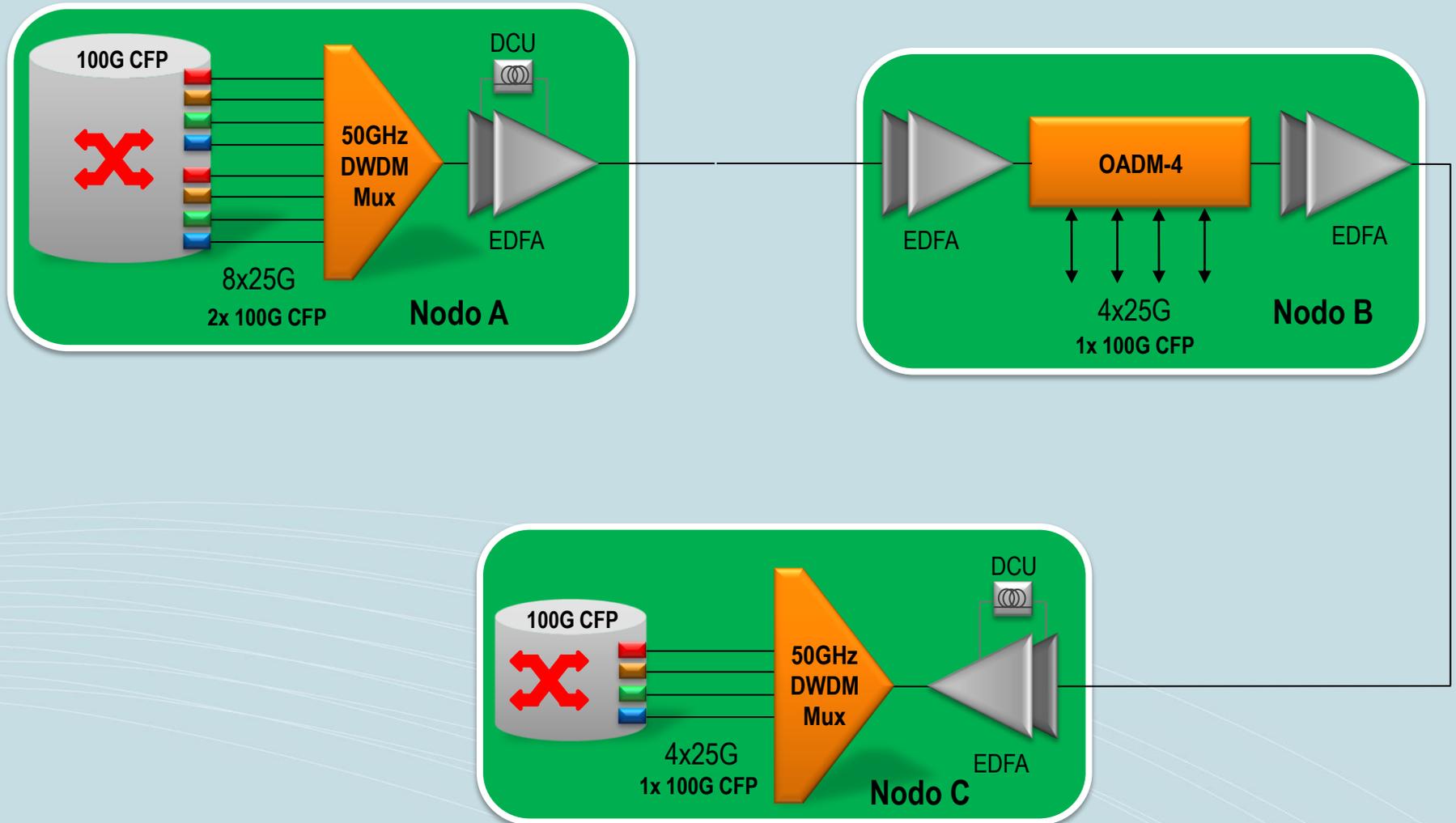
Superposición 10G DWDM sobre 100G (Banda-C)

- Para complementar sistemas 10Gbps DWDM con expansión de 100Gbps



(* Interleaver)

Escenario ejemplo con OADM de 100G



Múltiples 100G DWDM en aplicaciones sin FEC*

- Resumen de **resultados obtenidos** a final de 2013:
 - Enlaces punto a punto hasta **70km** con múltiples servicios 100G DWDM en la parrilla 100GHz. Diferentes escenarios:
 - 20km, 40km and +60km
 - Posibilidad de extensión hasta **22x100G** sobre un único par de fibra
 - Demostrada la **compatibilidad** con servicios DWDM **10G** en producción, con niveles de potencia equivalentes sobre enlaces mixtos 10G + 100G
 - Transceptores sintonizados por el propio equipo de conmutación de datos capa 2/3 de Cliente. No hay necesidad de transponders DWDM, ya que los transceptores se enchufan directamente en el equipo capa 2/3 (router, carrier ethernet switch, ...)
 - En distancias cortas y pocos servicios solo se requieren Muxes y Transceptores. No hay necesidad de EDFA, DCU e Interleaver.
 - Estabilidad en temperatura 20-50°C (cycled)
 - Probado y compatibilidad demostrada en entornos Brocade y Alcatel
 - En pruebas con Juniper y Extreme en 2014

