

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

# G.698.1

(06/2005)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,  
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Características de los medios de transmisión –  
Características de los componentes y los subsistemas  
ópticos

---

**Aplicaciones de multiplexación por división en  
longitud de onda densa con interfaces ópticas  
monocanal**

Recomendación UIT-T G.698.1

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G  
**SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES**

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATELITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.600–G.699
Generalidades	G.600–G.609
Cables de pares simétricos	G.610–G.619
Cables terrestres de pares coaxiales	G.620–G.629
Cables submarinos	G.630–G.649
Cables de fibra óptica	G.650–G.659
<b>Características de los componentes y los subsistemas ópticos</b>	<b>G.660–G.699</b>
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000–G.7999
ASPECTOS RELATIVOS AL PROTOCOLO ETHERNET SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

*Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.*

## **Recomendación UIT-T G.698.1**

### **Aplicaciones de multiplexación por división en longitud de onda densa con interfaces ópticas monocanal**

#### **Resumen**

Esta Recomendación proporciona valores de parámetros ópticos para interfaces de capa física de sistemas de multiplexación por división en longitud de onda densa (DWDM) destinados a aplicaciones en áreas metropolitanas. Las aplicaciones se definen utilizando parámetros de interfaz óptica en los puntos de conexión monocanal entre los transmisores ópticos y el multiplexador óptico así como entre los receptores ópticos y el demultiplexador óptico en el sistema DWDM. En esta Recomendación se utiliza una metodología que fija conjuntamente la atenuación máxima del multiplexor/demultiplexor y de la fibra y, por consiguiente, no especifica explícitamente la longitud máxima del enlace por fibra. Esta versión de la Recomendación incluye aplicaciones unidireccionales de DWDM a 2,5 y 10 Gbit/s con separación de frecuencia entre los canales de 100 GHz.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T G.698.1 fue aprobada el 29 de junio de 2005 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

## PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

## NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2006

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias .....	1
2.1 Referencias normativas .....	1
2.2 Referencias informativas .....	2
3 Términos y definiciones .....	2
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos .....	3
5 Clasificación de interfaces ópticas.....	3
5.1 Aplicaciones .....	3
5.2 Puntos de referencia .....	4
5.3 Nomenclatura .....	5
5.4 Interfaces monocanal en los puntos de referencia $S_S$ y $R_S$ .....	6
6 Compatibilidad transversal .....	7
7 Definiciones de los parámetros.....	8
7.1 Información general.....	9
7.2 Interfaz en el punto $S_S$ .....	9
7.3 Parámetros del trayecto óptico (un solo tramo) del punto $S_S$ al $R_S$ .....	11
7.4 Interfaz en el punto $R_S$ .....	13
8 Valor de los parámetros .....	15
9 Consideraciones sobre la seguridad óptica .....	21



## Recomendación UIT-T G.698.1

### Aplicaciones de multiplexación por división en longitud de onda densa con interfaces ópticas monocanal

#### 1 Alcance

El objetivo de la presente Recomendación es proporcionar especificaciones de interfaces ópticas para realizar sistemas de multiplexación por división en longitud de onda densa (DWDM, *dense wavelength division multiplex*) con compatibilidad transversal destinados primordialmente a aplicaciones en áreas metropolitanas.

Esta Recomendación define y proporciona valores para parámetros de interfaces ópticas monocanal de aplicaciones DWDM físicas punto a punto (con distancia de transmisión entre 30 km y 80 km) en fibras ópticas monocanal mediante el uso del "enlace negro".

Aunque en la presente Recomendación no se definen aplicaciones que contienen amplificadores ópticos, se prevé introducirlas en una revisión futura.

Esta Recomendación describe sistemas DWDM con las siguientes características:

- Espaciamiento de frecuencia entre canales: 100 GHz y superiores (especificados en la Rec. UIT-T G.694.1).
- Velocidad binaria de canal de señalización: hasta 10 Gbit/s.

Las especificaciones están organizadas de acuerdo con los códigos de aplicación.

#### 2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

##### 2.1 Referencias normativas

- Recomendación UIT-T G.652 (2005), *Características de las fibras y cables ópticos monomodo*.
- Recomendación UIT-T G.653 (2003), *Características de los cables y fibras ópticas monomodo con dispersión desplazada*.
- Recomendación UIT-T G.655 (2003), *Características de fibras y cables ópticos monomodo con dispersión desplazada no nula*.
- Recomendación UIT-T G.664 (2003), *Procedimientos y requisitos de seguridad óptica para sistemas ópticos de transporte*.
- Recomendación UIT-T G.671 (2005), *Características de transmisión de los componentes y subsistemas ópticos*.
- Recomendación UIT-T G.691 (2003), *Interfaces ópticas para los sistemas monocanal STM-64 y otros sistemas de la jerarquía digital sincrona con amplificadores ópticos*.

- Recomendación UIT-T G.692 (1998), *Interfaces ópticas para sistemas multicanales con amplificadores ópticos*.
- Recomendación UIT-T G.694.1 (2002), *Planes espectrales para aplicaciones de multiplexación por división de longitud de onda: Plan de frecuencias con multiplexación por división de longitud de onda densa*.
- Recomendación UIT-T G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces para la red óptica de transporte*.
- Recomendación UIT-T G.957 (1999), *Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la jerarquía digital síncrona*.
- Recomendación UIT-T G.959.1 (2003), *Interfaces de capa física de red óptica de transporte*.
- CEI 60825-1 (2001), *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide*.
- CEI 60825-2 (2005), *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*.

## **2.2 Referencias informativas**

- Recomendaciones de la serie G del UIT-T – Suplemento 39 (2003), *Consideraciones sobre diseño e ingeniería de sistemas ópticos*.
- Recomendación UIT-T G.8251 (2001), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en la red óptica de transporte*.

## **3 Términos y definiciones**

En esta Recomendación se utilizan los términos siguientes definidos en la Rec. UIT-T G.671:

- multiplexación por división en longitud de onda densa (DWDM);
- pérdida de inserción de canal;
- reflectancia;
- rizado;
- espaciamiento de canal o separación entre canales;
- retardo de grupo diferencial;
- reflectancia.

En esta Recomendación se utiliza el término siguiente definido en la Rec. UIT-T G.694.1:

- plan de frecuencias.

En esta Recomendación se utiliza el término siguiente definido en la Rec. UIT-T G.709/Y.1331:

- OTUk completamente normalizada.

En esta Recomendación se utilizan los términos siguientes definidos en la Rec. UIT-T G.957:

- ingeniería conjunta;
- sensibilidad del receptor;
- compatibilidad transversal.

En esta Recomendación se utilizan los términos siguientes definidos en la Rec. UIT-T G.959.1:

- señal afluyente óptica;
- clase de señal afluyente óptica NRZ 2,5G;
- clase de señal afluyente óptica NRZ 10G.