(*) **Forward Error Correction**

Conclusión

- Si bien 100Gbps todavía no tiene sentido para todas las conexiones Metro, sin embargo se ha convertido en una **solución válida** para áreas con escasez de fibra y **puertos 100G nativos en los routers y switches**
- El transporte **pasivo 100Gbps** ya es una alternativa **potente, simple y “barata”** a las soluciones de Transporte Activas de NEM (network equipment manufacturer)



Más información:

<http://www.cubeoptics.com/evolution1550>

- Los **enchufables coherentes** serán una buena alternativa a los enchufables de detección directa, pero no estarán en el mercado antes de 2016



Good Things Come in Small Cubes

Apéndice
**Routers y switches con interfaces
enchufables de 100GE**

Cisco – ASR9000, CRS, NCS6000, Nexus7000

Tarjetas de línea con puertos 100GE

Description	Code
ASR 9000 1-Port 100GE Packet Transport Optimized Line Card, Requires CFP optics	A9K-1x100GE-TR
ASR 9000 1-Port 100GE Service Edge Optimized Line Card, Requires CFP optics	A9K-1x100GE-SE
ASR 9000 2-Port 100GE Packet Transport Optimized Line Card, Requires CFP optics	A9K-2x100GE-TR
ASR 9000 2-Port 100GE Service Edge Optimized Line Card, Requires CFP optics	A9K-2x100GE-SE
CRS Router 2-Port 100GE CFP transceiver module	2X100GE-FLEX-40
CRS Router 4-Port 100GE CFP transceiver module	4x100GE-OL
NCS 6000 Series Routers 10-Port 100GE CFP transceiver module	NC6-10X100G-M-K
NCS 6000 Series Routers 10-Port 100GE CFP transceiver module	NC6-10X100G-L-K
NCS 6000 Series Routers 10-Port 100GE CFP transceiver module	NC6-10X100G-M-P
NCS 6000 Series Routers 10-Port 100GE CFP transceiver module	NC6-10X100G-L-P C
Nexus 7000 F3-Series 6x100GE 6-Port 100G Ethernet Module (req. CPAK modules)	N7K-F306CK-25

NOTA: esto es un ejemplo, y no pretende ser una lista completa de equipos y tarjetas 100GE

Juniper – EX9200, MPC4E, MPC6, MX, PTX5000, T4000

Tarjetas de línea con puertos 100GE

Description	Code	Rate
EX9200 2-Port 100GE and 8-Port 10GE line card	EX9200-2C-8XS	100GE
MPC4E 2-Port 100GE and 8-Port 10GE FULL SCALE	MPC4E-3D-2CGE-8XGE	100GE
MPC6 2-Port 100GE CFP2 WITH OTN MIC	MIC6-100G-CFP2	100GE
MPC6 4-Port 100GE CXP MIC	MIC6-100G-CXP	100GE
MX SERIES 1-Port 100GE MIC CFP INTERFACE OPTICS SOLD SEPARATELY	MIC3-3D-1X100GE-CFP	100GE
PTX5000 2-Port 100GE REQUIRES CFP	P1-PTX-2-100GE-CFP	100GE
T4000 1-Port 100GE 100-Gigabit Ethernet CFP	PF-1CGE-CFP	100GE

NOTA: esto es un ejemplo, y no pretende ser una lista completa de equipos y tarjetas 100GE

Alcatel-Lucent 7750, 7450

“Alcatel-Lucent was first to market with 100GE service routing interfaces that can be deployed anywhere in your transport network: in the metro, at the service edge and in the core.