## 4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

BER	Tasa de errores en los bits ( <i>bit error ratio</i> )
DGD	Retardo diferencial de grupo ( <i>differential group delay</i> )
EX	Tasa de extinción ( <i>extinction ratio</i> )
FEC	Corrección de errores hacia adelante ( <i>forward error correction</i> )
ffs	Queda en estudio ( <i>for further study</i> )
NA	No aplicable ( <i>not applicable</i> )
NE	Elemento de red ( <i>network element</i> )
NRZ	Sin retorno a cero ( <i>non-return to zero</i> )
OA	Amplificador óptico ( <i>optical amplifier</i> )
OADM	Multiplexor óptico de adición-sustracción ( <i>optical add-drop multiplexer</i> )
OD	Demultiplexor óptico ( <i>optical demultiplexer</i> )
OM	Multiplexor óptico ( <i>optical multiplexer</i> )
ONE	Elemento óptico de red ( <i>optical network element</i> )
OTU <sub>k</sub>	Unidad k de transporte de canal óptico completamente normalizada ( <i>completely standardized optical channel transport unit - k</i> )
PMD	Dispersión por modo de polarización ( <i>polarization mode dispersion</i> )
RP <sub>R</sub>	Punto de referencia de enlace en la entrada compuesta del elemento de red DWDM ( <i>link reference point at the DWDM network element aggregate input</i> )
RP <sub>S</sub>	Punto de referencia de enlace en la salida compuesta del elemento de red DWDM ( <i>link reference point at the DWDM network element aggregate output</i> )
RS	Punto de referencia monocanal en la salida afluyente del elemento de red DWDM ( <i>single channel reference point at the DWDM network element tributary output</i> )
SS	Punto de referencia monocanal en la entrada afluyente del elemento de red DWDM ( <i>single channel reference point at the DWDM network element tributary input</i> )
WDM	Multiplexación por división en longitud de onda ( <i>wavelength division multiplexing</i> )

## 5 Clasificación de interfaces ópticas

### 5.1 Aplicaciones

Esta Recomendación proporciona los parámetros y valores de capa física para interfaces monocanal de sistemas ópticos multicanal DWDM en aplicaciones físicas punto a punto. Estos sistemas DWDM con interfaces monocanal están diseñados principalmente para ser usados por una variedad de clientes, servicios y protocolos en redes de áreas metropolitanas.

El método de especificación utilizado en esta Recomendación es el llamado "enlace negro", lo que significa que se especifican parámetros de interfaz óptica solamente para señales afluentes ópticas (monocanal). Se proporcionan otras especificaciones para los parámetros del enlace negro, tales como atenuación máxima, dispersión cromática, rizado y dispersión por modo de polarización. Este enfoque hace posible la compatibilidad transversal en el punto monocanal utilizando una configuración de multiplexación en longitud de onda directa, pero no permite la compatibilidad

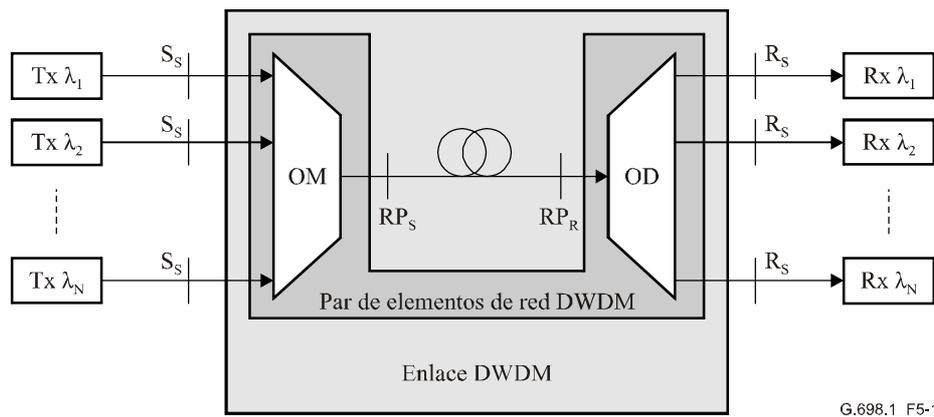
transversal en los puntos multicanal. En este método el OM y el OD se tratan como un solo conjunto de dispositivos ópticos.

En la presente Recomendación sólo se consideran aquellas aplicaciones DWDM en las que el enlace negro no contiene amplificadores ópticos.

## 5.2 Puntos de referencia

### 5.2.1 Aplicaciones unidireccionales

La figura 5-1 muestra un conjunto de puntos de referencia, para el método "enlace negro", para conexión monocanal ( $S_S$  y  $R_S$ ) entre transmisores ( $T_x$ , *transmitters*) y receptores ( $R_x$ , *receivers*). El elemento de red DWDM incluye aquí un OM o un OD, que se utiliza como un par con el elemento opuesto.



**Figura 5-1/G.698.1 – Método "enlace negro"**

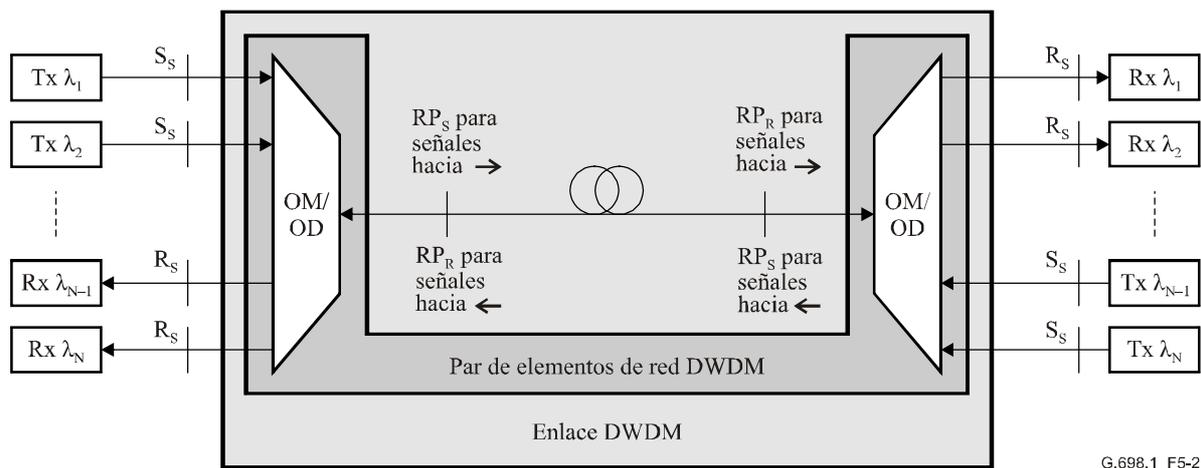
Este modelo de referencia no incluye amplificadores ópticos en el sistema DWDM. Los puntos de referencia de la figura 5-1 se definen del modo siguiente:

- $S_S$  es un punto de referencia monocanal en la entrada afluyente del elemento de red DWDM;
- $R_S$  es un punto de referencia monocanal en la salida afluyente del elemento de red DWDM;
- $RP_S$  es un punto de referencia de enlace en la salida compuesta del elemento de red DWDM;
- $RP_R$  es un punto de referencia de enlace en la entrada compuesta del elemento de red DWDM.

Obsérvese que los puntos  $RP_S$  y  $RP_R$  se definen solamente con objeto de proporcionar información del enlace por fibra y no para proporcionar las características de la señal en esos puntos.

### 5.2.2 Aplicaciones bidireccionales

Aunque esta Recomendación no contiene aplicaciones bidireccionales, cabe esperar que se añadirán en una futura revisión. En la figura 5-2 se muestra un conjunto de puntos de referencia del método "enlace negro" bidireccional monofibra para conexión monocanal ( $S_S$  y  $R_S$ ) entre transmisores ( $T_x$ ) y receptores ( $R_x$ ). En este caso, el elemento de red DWDM incluye un OM/OD que se utiliza como un par con el elemento opuesto.



**Figura 5-2/G.698.1 – Método "enlace negro" para aplicaciones bidireccionales**

Los puntos de referencia de la figura 5-2 se definen en 5.2.1.

### 5.3 Nomenclatura

El código de la aplicación identifica la red, la implementación y las características arquitecturales de una aplicación.

La notación del código de la aplicación se construye como sigue:

$$DScWx-ytz(v)$$

donde,

**D** es el indicador de las aplicaciones DWDM.

**S** indica las opciones de la desviación espectral máxima, de modo que:

- **N** indica desviación espectral restringida;
- **W** indica desviación espectral amplia.

**c** es el espaciamiento de canal en GHz:

**W** es una letra que indica la distancia del tramo, de modo que:

- **S** indica tramo corto;
- **L** indica tramo largo.

**x** es el número máximo de tramos que se permiten dentro del código de la aplicación.

**y** indica la clase más alta de señal afluyente óptica soportada:

- **1** indica NRZ 2,5G;
- **2** indica NRZ 10G.

**t** es una letra que indica la configuración soportada por el código de aplicación.

En la presente versión de la Recomendación, el único valor que se emplea es:

- **D** significa que el "enlace negro" no contiene amplificadores ópticos.

**z** indica el tipo de fibra, como sigue:

- **2** indica fibra G.652;
- **3** indica fibra G.653;
- **5** indica fibra G.655.

v indica la gama operativa de longitudes de onda en bandas espectrales (véanse las Recomendaciones de la serie G del UIT-T – Suplemento 39):

v	Descriptor	Longitud de onda nominal (nm)
S	Longitud de onda corta	1460 a 1530
C	Convencional	1530 a 1565
L	Longitud de onda larga	1565 a 1625

Si se utiliza más de una banda espectral, v pasa a ser las letras de la banda separadas por "+", por ejemplo, para una aplicación que requiera la utilización de las bandas C y L, v sería "C+L".

NOTA – Las gamas de longitud de onda nominal se indican a efectos de clasificación y no de especificación. La longitud de onda real mínima y máxima para cada aplicación se debería calcular a partir de las frecuencias de canal máxima y mínima para esa aplicación.

Un sistema bidireccional se indica mediante la adición de la letra **B** al principio del código de aplicación. Para los códigos de aplicación DWDM será el siguiente:

B-DScW<sub>x</sub>-ytz(v)

Para algunos códigos de aplicación, se añade un sufijo al final del código. El único sufijo que se ha definido hasta la fecha es:

- **F** para indicar que para transmitir esta aplicación se necesitan bytes FEC como se especifica en la Rec. UIT-T G.709/Y.1331.

#### 5.4 Interfaces monocanal en los puntos de referencia S<sub>s</sub> y R<sub>s</sub>

Las interfaces monocanal descritas en 5.4.1 tienen por objeto permitir la compatibilidad transversal en las interfaces monocanal en cualquier extremo del enlace DWDM (OM, fibra y OD), como se muestra en las figuras 5-1 y 5-2.

En la cláusula 6 figuran otros requisitos relacionados con la compatibilidad transversal.

El cuadro 5-1 resume los códigos de aplicación monocanal, estructurados de acuerdo con la nomenclatura de 5.3.

**Cuadro 5-1/G.698.1 – Clasificación de aplicaciones**

<b>Aplicación</b>	<b>Corto alcance (S)</b>	<b>Largo alcance (L)</b>
Tipo de fibra	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655
Clase de señal afluente óptica NRZ 2,5G	DN100S1-1D2(C), DW100S1-1D2(C), DN100S1-1D3(L), DW100S1-1D3(L), DN100S1-1D5(C), DW100S1-1D5(C)	DN100L1-1D2(C), DW100L1-1D2(C), DN100L1-1D3(L), DW100L1-1D3(L), DN100L1-1D5(C), DW100L1-1D5(C)
OTU1 con FEC habilitada	DN100S1-1D2(C)F, DW100S1-1D2(C)F, DN100S1-1D3(L)F, DW100S1-1D3(L)F, DN100S1-1D5(C)F, DW100S1-1D5(C)F	DN100L1-1D2(C)F, DW100L1-1D2(C)F, DN100L1-1D3(L)F, DW100L1-1D3(L)F, DN100L1-1D5(C)F, DW100L1-1D5(C)F
Clase de señal afluente óptica NRZ 10G	DN100S1-2D2(C), DW100S1-2D2(C), DN100S1-2D3(L), DW100S1-2D3(L), DN100S1-2D5(C), DW100S1-2D5(C)	DN100L1-2D2(C), DW100L1-2D2(C), DN100L1-2D3(L), DW100L1-2D3(L), DN100L1-2D5(C), DW100L1-2D5(C)
OTU2 con FEC habilitada	DN100S1-2D2(C)F, DW100S1-2D2(C)F, DN100S1-2D3(L)F, DW100S1-2D3(L)F, DN100S1-2D5(C)F, DW100S1-2D5(C)F	DN100L1-2D2(C)F, DW100L1-2D2(C)F, DN100L1-2D3(L)F, DW100L1-2D3(L)F, DN100L1-2D5(C)F, DW100L1-2D5(C)F

#### **5.4.1 Sistemas multicanal no amplificados con interfaces monocanal**

En esta Recomendación, los sistemas multicanal no amplificados con interfaces monocanal se especifican en los cuadros 8-1 a 8-4.

#### **5.4.2 Sistemas multicanal amplificados con interfaces monocanal**

En esta Recomendación no se especifican los sistemas multicanal amplificados con interfaces monocanal.

### **6 Compatibilidad transversal**

Esta Recomendación especifica los parámetros que permiten la compatibilidad transversal (es decir, de múltiples fabricantes) en los puntos de referencia monocanal  $S_S$  y  $R_S$  de los NE DWDM con "enlace negro".

Los puntos de referencia monocanal  $S_S$  y  $R_S$  están previstos para hacer compatibles transversalmente múltiples interfaces afluentes de los elementos de red DWDM. En este caso, múltiples transmisores ( $T_x \lambda_i$ ) y receptores ( $R_x \lambda_i$ ) de señales afluentes pueden proceder de diferentes fabricantes. Se señala que los NE DWDM (OM y OD) para el "enlace negro" son de un solo fabricante y se consideran como un solo conjunto de dispositivos ópticos.

La compatibilidad transversal (de múltiples fabricantes) se habilita para todos los puntos de referencia monocanal  $S_S$  y  $R_S$  del "enlace negro" de los NE DWDM que tengan exactamente el mismo código de aplicación.

La coexistencia de interfaces de afluentes con códigos de aplicación diferentes en el mismo enlace negro es una cuestión de ingeniería conjunta. Hay que prestar una atención particular a los parámetros críticos que deben ser coherentes, por ejemplo, la potencia de salida en el punto  $S_S$  y la potencia de entrada en el punto  $R_S$ , la velocidad binaria/codificación de línea de  $S_S$ , la velocidad binaria/codificación de línea de  $R_S$ , etc.

En cuanto al elemento del código de aplicación, que hace referencia a la desviación espectral máxima (indicador **S** en el código de aplicación; véase 5.3), la discordancia entre el indicador del transmisor y el del enlace causará la incompatibilidad cuando el transmisor tenga un código que contiene **W** (desviación espectral amplia) y el enlace contiene **N** (desviación espectral restringida). El resto de las combinaciones son compatibles transversalmente.

## 7 Definiciones de los parámetros

Los parámetros del cuadro 7-1 se definen en los puntos de interfaz y las definiciones figuran en las cláusulas que siguen.