Deployed in the Alcatel-Lucent 7750 Service Router and 7450 Ethernet Service Switch platforms, that chipset provides efficient 100G IP service routing for the full range of residential, business and mobile services. “

Table 4. Alcatel-Lucent 7750 SR IMM support-by-chassis type

IMM TYPE	PORTS PER IMM	CONNECTOR TYPE	SR-7	SR-12	SR-7/SR-12 MOBILE GATEWAY
100GBASE	1	CFP	√	√	–
40GBASE	3	QSFP+	√	√	–
10GBASE	12	SFP+	√	√	–
10GBASE	5/8	XFP	√	√	√ / –
10/100/1000BASE	48	SFP	√	√	–
10/100/1000BASE	48	RJ-45	√	√	–
OC-768c/STM-256c (DWDM tunable optics)	1	LC	√	√	–

NOTA: esto es un ejemplo, y no pretende ser una lista completa de equipos y tarjetas 100GE

Brocade NetIron MLX/MLXe

Equipment

BROCADE MLXe/100 GbE



Key Chassis Enhancements

100G Transceivers

100 GbE CFP

100G-CFP-SR10	100 GbE CFP optic (MPO24), SR10, for distances up to 100 m over MMF
100G-CFP-LR4-10KM	100 GbE CFP optic (SC), LR4, for distances up to 10 km over SMF.
100G-CFP-10x10-2KM-OM	100 GbE CFP optic (LC), 10x10, for distances up to 2 km over SMF.
100G-CFP-10x10-10KM-OM	100 GbE CFP optic (LC), 10x10, for distances up to 10 km over SMF.
100G-CFP-ER4-40KM	100 GbE CFP optic (LC), ER4, for distances up to 40 km over SMF.

Interface Modules

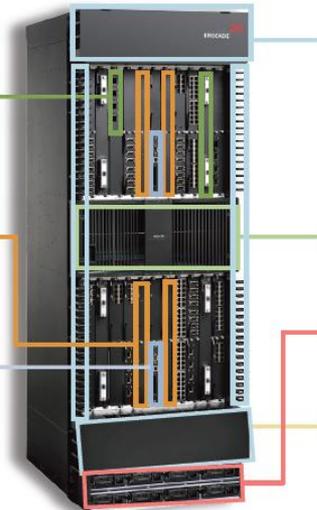
- Half-Slot Modules for Flexible Growth and Lower Sparing Cost
- 32 Half-Slot Modules
- 16 100 GbE Full-Slot Modules

Switch Fabrics

- N+1 Redundancy
- Eight Single-Stage Clos Switch Fabric Modules

Management Modules

- 1:1 Redundancy
- 4 GB SDRAM
- Same System Software for Entire NetIron Product Line



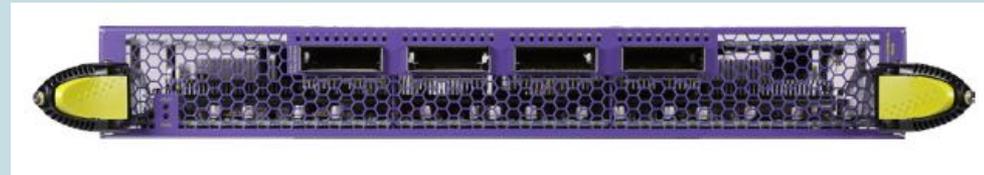
NOTA: esto es un ejemplo, y no pretende ser una lista completa de equipos y tarjetas 100GE