**Cuadro 7-1/G.698.1 – Parámetros y valores de capa física para aplicaciones DWDM que utilizan el "enlace negro"**

Parámetro	Unidades	Definido en
<b>Información general</b>		
Separación mínima entre canales	GHz	7.1.1
Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluentes ópticas	–	7.1.2
Tasa máxima de errores en los bits	–	7.1.3
Tipo de fibra	–	7.1.4
<b>Interfaz en el punto <math>S_S</math></b>		
Potencia media de salida de canal máxima	dBm	7.2.1
Potencia media de salida de canal mínima	dBm	7.2.1
Frecuencia central mínima	THz	7.2.2
Frecuencia central máxima	THz	7.2.2
Desviación espectral máxima	GHz	7.2.3
Relación de supresión en modo lateral mínima	dB	7.2.4
Tasa de extinción de canal mínima	dB	7.2.5
Plantilla del diagrama en ojo	–	7.2.6
<b>Trayecto óptico del punto <math>S_S</math> al <math>R_S</math></b>		
Pérdida de inserción de canal máxima	dB	7.3.1
Pérdida de inserción de canal mínima	dB	7.3.1
Rizado máximo	dB	7.3.2
Dispersión cromática máxima	ps/nm	7.3.3
Pérdida de retorno óptica mínima en $S_S$	dB	7.3.4
Reflectancia discreta máxima entre $S_S$ y $R_S$	dB	7.3.5
Retardo diferencial de grupo máximo	ps	7.3.6
Diafonía óptica máxima en $R_S$	dB	7.3.7
<b>Interfaz en el punto <math>R_S</math></b>		
Potencia de entrada media máxima	dBm	7.4.1
Sensibilidad del receptor	dBm	7.4.2
Penalización máxima del trayecto óptico	dB	7.4.3
Reflectancia máxima del receptor	dB	7.4.4

## **7.1 Información general**

### **7.1.1 Separación mínima entre canales**

Es la diferencia de frecuencia nominal mínima entre dos canales adyacentes. Las posibles tolerancias de frecuencias reales se consideran en 7.2.3.

### **7.1.2 Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluente ópticas**

La clase de señal afluente óptica NRZ 2,5G se aplica a señales digitales continuas con codificación de línea sin retorno a cero de 622 Mbit/s nominales a 2,67 Gbit/s nominales. La clase de señal afluente óptica NRZ 10G se aplica a señales digitales continuas con codificación de línea sin retorno a cero de 2,4 Gbit/s nominales a 10,71 Gbit/s nominales.

### **7.1.3 Tasa de errores en los bits máxima**

Los parámetros se especifican con relación a un objetivo de diseño de sección óptica de una tasa de errores en los bits (BER, *bit error ratio*), que no sea más desfavorable que el valor especificado por el código de aplicación. Este valor se aplica a cada canal óptico en el caso extremo de condiciones de atenuación y dispersión del trayecto óptico en cada aplicación. En el caso de códigos de aplicación que requieran la transmisión de bytes FEC (es decir, que tienen un código con el sufijo F), se requiere satisfacer la BER solamente después de la corrección (si se utiliza ésta). Para los demás códigos de aplicación se requiere satisfacer la BER sin utilizar la FEC.

### **7.1.4 Tipo de fibra**

Los tipos de fibra óptica monomodo se eligen entre los definidos en las Recs. UIT-T G.652, G.653, y G.655.

## **7.2 Interfaz en el punto S<sub>s</sub>**

### **7.2.1 Potencia media de salida de canal máxima y mínima**

La potencia media de cada canal óptico inyectada en el punto de referencia S<sub>s</sub> es la potencia media de una secuencia de datos pseudoaleatoria acoplada al enlace DWDM. Se indica como una gama (máxima y mínima) para optimizar los costos en cierta medida y cubrir márgenes de explotación en condiciones de funcionamiento, degradaciones de los conectores, tolerancias de medición y efectos de envejecimiento normales.

### **7.2.2 Frecuencia central mínima y máxima**

La frecuencia central es la frecuencia monocanal nominal a la que es modulada la información codificada digitalmente del canal óptico considerado, utilizando el código de línea NRZ.

Las frecuencias centrales de todos los canales dentro de una aplicación se basan en el plan de frecuencias para la separación mínima entre canales de la aplicación indicado en la Rec. UIT-T G.694.1.

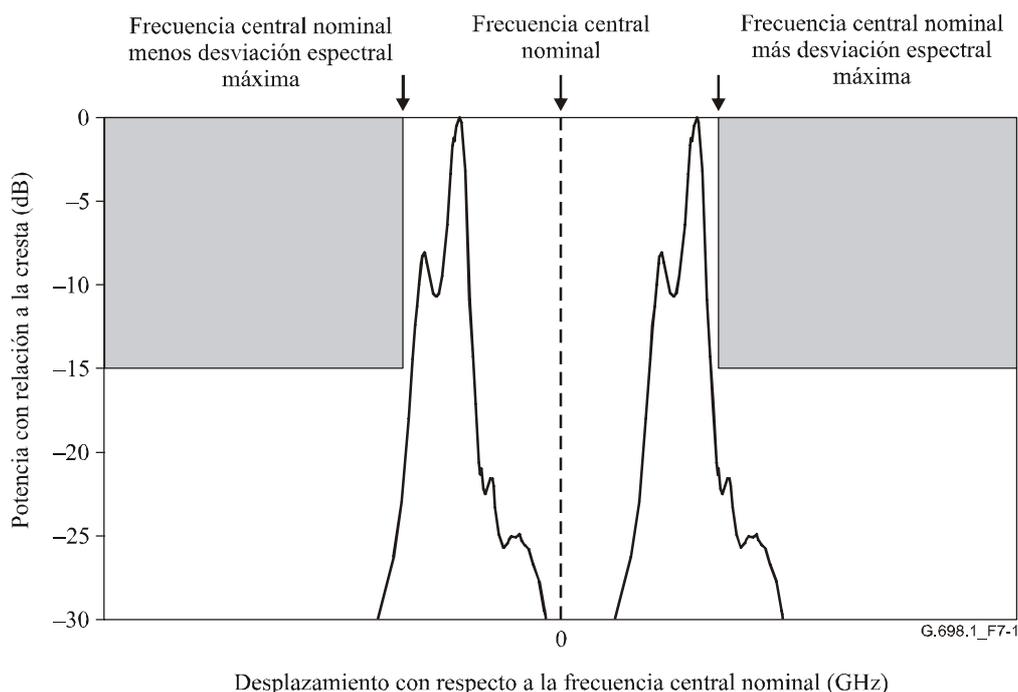
Si bien las frecuencias centrales específicas utilizadas dentro de cada aplicación no se indican en esta Recomendación, las frecuencias centrales nominales de todos los canales dentro de una aplicación deberán ser superiores o iguales a la frecuencia central mínima, e inferiores o iguales a la frecuencia central máxima.

Hay que señalar que el valor de "c" (velocidad de la luz en el vacío) que debe ser utilizado para la conversión entre frecuencia y longitud de onda es  $2,99792458 \times 10^8$  m/s.

### **7.2.3 Desviación espectral máxima**

Es la diferencia admisible máxima entre la frecuencia central nominal del canal y los puntos -15 dB del espectro del transmisor que más se aparta de la frecuencia central nominal medida en el punto S<sub>s</sub>. Véase la figura 7-1.

NOTA – La medida de los puntos –15 dB del espectro del transmisor deberá llevarse a cabo con una anchura de banda de resolución nominal de 0,01 nm.



**Figura 7-1/G.698.1 – Ilustración de desviación espectral máxima**

Este parámetro también define la gama de frecuencias en la cual se ha de cumplir la pérdida de inserción de canal y las especificaciones de rizado.

#### **7.2.4 Relación de supresión en modo lateral mínima**

La relación de supresión en modo lateral mínima es el valor mínimo de la relación entre la mayor cresta del espectro total del transmisor y la segunda cresta mayor. La resolución espectral de la medición será mejor que la anchura espectral máxima de la cresta, que se define en la Rec. UIT-T G.691. La segunda cresta mayor puede estar próxima a la cresta principal o muy alejada de ella.

NOTA – En esta definición las crestas espectrales que están separadas de la cresta mayor por la frecuencia de reloj no se consideran modos laterales.

#### **7.2.5 Relación de extinción de canal mínima**

La relación de extinción (EX) viene dada por:

$$EX = 10\log_{10}(A/B)$$

En la anterior definición de EX, A es el nivel de potencia óptica media en el centro del "1" lógico y B es el nivel de potencia óptica media en el centro del "0" lógico. El convenio adoptado para los niveles lógicos ópticos es:

- emisión de luz para el "1" lógico;
- ausencia de emisión para el "0" lógico.

#### **7.2.6 Plantilla del diagrama en ojo**

La definición y límites de este parámetro figuran en la Rec. UIT-T G.959.1.

### 7.3 Parámetros del trayecto óptico (un solo tramo) del punto S<sub>S</sub> al R<sub>S</sub>

#### 7.3.1 Pérdida de inserción del canal mínima y máxima

La pérdida de inserción del canal se define en la Rec. UIT-T G.671. Para cualquier canal óptico, la pérdida de inserción del canal es la disminución mínima (o máxima) de la potencia óptica entre los puertos de entrada y de salida del enlace negro para ese canal en la gama de la frecuencia central del canal  $\pm$  la desviación espectral máxima.

Se considera que las especificaciones de pérdida de inserción son valores del caso más desfavorable, que incluyen las pérdidas debidas a los pares OM/OD, empalmes, conectores, atenuadores ópticos (en su caso) u otros dispositivos ópticos pasivos y el margen de cable adicional para cubrir las tolerancias para:

- 1) futuras modificaciones de la configuración del cable (empalmes adicionales, mayores longitudes de cable, etc.);
- 2) variaciones de la calidad del funcionamiento del cable de fibra debido a factores ambientales; y
- 3) degradación de los conectores, atenuadores ópticos u otros dispositivos ópticos pasivos entre los puntos S<sub>S</sub> y R<sub>S</sub>, en su caso.

#### 7.3.2 Rizado máximo

El rizado (de un dispositivo DWDM) se define en la Rec. UIT-T G.671. En esta Recomendación, se aplica a todo el enlace negro desde el punto de referencia S<sub>S</sub> hasta el correspondiente R<sub>S</sub>. Para cualquier canal óptico, el rizado es la diferencia cresta a cresta de pérdida de inserción entre los puertos de entrada y de salida del enlace negro para el canal en la gama de la frecuencia central del canal  $\pm$  la desviación espectral máxima. Véase la figura 7-2.

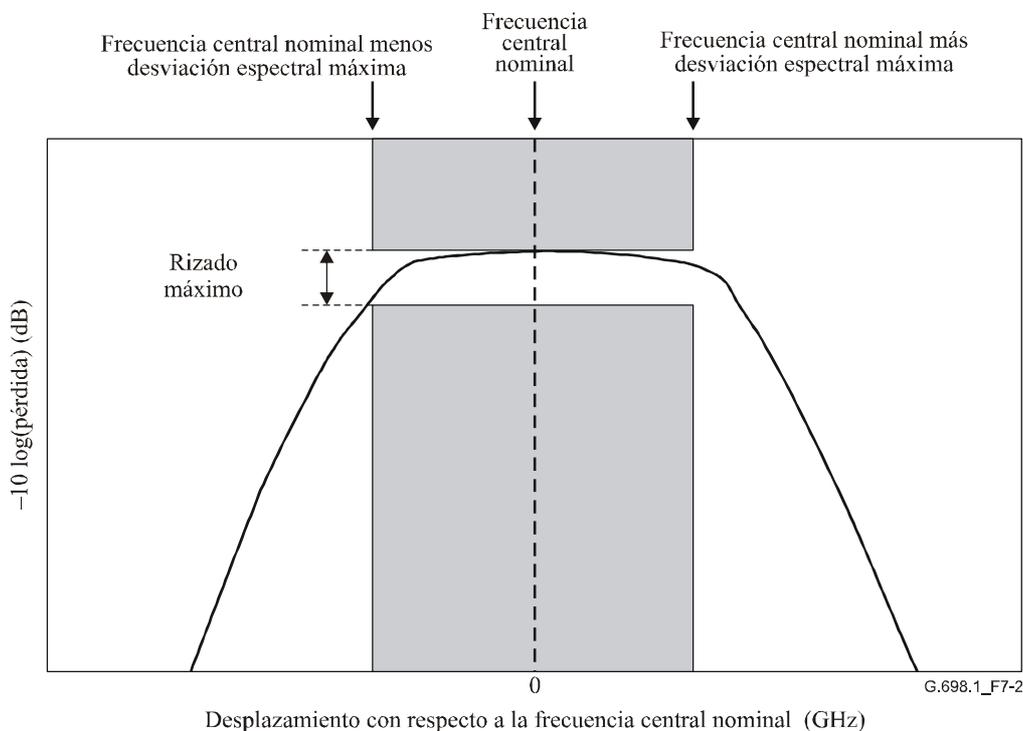


Figura 7-2/G.698.1 – Ilustración del máximo rizado

### 7.3.3 Máxima dispersión cromática

Este parámetro define el valor máximo de la dispersión cromática del trayecto óptico que el sistema será capaz de admitir, que se considera un valor de dispersión del caso más desfavorable. El criterio del caso más desfavorable en este parámetro tiene por objeto dar ciertos márgenes en un parámetro sensible, así como permitir extender las distancias de transmisión para enlaces de fibra de baja pérdida.

Los valores de la dispersión cromática máxima que figuran en los cuadros 8-1 a 8-4 se obtuvieron a partir de una estimación para la longitud del enlace máxima soportada por cada código de aplicación calculado a partir de la pérdida de inserción máxima del canal (con un margen para la pérdida de un par OM/OD que se le resta) dividida por 0,21 dB/km. Cuando los valores de dispersión obtenidos con este método se consideraron mayores que los factibles para transmisores ópticos rentables, los valores de dispersión se redujeron de acuerdo con la capacidad tecnológica actual, de modo que estas aplicaciones pueden verse limitadas por los efectos de la dispersión mientras que las otras se verán limitadas por los efectos de la pérdida.

La penalización del trayecto óptico permitida incluye todos los aspectos deterministas debidos a la dispersión cromática así como la penalización debida al retardo diferencial de grupo máximo.

### 7.3.4 Pérdida de retorno óptica mínima en $S_S$

Las reflexiones son causadas por discontinuidades del índice de refracción a lo largo del trayecto óptico. Si no se controlan, pueden degradar la calidad de funcionamiento del sistema por su efecto perturbador en el funcionamiento de la fuente óptica o por múltiples reflexiones que producen ruido interferométrico en el receptor. Las reflexiones en el trayecto óptico se controlan especificando:

- la pérdida de retorno óptica mínima de la planta de cable en el punto de referencia de origen ( $S_S$ ), incluidos los eventuales conectores; y
- la reflectancia discreta máxima entre el punto de referencia de origen ( $S_S$ ) y el punto de referencia de recepción ( $R_S$ ).

La reflectancia representa la reflexión en cualquier punto reflector discreto, mientras que la pérdida de retorno óptica es la relación entre la potencia óptica incidente y la potencia óptica total devuelta en toda la fibra, incluidas las reflexiones discretas y la retrodispersión distribuida, tal como la dispersión de Rayleigh.

En el apéndice I/G.957 se describen los métodos de medición de las reflexiones. Para medir la reflectancia y las pérdidas de retorno, se supone que los puntos  $S_S$  y  $R_S$  coinciden con la cara externa de cada enchufe de conector. Se reconoce que esto no incluye la característica de reflexión real de los respectivos conectores en el sistema operacional. Se supone que estas reflexiones tienen el valor nominal de la reflexión para el tipo específico de conectores utilizado.