Extreme Networks Blackdiamond X8

Equipment



100G Transceivers

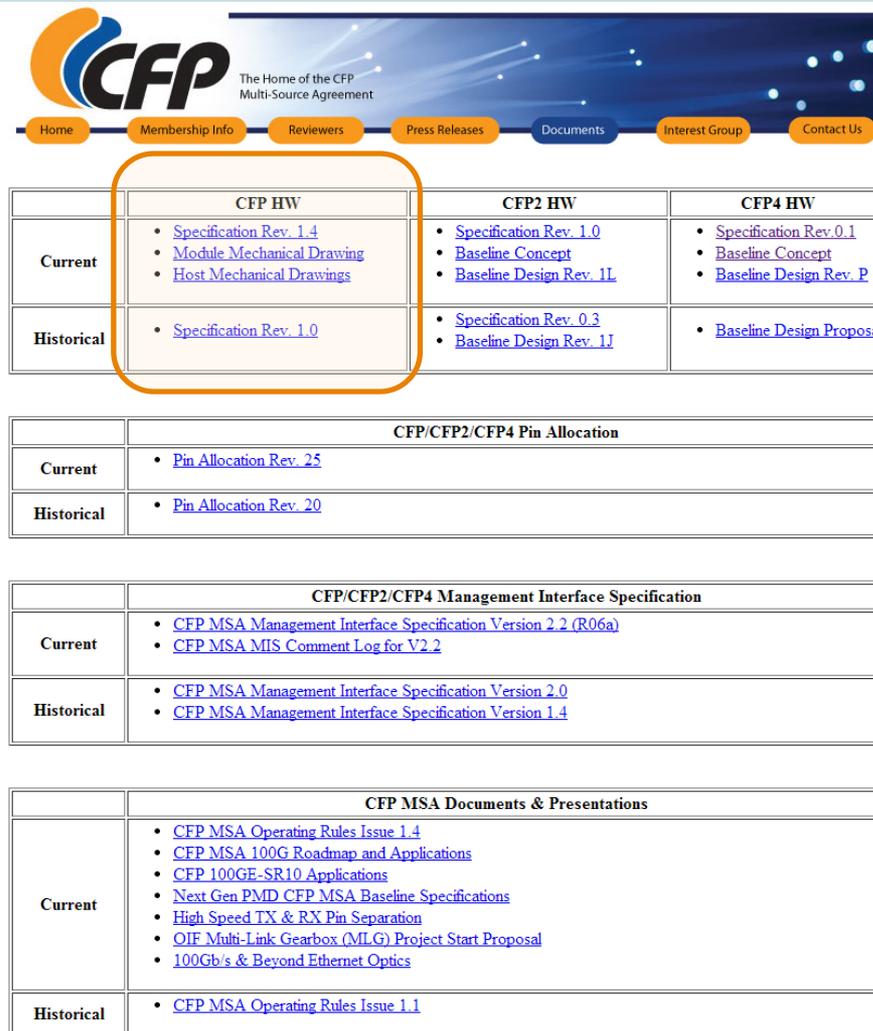


4-Port 100GbE Fiber Interface Module

- 8 Interface Modules maximum
- Maximum 32 100GbE or 320 10GbE wire-speed ports per system
- Supports 100GbE CFP2 with SR/LR optics and cables
- Suited for high-bandwidth core applications

NOTA: esto es un ejemplo, y no pretende ser una lista completa de equipos y tarjetas 100GE

Diferentes factores de forma, pero la disponibilidad...



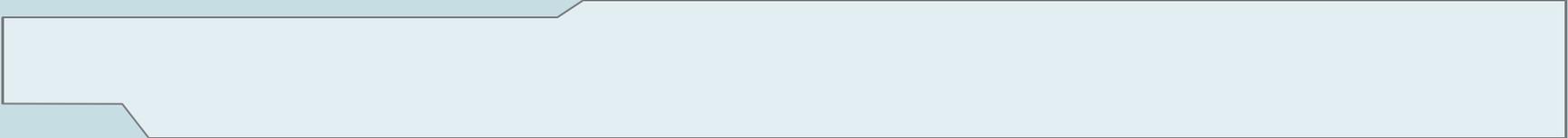
The screenshot shows the CFP MSA website. The navigation menu includes: Home, Membership Info, Reviewers, Press Releases, Documents, Interest Group, and Contact Us. The main content area displays a table of documents, with the 'CFP HW' column highlighted by an orange box. Below this are three more tables: 'CFP/CFP2/CFP4 Pin Allocation', 'CFP/CFP2/CFP4 Management Interface Specification', and 'CFP MSA Documents & Presentations'.

	CFP HW	CFP2 HW	CFP4 HW
Current	<ul style="list-style-type: none"> Specification Rev. 1.4 Module Mechanical Drawing Host Mechanical Drawings 	<ul style="list-style-type: none"> Specification Rev. 1.0 Baseline Concept Baseline Design Rev. 1L 	<ul style="list-style-type: none"> Specification Rev.0.1 Baseline Concept Baseline Design Rev. P
Historical	<ul style="list-style-type: none"> Specification Rev. 1.0 	<ul style="list-style-type: none"> Specification Rev. 0.3 Baseline Design Rev. 1J 	<ul style="list-style-type: none"> Baseline Design Proposal

CFP/CFP2/CFP4 Pin Allocation	
Current	<ul style="list-style-type: none"> Pin Allocation Rev. 25
Historical	<ul style="list-style-type: none"> Pin Allocation Rev. 20

CFP/CFP2/CFP4 Management Interface Specification	
Current	<ul style="list-style-type: none"> CFP MSA Management Interface Specification Version 2.2 (R06a) CFP MSA MIS Comment Log for V2.2
Historical	<ul style="list-style-type: none"> CFP MSA Management Interface Specification Version 2.0 CFP MSA Management Interface Specification Version 1.4

CFP MSA Documents & Presentations	
Current	<ul style="list-style-type: none"> CFP MSA Operating Rules Issue 1.4 CFP MSA 100G Roadmap and Applications CFP 100GE-SR10 Applications Next Gen PMD CFP MSA Baseline Specifications High Speed TX & RX Pin Separation OJF Multi-Link Gearbox (MLG) Project Start Proposal 100Gb/s & Beyond Ethernet Optics
Historical	<ul style="list-style-type: none"> CFP MSA Operating Rules Issue 1.1



Estamos a tu disposición

Contacto:

Issac Alegre

+34 609444251

issac.alegre@cubeoptics.com

www.cubeoptics.com