### 7.3.5 Reflectancia discreta máxima entre $S_S$ y $R_S$

La reflectancia óptica se define como la relación entre la potencia óptica reflejada existente en un punto y la potencia óptica incidente en dicho punto. El control de las reflexiones se trata detalladamente en la Rec. UIT-T G.957. El número máximo de conectores u otros puntos de reflexión discreta que pueden estar incluidos en el trayecto óptico (por ejemplo, en los repartidores o componentes WDM) debe ser tal que permita obtener la atenuación de retorno óptica total especificada. Si no puede hacerse utilizando conectores que satisfagan las reflexiones discretas máximas citadas en los cuadros de la cláusula 8, deben emplearse conectores que tengan mejor característica de reflexión. Como otra posibilidad, debe reducirse el número de conectores. También puede ser necesario limitar el número de conectores o utilizar conectores con característica de reflectancia mejorada a fin de evitar degradaciones inaceptables producidas por múltiples reflexiones.

En los cuadros de la cláusula 8, el valor de reflectancia discreta máxima entre puntos de referencia de origen y puntos de referencia de recepción está destinado a reducir al mínimo los efectos de múltiples reflexiones (por ejemplo, el ruido interferométrico). El valor de reflectancia máxima del receptor se elige de manera que se obtengan penalizaciones aceptables producidas por múltiples reflexiones con todas las configuraciones posibles de sistema que incluyan múltiples conectores, etc. Los sistemas que emplean menos conectores o conectores de rendimiento superior producen menos reflexiones múltiples y por consiguiente son capaces de tolerar receptores con una reflectancia superior.

### 7.3.6 Retardo diferencial de grupo máximo

El retardo diferencial de grupo (DGD, *differential group delay*) es la diferencia de tiempo entre las fracciones de un impulso transmitidos en los dos estados de polarización principales de una señal óptica. Para distancias superiores a varios kilómetros, y suponiendo acoplamiento de modo de polarización (fuerte) aleatoria, el DGD en una fibra puede modelarse estadísticamente de manera que tenga una distribución de Maxwell.

En esta Recomendación, el máximo retardo diferencial de grupo es por definición el valor de DGD que el sistema debe tolerar con una degradación de sensibilidad máxima de 1 dB.

Debido a la naturaleza estadística de la dispersión por modo de polarización (PMD, *polarization mode dispersion*), la relación entre el DGD máximo y el DGD medio sólo puede definirse probabilísticamente. La probabilidad de que el DGD instantáneo supere cualquier valor dado puede deducirse de sus estadísticas de Maxwell. Por tanto, si conocemos el DGD máximo que el sistema puede tolerar, podemos obtener el DGD medio equivalente dividiendo por la relación máximo/medio que corresponde a una probabilidad aceptable. El cuadro 7-2 da algunos ejemplos de relaciones.

**Cuadro 7-2/G.698.1 – Medias y probabilidades de DGD**

Relación máximo/medio	Probabilidad de superar el máximo
3,0	$4,2 \times 10^{-5}$
3,5	$7,7 \times 10^{-7}$
4,0	$7,4 \times 10^{-9}$

### 7.3.7 Diafonía óptica máxima

Este parámetro impone un requisito al aislamiento de un enlace conforme al criterio de "enlace negro" en el sentido de que, en condiciones de funcionamiento del caso más desfavorable, la diafonía óptica en cualquier punto de referencia  $R_S$  ha de ser inferior al valor de diafonía óptica máxima.

De manera específica, el aislamiento del enlace deberá ser superior al valor requerido para asegurar que, cuando cualquier canal esté funcionando a la potencia de salida media mínima en el punto  $S_S$  y todos los demás estén a la potencia de salida media máxima, la diafonía óptica en el punto  $R_S$  correspondiente sea menor que el valor de diafonía óptica máxima.

## 7.4 Interfaz en el punto $R_S$

### 7.4.1 Potencia media de entrada máxima

Es el valor máximo aceptable de la potencia media recibida en el punto  $R_S$  para obtener la BER máxima especificada del código de aplicación.

### 7.4.2 Sensibilidad del receptor

La sensibilidad del receptor se define como el mínimo valor de la potencia media recibida en el punto  $R_S$  para obtener una BER de  $10^{-12}$ . Esto se debe cumplir con un transmisor con los valores más desfavorables de la plantilla del diagrama en ojo del transmisor, la tasa de extinción, la pérdida de retorno óptica en el punto  $S_S$ , las degradaciones del conector del receptor y las tolerancias de medición. La sensibilidad del receptor no tiene que satisfacerse en presencia de dispersión, reflexiones en el trayecto óptico o diafonía óptica; estos efectos se especifican aparte en la asignación de la penalización máxima del trayecto óptico.

NOTA – La sensibilidad del receptor no tiene que satisfacerse en presencia de fluctuación de fase del transmisor que rebase el límite apropiado de generación de fluctuación de fase (por ejemplo, véase la Rec. UIT-T G.8251 para señales afluentes ópticas OTN).

Los efectos de envejecimiento no se especifican por separado porque normalmente es un asunto que ha de tratarse entre el suministrador de la red y el fabricante del equipo.

### 7.4.3 Penalización máxima del trayecto óptico

La penalización del trayecto es la reducción aparente de sensibilidad del receptor debida a la distorsión de la forma de onda de la señal durante su transmisión por el trayecto. Se manifiesta como un desplazamiento de las curvas BER del sistema hacia niveles de potencia de entrada superiores. Esto corresponde a una penalización del trayecto positiva. Pueden existir penalizaciones del trayecto negativas en algunas circunstancias, pero deben ser pequeñas. (Una penalización del trayecto negativa indica que un diagrama en ojo del transmisor casi perfecto ha sido mejorado parcialmente por las distorsiones dependientes del trayecto.) Teóricamente las curvas BER sólo deben experimentar una traslación, pero no son infrecuentes las variaciones de forma, lo que puede indicar la aparición de valores mínimos de BER. Como la penalización del trayecto es un cambio en la sensibilidad del receptor, se mide a un nivel BER de  $10^{-12}$ .

Para las aplicaciones definidas en esta Recomendación, las penalizaciones en el trayecto están limitadas a un máximo de 1,5 dB para NRZ 2,5G en el caso de sistemas de corto alcance y 2,5 dB en todos los demás casos. Estos límites son superiores a los de otras Recomendaciones debido a la penalización adicional causada por la diafonía óptica.

En el futuro, se podrán introducir sistemas que empleen técnicas de acomodación de la dispersión basadas en la distorsión previa de la señal en el transmisor. En este caso, la penalización en el trayecto en el sentido anterior sólo puede ser definida entre puntos con señales no distorsionadas. Esos puntos, sin embargo, no coinciden con las interfaces del trayecto principal y por ello pueden incluso no ser accesibles. La definición de penalización en el trayecto en este caso requiere estudio ulterior.

El valor medio de las penalizaciones de dispersión aleatoria debidas a la PMD se incluyen en la penalización permitida del trayecto. A este respecto, se requiere que la combinación transmisor/receptor tolere un DGD real de 0,3 periodos de bit con una degradación de sensibilidad máxima de 1 dB (con 50% de potencia óptica en cada estado principal de polarización). En un receptor bien diseñado, esto corresponde a una penalización de 0,1-0,2 dB para un DGD de 0,1 periodo de bit. El DGD real que puede encontrarse en funcionamiento es una propiedad de la fibra/cable aleatoriamente variable y no puede especificarse en esta Recomendación. Este tema se trata más detenidamente en el apéndice I/G.691.

Hay que señalar que una reducción de la relación señal/ruido debida a la amplificación óptica (si se incluyese en una próxima revisión de esta Recomendación) no se considera penalización del trayecto.

En las aplicaciones que utilizan el "enlace negro", la penalización en el trayecto incluye la penalización por diafonía.

#### 7.4.4 Reflectancia del receptor máxima

Las reflexiones del receptor que vuelven al enlace DWDM son especificadas por la máxima reflectancia admisible del receptor medida en el punto de referencia en  $R_s$ . La reflectancia óptica se define en la Rec. UIT-T G.671.

### 8 Valor de los parámetros

Los parámetros y valores de la capa física se indican en los cuadros 8-1 a 8-4.

**Cuadro 8-1/G.698.1 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones de corta distancia con una separación de 100 GHz, de la clase NRZ 2,5G**

Parámetro	Unidades	DN100S1-ID2(C) DN100S1-ID3(L) DN100S1-ID5(C)			DW100S1-ID2(C) DW100S1-ID3(L) DW100S1-ID5(C)			DN100S1-ID2(C)F DN100S1-ID3(L)F DN100S1-ID5(C)F			DW100S1-ID2(C)F DW100S1-ID3(L)F DW100S1-ID5(C)F		
<b>Información general</b>													
Separación mínima entre canales	GHz	100						100					
Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluentes ópticas	–	NRZ 2,5G						NRZ OTU1					
Tasa de errores en los bits máxima	–	$10^{-12}$						$10^{-12}$ (nota)					
Tipo de fibra	–	G.652, G.653, G.655						G.652, G.653, G.655					
<b>Interfaz en el punto <math>S_s</math></b>													
Potencia media de salida de canal máxima	dBm	+4						+4					
Potencia media de salida de canal mínima	dBm	0						0					
Frecuencia central mínima	THz	191,5 para (C) 186,0 para (L)						191,5 para (C) 186,0 para (L)					
Frecuencia central máxima	THz	196,2 para (C) 191,5 para (L)						196,2 para (C) 191,5 para (L)					
Desviación espectral máxima	GHz	±12,5			±20			±12,5			±20		
Relación de supresión en modo lateral mínima	dB	30						30					
Relación de extinción de canal mínima	dB	8,2						8,2					
Plantilla del diagrama en ojo	–	NRZ 2,5G según G.959.1						NRZ 2,5G según G.959.1					
<b>Trayecto óptico del punto <math>S_s</math> al <math>R_s</math></b>													
Pérdida de inserción de canal máxima	dB	16,5						19,5					
Pérdida de inserción de canal mínima	dB	4						4					
Rizado máximo	dB	2						2					
Dispersión cromática máxima	ps/nm	950						1200					

**Cuadro 8-1/G.698.1 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones de corta distancia con una separación de 100 GHz, de la clase NRZ 2,5G**

Parámetro	Unidades	DN100S1-1D2(C)	DW100S1-1D2(C)	DN100S1-1D2(C)F	DW100S1-1D2(C)F
		DN100S1-1D3(L)	DW100S1-1D3(L)	DN100S1-1D3(L)F	DW100S1-1D3(L)F
		DN100S1-1D5(C)	DW100S1-1D5(C)	DN100S1-1D5(C)F	DW100S1-1D5(C)F
Pérdida de retorno óptica mínima en S <sub>s</sub>	dB	24		24	
Reflectancia máxima discreta entre S <sub>s</sub> y R <sub>s</sub>	dB	-27		-27	
Retardo diferencial de grupo máximo	ps	120		120	
Diafonía óptica máxima	dB	-15		-15	
<b>Interfaz en el punto R<sub>s</sub></b>					
Potencia media de entrada de canal máxima	dBm	0		0	
Sensibilidad del receptor mínima	dBm	-18		-21	
Penalización máxima del trayecto óptico	dB	1,5		1,5	
Reflectancia de receptor máxima	dB	-27		-27	
NOTA – Para estos códigos de aplicación se requiere satisfacer la BER solamente tras la aplicación de la corrección de error (cuando se utiliza ésta). Por tanto, la BER en la entrada del decodificador FEC puede ser muy superior a 10 <sup>-12</sup> .					

**Cuadro 8-2/G.698.1 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones de larga distancia con una separación de 100 GHz, de la clase NRZ 2,5G**

Parámetro	Unidades	DN100L1-1D2(C)	DW100L1-1D2(C)	DN100L1-1D2(C)F	DW100L1-1D2(C)F
		DN100L1-1D3(L)	DW100L1-1D3(L)	DN100L1-1D3(L)F	DW100L1-1D3(L)F
		DN100L1-1D5(C)	DW100L1-1D5(C)	DN100L1-1D5(C)F	DW100L1-1D5(C)F
<b>Información general</b>					
Separación mínima entre canales	GHz	100		100	
Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluentes ópticas	–	NRZ 2,5G		NRZ OTU1	
Tasa de errores en los bits máxima	–	10 <sup>-12</sup>		10 <sup>-12</sup> (nota 1)	
Tipo de fibra	–	G.652, G.653, G.655		G.652, G.653, G.655	

**Cuadro 8-2/G.698.1 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones de larga distancia con una separación de 100 GHz, de la clase NRZ 2,5G**

Parámetro	Unidades	DN100L1-1D2(C)	DW100L1-1D2(C)	DN100L1-1D2(C)F	DW100L1-1D2(C)F
		DN100L1-1D3(L)	DW100L1-1D3(L)	DN100L1-1D3(L)F	DW100L1-1D3(L)F
		DN100L1-1D5(C)	DW100L1-1D5(C)	DN100L1-1D5(C)F	DW100L1-1D5(C)F
<b>Interfaz en el punto S<sub>s</sub></b>					
Potencia media de salida de canal máxima	dBm	+4		+4	
Potencia media de salida de canal mínima	dBm	0		0	
Frecuencia central mínima	THz	191,5 para (C) 186,0 para (L)		191,5 para (C) 186,0 para (L)	
Frecuencia central máxima	THz	196,2 para (C) 191,5 para (L)		196,2 para (C) 191,5 para (L)	
Desviación espectral máxima	GHz	±12,5	±20	±12,5	±20
Relación de supresión mínima en modo lateral	dB	30		30	
Relación de extinción de canal mínima	dB	8,2		8,2	
Plantilla del diagrama en ojo	–	NRZ 2,5G según G.959.1		NRZ 2,5G según G.959.1	
<b>Trayecto óptico del punto S<sub>s</sub> al R<sub>s</sub></b>					
Pérdida de inserción de canal máxima	dB	25,5		28,5	
Pérdida de inserción de canal mínima	dB	13		13	
Rizado máximo	dB	2		2	
Dispersión cromática máxima	ps/nm	1400 (nota 2)		1600	
Pérdida de retorno óptica mínima en el S <sub>s</sub>	dB	24		24	
Reflectancia discreta máxima entre S <sub>s</sub> y R <sub>s</sub>	dB	–27		–27	
Retardo diferencial de grupo máximo	ps	120		120	
Diafonía óptica máxima	dB	–16		–16	
<b>Interfaz en el punto R<sub>s</sub></b>					
Potencia media de entrada de canal máxima	dBm	–9		–9	
Sensibilidad del receptor mínima	dBm	–28		–31	

**Cuadro 8-2/G.698.1 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones de larga distancia con una separación de 100 GHz, de la clase NRZ 2,5G**

Parámetro	Unidades	DN100L1-1D2(C) DN100L1-1D3(L) DN100L1-1D5(C)	DW100L1-1D2(C) DW100L1-1D3(L) DW100L1-1D5(C)	DN100L1-1D2(C)F DN100L1-1D3(L)F DN100L1-1D5(C)F	DW100L1-1D2(C)F DW100L1-1D3(L)F DW100L1-1D5(C)F
		Penalización máxima del trayecto óptico	dB	2,5	
Reflectancia de receptor máxima	dB	-27		-27	
<p>NOTA 1 – Para estos códigos de aplicación se requiere satisfacer la BER solamente tras la aplicación de la corrección de error (cuando se utiliza ésta). Por tanto, la BER en la entrada del decodificador FEC puede ser muy superior a <math>10^{-12}</math>.</p> <p>NOTA 2 – En los casos en que la máxima velocidad binaria está limitada a 2,488 Gbit/s (STM-16), se aplica una dispersión cromática máxima de 1600 ps/nm.</p>					

**Cuadro 8-3/G.698.1 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones de corta distancia con una separación de 100 GHz, de la clase NRZ 10G**

Parámetro	Unidades	DN100S1-2D2(C) DN100S1-2D3(L) DN100S1-2D5(C)	DW100S1-2D2(C) DW100S1-2D3(L) DW100S1-2D5(C)	DN100S1-2D2(C)F DN100S1-2D3(L)F DN100S1-2D5(C)F	DW100S1-2D2(C)F DW100S1-2D3(L)F DW100S1-2D5(C)F
		<b>Información general</b>			
Separación mínima entre canales	GHz	100		100	
Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluentes ópticas	–	NRZ 10G		NRZ OTU2	
Tasa de errores en los bits máxima	–	$10^{-12}$		$10^{-12}$ (nota)	
Tipo de fibra	–	G.652, G.653, G.655		G.652, G.653, G.655	
<b>Interfaz en el punto S<sub>s</sub></b>					
Potencia media de salida de canal máxima	dBm	+3		+3	
Potencia media de salida de canal mínima	dBm	-1		-1	
Frecuencia central mínima	THz	191,5 para (C) 186,0 para (L)		191,5 para (C) 186,0 para (L)	
Frecuencia central máxima	THz	196,2 para (C) 191,5 para (L)		196,2 para (C) 191,5 para (L)	
Desviación espectral máxima	GHz	±12,5	±20	±12,5	±20

**Cuadro 8-3/G.698.1 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones de corta distancia con una separación de 100 GHz, de la clase NRZ 10G**

Parámetro	Unidades	DN100S1-2D2(C) DN100S1-2D3(L) DN100S1-2D5(C)	DW100S1-2D2(C) DW100S1-2D3(L) DW100S1-2D5(C)	DN100S1-2D2(C)F DN100S1-2D3(L)F DN100S1-2D5(C)F	DW100S1-2D2(C)F DW100S1-2D3(L)F DW100S1-2D5(C)F
Relación de supresión mínima en modo lateral	dB	30		30	
Relación de extinción de canal mínima	dB	8,2		8,2	
Plantilla del diagrama en ojo	–	NRZ 10G región de 1550 nm según G.959.1		NRZ 10G región de 1550 nm según G.959.1	
<b>Trayecto óptico del punto S<sub>s</sub> al R<sub>s</sub></b>					
Pérdida de inserción de canal máxima	dB	18,5		21,5	
Pérdida de inserción de canal mínima	dB	10		10	
Rizado máximo	dB	2		2	
Dispersión cromática máxima	ps/nm	1100		1400	
Pérdida de retorno óptica mínima en el S <sub>s</sub>	dB	24		24	
Reflectancia discreta máxima entre S <sub>s</sub> y R <sub>s</sub>	dB	–27		–27	
Retardo diferencial de grupo máximo	ps	30		30	
Diafonía óptica máxima	dB	–16		–16	
<b>Interfaz en el punto R<sub>s</sub></b>					
Potencia media de entrada máxima de canal	dBm	–7		–7	
Sensibilidad de receptor mínima	dBm	–22		–25	
Penalización máxima del trayecto óptico	dB	2,5		2,5	
Reflectancia del receptor máxima	dB	–27		–27	
NOTA – Para estos códigos de aplicación se requiere satisfacer la BER solamente tras la aplicación de la corrección de error (cuando se utiliza ésta), por tanto, la BER en la entrada del decodificador FEC puede ser muy superior a 10 <sup>-12</sup> .					

**Cuadro 8-4/G.698.1 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones de larga distancia con una separación de 100 GHz, de la clase NRZ 10G**

Parámetro	Unidades	DN100L1-2D2(C)	DW100L1-2D2(C)	DN100L1-2D3(L)	DW100L1-2D3(L)	DN100L1-2D5(C)	DW100L1-2D5(C)	DN100L1-2D2(C)F	DW100L1-2D2(C)F	DN100L1-2D3(L)F	DW100L1-2D3(L)F	DN100L1-2D5(C)F	DW100L1-2D5(C)F
<b>Información general</b>													
Separación mínima entre canales	GHz	100				100							
Velocidad binaria/codificación de línea de señales afluentes ópticas	–	NRZ 10G				NRZ OTU2							
Tasa de errores en los bits máxima	–	$10^{-12}$				$10^{-12}$ (nota)							
Tipo de fibra	–	G.652, G.653, G.655				G.652, G.653, G.655							
<b>Interfaz en el punto S<sub>s</sub></b>													
Potencia media de salida de canal máxima	dBm	+6				+6							
Potencia media de salida de canal mínima	dBm	+3				+3							
Frecuencia central mínima	THz	191,5 para (C) 186,0 para (L)				191,5 para (C) 186,0 para (L)							
Frecuencia central máxima	THz	196,2 para (C) 191,5 para (L)				196,2 para (C) 191,5 para (L)							
Desviación espectral máxima	GHz	±12,5   ±20				±12,5   ±20							
Relación de supresión mínima en modo lateral	dB	30				30							
Relación de extinción de canal mínima	dB	9				9							
Plantilla del diagrama en ojo	–	NRZ 10G región de 1550 nm según G.959.1				NRZ 10G región de 1550 nm según G.959.1							
<b>Trayecto óptico del punto S<sub>s</sub> al R<sub>s</sub></b>													
Pérdida de inserción de canal máxima	dB	24,5				27,5							
Pérdida de inserción de canal mínima	dB	13				13							
Rizado máximo	dB	2				2							
Dispersión cromática máxima	ps/nm	1600				1700							
Pérdida de retorno óptica mínima en el S <sub>s</sub>	dB	24				24							
Reflectancia discreta máxima entre S <sub>s</sub> y R <sub>s</sub>	dB	–27				–27							
Retardo diferencial de grupo máximo	ps	30				30							
Diafonía óptica máxima	dB	–16				–16							

**Cuadro 8-4/G.698.1 – Parámetros y valores de la capa física para aplicaciones de larga distancia con una separación de 100 GHz, de la clase NRZ 10G**

Parámetro	Unidades	DN100L1-2D2(C) DN100L1-2D3(L) DN100L1-2D5(C)	DW100L1-2D2(C) DW100L1-2D3(L) DW100L1-2D5(C)	DN100L1-2D2(C)F DN100L1-2D3(L)F DN100L1-2D5(C)F	DW100L1-2D2(C)F DW100L1-2D3(L)F DW100L1-2D5(C)F
<b>Interfaz en el punto R<sub>s</sub></b>					
Potencia media de entrada de canal máxima	dBm		-7		-7
Sensibilidad de receptor mínima	dBm		-24		-27
Penalización máxima del trayecto óptico	dB		2,5		2,5
Reflectancia de receptor máxima	dB		-27		-27
NOTA – Para estos códigos de aplicación se requiere satisfacer la BER solamente tras la aplicación de la corrección de error (cuando se utiliza ésta), por tanto, la BER en la entrada del decodificador FEC puede ser muy superior a 10 <sup>-12</sup> .					

## 9 Consideraciones sobre la seguridad óptica

Para las consideraciones sobre la seguridad óptica, véanse la Rec. UIT-T G.664 y las Normas CEI 60825-1 y CEI 60825-2.





## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
<b>Serie G</b>	<b>Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales</b>
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación