



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.982**

(11/96)

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

Sistemas de transmisión digital – Secciones digitales y  
sistemas digitales de línea – Sistemas de línea óptica  
para redes de acceso y redes locales

---

**Redes de acceso óptico para el soporte de  
servicios que funcionan con velocidades  
binarias de hasta la velocidad primaria de la  
red digital de servicios integrados (RDSI) o  
velocidades binarias equivalentes**

Recomendación UIT-T G.982

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

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

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
<b>SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS</b>	
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
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN</b>	
<b>SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL</b>	
EQUIPOS TERMINALES	G.700–G.799
Generalidades	G.700–G.709
Codificación de señales analógicas mediante modulación por impulsos codificados (MIC)	G.710–G.719
Codificación de señales analógicas mediante métodos diferentes de la MIC	G.720–G.729
Características principales de los equipos multiplex primarios	G.730–G.739
Características principales de los equipos multiplex de segundo orden	G.740–G.749
Características principales de los equipos multiplex de orden superior	G.750–G.759
Características principales de los transcodificadores y de los equipos de multiplicación de circuitos digitales	G.760–G.769
Características de operación, administración y mantenimiento de los equipos de transmisión	G.770–G.779
Características principales de los equipos multiplex de la jerarquía digital síncrona	G.780–G.789
Otros equipos terminales	G.790–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
Generalidades	G.800–G.809
Objetivos de diseño para las redes digitales	G.810–G.819
Objetivos de calidad y disponibilidad	G.820–G.829
Funciones y capacidades de la red	G.830–G.839
Características de las redes con jerarquía digital síncrona	G.840–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
Generalidades	G.900–G.909
Parámetros para sistemas en cables de fibra óptica	G.910–G.919
Secciones digitales a velocidades binarias jerárquicas basadas en una velocidad de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Sistemas digitales de transmisión en línea por cable a velocidades binarias no jerárquicas	G.930–G.939
Sistemas de línea digital proporcionados por soportes de transmisión MDF	G.940–G.949
Sistemas de línea digital	G.950–G.959
Sección digital y sistemas de transmisión digital para el acceso del cliente a la RDSI	G.960–G.969
Sistemas en cables submarinos de fibra óptica	G.970–G.979
<b>Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes locales</b>	<b>G.980–G.999</b>

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

## **RECOMENDACIÓN UIT-T G.982**

### **REDES DE ACCESO ÓPTICO PARA EL SOPORTE DE SERVICIOS QUE FUNCIONAN CON VELOCIDADES BINARIAS DE HASTA LA VELOCIDAD PRIMARIA DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI) O VELOCIDADES BINARIAS EQUIVALENTES**

#### **Resumen**

Esta Recomendación trata de las características de una red de acceso óptico OAN con capacidad de transporte de servicios interactivos por la red de distribución óptica (ODN) basada en la configuración punto a multipunto, utilizando componentes de ramificación óptica pasivos.

La Recomendación considera una OAN adaptada a los requisitos de servicio de abonados empresariales y residenciales con capacidades portadoras de 64 kbit/s a velocidades que van hasta la velocidad primaria RDSI, inclusive.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T G.982 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 15 (1993-1996) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 8 de noviembre de 1996.

## 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 Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), 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 N.º 1 de la CMNT.

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.

## 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 ha recibido/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 1997

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

### Página

1	Alcance .....	1
2	Referencias.....	1
3	Abreviaturas.....	2
4	Definiciones .....	3
5	Configuración de una OAN .....	4
5.1	Configuración de referencia.....	4
5.2	Arquitectura funcional .....	5
6	Tipo de fibra.....	6
7	Metodología de transmisión.....	6
8	Atribución de longitudes de onda .....	7
8.1	Gama de longitudes de onda para la región de 1310 nm .....	7
8.2	Gama de longitudes de onda para la región de 1550 nm .....	7
9	Especificación del sistema OAN .....	7
9.1	Capacidad de la OAN y clases de ONU.....	7
9.2	Limitación de alcance lógico .....	8
9.3	Especificación funcional de la ONU.....	8
9.3.1	Armadura del núcleo de la ONU .....	9
9.3.2	Armadura de servicio de la ONU .....	9
9.3.3	Armadura común de la ONU.....	9
9.4	Especificación funcional del OLT .....	10
9.4.1	Armadura del núcleo del OLT.....	10
9.4.2	Armadura de servicio del OLT .....	11
9.4.3	Armadura común del OLT.....	11
9.5	Funcionalidad de operación, administración y mantenimiento (OAM).....	11
10	Interfaces UNI y SNL.....	12
11	Requisitos funcionales de la ODN.....	12
11.1	Elementos ópticos pasivos .....	12
11.2	Modelo ODN .....	12
11.2.1	Cálculo de pérdidas en el modelo ODN .....	14
11.2.2	Técnica de cálculo de las pérdidas en el modelo ODN .....	16
11.3	Clases de pérdidas en el trayecto óptico .....	17
11.4	Reflectancia en las ODN.....	17

	<b>Página</b>
11.5	Dispersión cromática ..... 17
12	Retardo máximo de transferencia de la señal ..... 17
13	Condiciones ambientales ..... 18
14	Seguridad ..... 18
14.1	Protección y seguridad eléctricas..... 18
14.2	Protección y seguridad ópticas..... 18
Apéndice I – Amplificadores ópticos (OA) para las OAN ..... 18	
Apéndice II – Análisis de las posibles atribuciones de longitudes de onda para los servicios interactivos..... 19	
Apéndice III – Funcionalidad OAM..... 20	
III.1	Gestión de configuración ..... 20
III.2	Gestión de la calidad..... 20
III.3	Gestión de averías ..... 21
III.4	Gestión de seguridad..... 22
Apéndice IV – Técnicas de cálculo de las pérdidas ópticas..... 22	
IV.1	Enfoque estadístico gaussiano ..... 22
IV.2	Enfoque estadístico de Monte Carlo ..... 23

## Recomendación G.982

# REDES DE ACCESO ÓPTICO PARA EL SOPORTE DE SERVICIOS QUE FUNCIONAN CON VELOCIDADES BINARIAS DE HASTA LA VELOCIDAD PRIMARIA DE LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI) O VELOCIDADES BINARIAS EQUIVALENTES

(Ginebra, 1996)

## 1 Alcance

Esta Recomendación tiene por objeto describir las redes de acceso flexible que utilizan la tecnología de fibra óptica. Se trata de contemplar los servicios actuales y de establecer las bases para los requisitos de los servicios futuros.

Esta Recomendación describe las características de una red de acceso óptico (OAN, *optical access network*) con capacidad de transporte de servicios interactivos basada en las capacidades portadoras a 64 kbit/s entre la interfaz usuario-red y la interfaz red-red. La Recomendación considera una OAN para requisitos de servicio de usuarios empresariales y residenciales a velocidades que llegan hasta la velocidad primaria RDSI, inclusive, distribuidos por redes ópticas pasivas divididas. No se consideran en esta Recomendación los servicios distributivos (por ejemplo, la TV por cable) que se examinarán en esta Recomendación.

La OAN descrita en esta Recomendación debe permitir al operador de la red lograr una mejora flexible para adaptarse a los requisitos de los usuarios futuros, en particular en materia de red de distribución óptica (ODN, *optical distribution network*). La ODN considerada se basa en la opción punto a multipunto de árbol y rama.

Esta Recomendación se basa en el protocolo de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA, *time division multiple access*), aunque no se descartan otros protocolos. Se describen sistemas que utilizan una o dos fibras. Aunque se citan ejemplos, esta Recomendación pretende no dejar de lado ulteriores innovaciones.

En el ámbito de esta Recomendación no se excluye la utilización de amplificadores ópticos.

## 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.

- [1] Recomendación UIT-T G.652 (1993), *Características de un cable de fibra óptica monomodo.*
- [2] Recomendación UIT-T G.803 (1993), *Arquitecturas de redes de transporte basadas en la jerarquía digital síncrona.*

- [3] Recomendación UIT-T G.902 (1995), *Recomendación marco sobre redes de acceso funcional – Arquitectura y funciones, tipos de acceso, gestión y aspectos del nodo de servicio.*
- [4] Recomendación UIT-T G.955 (1996), *Sistemas de línea digital basados en las jerarquías de 1544 kbit/s y 2048 kbit/s en cables de fibra óptica.*
- [5] Recomendación UIT-T G.957 (1995), *Interfaces ópticas para equipos y sistemas basados en la jerarquía digital síncrona.*
- [6] Recomendación UIT-T G.964 (1994), *Interfaces V en la central local digital – Interfaz V5.1 (basada en 2048 kbit/s) para soportar la red de acceso.*
- [7] Recomendación UIT-T G.671 (1996), *Características de transmisión de los componentes ópticos pasivos.*
- [8] Recomendación UIT-T M.3010 (1996), *Principios para una red de gestión de las telecomunicaciones.*
- [9] Recomendación UIT-T G.653 (1997), *Características de los cables de fibra óptica monomodo con dispersión desplazada.*
- [10] Recomendación UIT-T G.662 (1995), *Características genéricas de los dispositivos y subsistemas amplificadores de fibra óptica.*

### 3 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AF	Función de adaptación ( <i>adaptation function</i> )
AU	Unidad de adaptación ( <i>adaptation unit</i> )
FTTB	Fibra al edificio ( <i>fibre-to-the-building</i> )
FTTC	Fibra a la acometida ( <i>fibre-to-the-curb</i> )
FTTH	Fibra a la vivienda ( <i>fibre-to-the-home</i> )
FTTO	Fibra a la central ( <i>fibre-to-the-office</i> )
MCS	Simulación de Monte Carlo ( <i>Monte Carlo simulation</i> )
OA	Amplificador óptico ( <i>optical amplifier</i> )
OAM	Operaciones, administración y mantenimiento ( <i>operation, administration and maintenance</i> )
OAN	Red de acceso óptico ( <i>optical access network</i> )
ODN	Red de distribución óptica ( <i>optical distribution network</i> )
OLT	Terminal de línea óptica ( <i>optical line terminal</i> )
ONU	Unidad de red óptica ( <i>optical network unit</i> )
OS	Sistema de operaciones ( <i>operation system</i> )
OTDR	Reflectómetro óptico en el ámbito temporal ( <i>optical time domain reflectometer</i> )
RDSI	Red digital de servicios integrados
SCM	Multiplexación de subportadora ( <i>sub-carrier multiplexing</i> )
SCMA	Acceso múltiple por subportadora ( <i>sub-carrier multiple access</i> )

SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SDM	Multiplexación por división espacial ( <i>space division multiplexing</i> )
SNI	Interfaz de nodo de servicio ( <i>service node interface</i> )
SPF	Función de puerto de servicio ( <i>service port function</i> )
TCM	Multiplexación por compresión temporal ( <i>time compression multiplexing</i> )
TDMA	Acceso múltiple por división en el tiempo ( <i>time division multiple access</i> )
TU	Unidad afluyente ( <i>tributary unit</i> )
UNI	Interfaz de red de usuario ( <i>user network interface</i> )
UPF	Función de puerto de usuario ( <i>user port function</i> )
WDM	Multiplexación por división de longitud de onda ( <i>wavelength division multiplexing</i> )

## 4 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

**4.1 enlace de acceso óptico pasivo:** Conjunto de medios de transmisión entre una interfaz de red (V) determinada y una única interfaz de usuario (T). El concepto de enlace de acceso óptico pasivo se utiliza para establecer una descripción funcional y de procedimiento y formular una definición de los requisitos de red. El lado de usuario y el lado de red del enlace de acceso no son idénticos y, por tanto, el enlace de acceso no es simétrico.

**4.2 unidad de adaptación (AU):** Una AU proporciona funciones de adaptación entre la unidad de red óptica (ONU) y el lado de usuario.

**4.3 funcionamiento dúplex:** Comunicación bidireccional que utiliza una longitud de onda diferente para cada sentido de transmisión en una fibra óptica.

**4.4 funcionamiento dúplex:** Comunicación bidireccional que utiliza la misma longitud de onda para ambos sentidos de transmisión en una fibra óptica.

**4.5 distancia diferencial de fibra:** Diferencia entre las distancias desde el terminal de línea óptica (OLT) a la unidad de red óptica (ONU) más próxima y más alejada.

**4.6 alcance lógico:** Longitud máxima que puede lograrse para un sistema particular de transmisión con independencia del presupuesto óptico.

**4.7 retardo de transferencia medio de la señal:** Promedio de los valores en sentido ascendente y descendente entre los puntos de referencia "V" y "T"; se determina un valor preciso midiendo el retardo de ida y vuelta y dividiendo por dos.

**4.8 red de acceso óptico (OAN):** Conjunto de enlaces de acceso que comparten las mismas interfaces de lado de red que tienen soporte en los sistemas de transmisión óptica de acceso. La OAN puede incluir una serie de ODN conectadas al mismo OLT.

**4.9 red de distribución óptica (ODN):** Es una ODN que proporciona los medios de transmisión óptica entre el OLT y los usuarios, y viceversa. Utiliza componentes ópticos pasivos.

**4.10 terminal de línea óptica (OLT):** Establece la interfaz de lado de red de la OAN, y se conecta a una o más ODN.

**4.11 unidad de red óptica (ONU):** Establece (directamente o a distancia) la interfaz de lado de usuario de la OAN y se conecta a la ODN.

**4.12 función de puerto de servicio:** La función de puerto de servicio (SPF) adapta los requisitos definidos para una SNI específica al tratamiento de portadores comunes y selecciona la información pertinente para su tratamiento por la función de gestión del sistema de AN.

**4.13 multiplexación por división espacial:** Multiplexación bidireccional que utiliza fibras distintas para las señales hacia adelante y hacia atrás.

**4.14 multiplexación de subportadora:** Multiplexación de diversas frecuencias eléctricas en una sola fibra con una sola longitud de onda a fin de establecer una frecuencia determinada para cada trayecto multipunto a punto.

**4.15 acceso múltiple por subportadora:** Técnica de transmisión consistente en la multiplexación de diversas frecuencias en la misma carga útil portadora.

**4.16 funcionamiento símplex:** Comunicación que utiliza una fibra distinta para cada sentido de transmisión.

**4.17 multiplexación por compresión temporal:** Multiplexación bidireccional que utiliza intervalos de tiempo distintos para las señales hacia adelante y hacia atrás.

**4.18 multiplexación por división en el tiempo; multiplexación temporal:** Multiplexación de la información en gamas temporales fijas.

**4.19 acceso múltiple por división en el tiempo:** Técnica de transmisión que supone la multiplexación de diversos intervalos de tiempo en la misma carga útil temporal.

**4.20 multiplexación por división en longitud de onda:** Multiplexación bidireccional que utiliza longitudes de onda ópticas diferentes para las señales hacia adelante y hacia atrás.

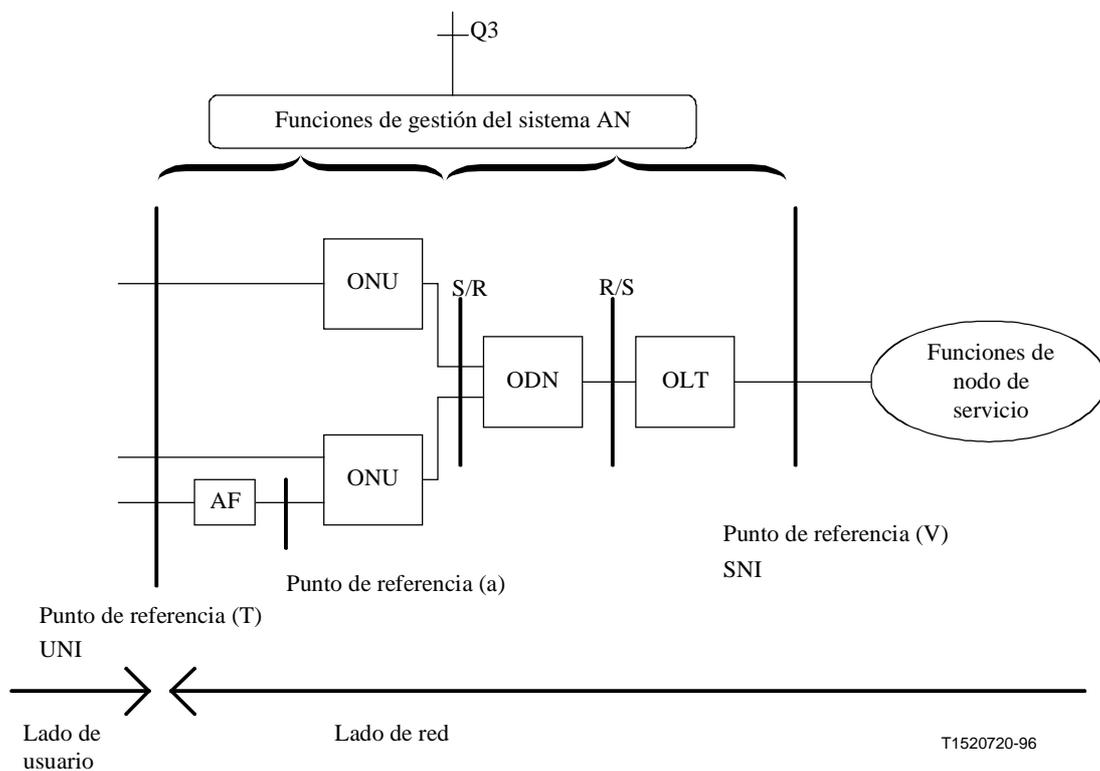
**4.21 unidad afluyente:** Contiene una o más funciones de puerto de servicio.

**4.22 función de puerto de usuario:** La función de puerto de usuario (UPF) adapta los requisitos de la UNI específicos a las funciones de núcleo y de gestión. La AN puede soportar una serie de accesos e interfaces usuario-red distintos que requieren funciones específicas, según la especificación de la interfaz pertinente y los requisitos de capacidad de portadora de acceso, es decir, portadoras para la transferencia de información y protocolos.

## **5 Configuración de una OAN**

### **5.1 Configuración de referencia**

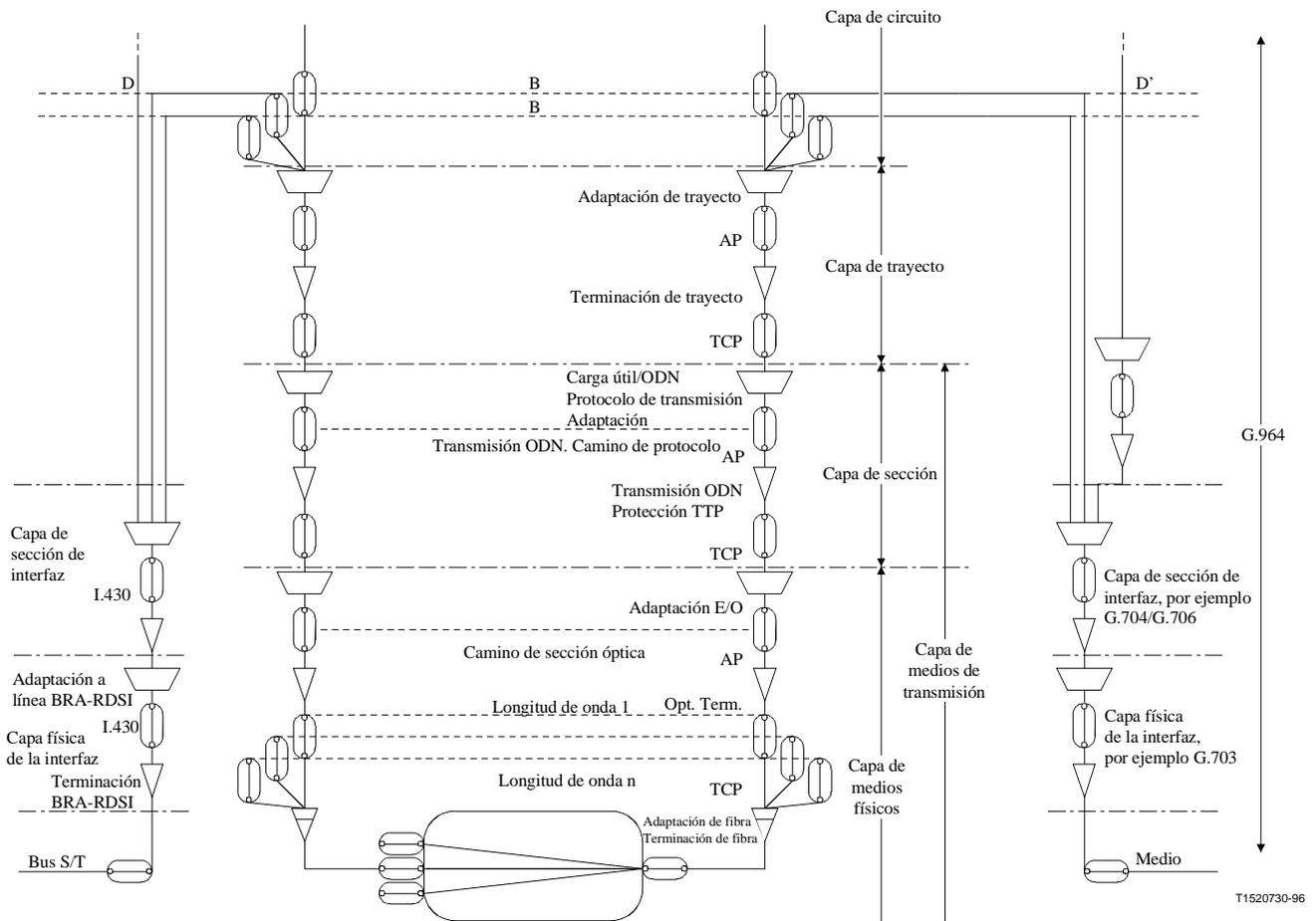
La figura 1 muestra la funcionalidad de una OAN, es independiente del servicio y la aplicación e incluye una interfaz de referencia Q3. Las aplicaciones posibles de una OAN son: fibra a la acometida (FTTC, *fibre-to-the-curb*), fibra a la central (FTTO, *fibre-to-the-office*), fibra al edificio (FTTB, *fibre-to-the-building*) y fibra a la vivienda (FTTH, *fibre-to-the-home*).



**Figura 1/G.982 – Ejemplo de configuración de referencia para una OAN**

## 5.2 Arquitectura funcional

La figura 2 muestra un ejemplo de la arquitectura funcional de la OAN, conforme a los principios de la Recomendación G.803. El ejemplo procede de la Recomendación G.902 y se refiere a los requisitos funcionales de una interfaz de nodo de servicio orientada al modo circuito en 64 kbit/s (interfaz V5.1) definida en la Recomendación G.964 para el caso de jerarquía de 2 Mbit/s y red óptica pasiva.



**Figura 2/G.982 – Ejemplo de configuración de la arquitectura de una red de acceso óptico (basada en la Recomendación G.902)**

## 6 Tipo de fibra

Debe utilizarse fibra monomodo conforme a la Recomendación G.652.

## 7 Metodología de transmisión

El método de transmisión permitirá que la conexión del OLT con la ONU sea una ODN punto a multipunto y una ODN punto a punto. Los sistemas punto a punto específicos utilizados no entran en el ámbito de esta Recomendación.

El método de acceso múltiple puede basarse en un método de transmisión TDMA. No se excluyen otros métodos de transmisión tales como el de acceso múltiple por subportadora (SCMA, *sub-carrier multiple access*). El esquema de transmisión bidireccional puede basarse en uno de los siguientes:

- Multiplexación por división espacial (SDM, *space division multiplexing*) (2 fibras, simplex)  
La gama de longitudes de onda de funcionamiento estará en la región de 1310 nm.
- Multiplexación por compresión temporal (TCM, *time compression multiplexing*) (1 fibra, semidúplex)  
La gama de longitudes de onda de funcionamiento estará en la región de 1310 nm.
- Multiplexación por división de longitud de onda (WDM, *wavelength division multiplexing*) (1 fibra, dúplex)

La gama de longitudes de onda de funcionamiento para el sentido ascendente (ONU a OLT) estará en la región de 1310 nm.

La gama de longitudes de onda de funcionamiento para el sentido descendente (OLT a ONU) estará en la región de 1310 nm o en la región de 1550 nm.

- Multiplexación por subportadora (SCM, *sub-carrier multiplexing*) (1 fibra)

La gama de longitudes de onda de funcionamiento estará en las regiones de 1310 nm o de 1550 nm.

NOTA – La utilización de la región de 1550 nm para los servicios futuros quedan en estudio.

## 8 Atribución de longitudes de onda

Las longitudes de onda de funcionamiento utilizadas en la ODN estarán en la ventana de 1310 nm (2ª) y de 1550 nm (3ª). El apéndice II ofrece un estudio de las diversas posibilidades de atribución de longitudes de onda en el caso de servicios interactivos.

NOTA – Puede efectuarse la transmisión de señales de prueba y comprobación en otras longitudes de onda, aunque se considera que éstas no entran en el ámbito de la presente Recomendación.

### 8.1 Gama de longitudes de onda para la región de 1310 nm

La gama de longitudes de onda de funcionamiento para la región de 1310 nm estará comprendida entre 1260 y 1360 nm.

NOTA – Si se utilizan OA puede considerarse una gama más estrecha de longitudes de onda.

### 8.2 Gama de longitudes de onda para la región de 1550 nm

La gama de longitudes de onda de funcionamiento para la región de 1550 nm estará comprendida entre 1480 y 1580 nm.

NOTA – Si se utilizan OA, puede considerarse una gama de longitudes de onda más estrecha.

## 9 Especificación del sistema OAN

### 9.1 Capacidad de la OAN y clases de ONU

El cuadro 1 describe las capacidades de la OAN y las clases de ONU recomendadas.

**Cuadro 1/G.982 – Capacidad de la OAN y clases de ONU**

Parámetro	Tipo 1 (por ejemplo, SDM y WDM)	Tipo 2 (por ejemplo, TCM)
Capacidad de la OAN	Al menos cuatro interfaces ODN con una capacidad total de 800B como mínimo. Cada interfaz de 200B.	Al menos cuatro interfaces ODN con una capacidad total de 800B como mínimo. Cada interfaz de ODN al menos 100B.
Clases de ONU (nota)	Clase 1: al menos 2B Clase 2: al menos 32B Clase 3: al menos 64B	Clase 1: al menos 2B Clase 2: al menos 32B Clase 3: al menos 64B

## Cuadro 1/G.982 – Capacidad de la OAN y clases de ONU (*fin*)

NOTA – Pueden aplicarse tres tipos de ONU conforme a las topologías de red. Por ejemplo, puede aplicarse la ONU de clase 1, de clase 2 y de clase 3 para las FTTH, FTTC y FTTO/FTTB. Las clases de ONU se definen por el caudal máximo necesario en el lado del abonado de la ONU. Este caudal se define en términos de los canales B utilizables (siendo B un canal portador de 64 kbit/s). Los canales de control y señalización no suelen incluirse, excepto si van con los canales portadores (por ejemplo, RDSI-PRA).

### 9.2 Limitación de alcance lógico

El alcance lógico superior a 20 km no entra en el ámbito de esta Recomendación.

Los valores de alcance lógico recomendados se distinguen por los tipos de sistema y las relaciones de división, y se muestran en el cuadro 2.

### Cuadro 2/G.982 – Limitaciones de alcance lógico recomendadas

Distancia	Tipo 1 de sistema de OAN	Tipo 2 de sistema de OAN
20 km	Deberá soportarse una relación de división al menos de 16 vías	Deberá soportarse una relación de división al menos de 8 vías
10 km	Deberá soportarse una relación de división al menos de 32 vías	Deberá soportarse una relación de división al menos de 16 vías

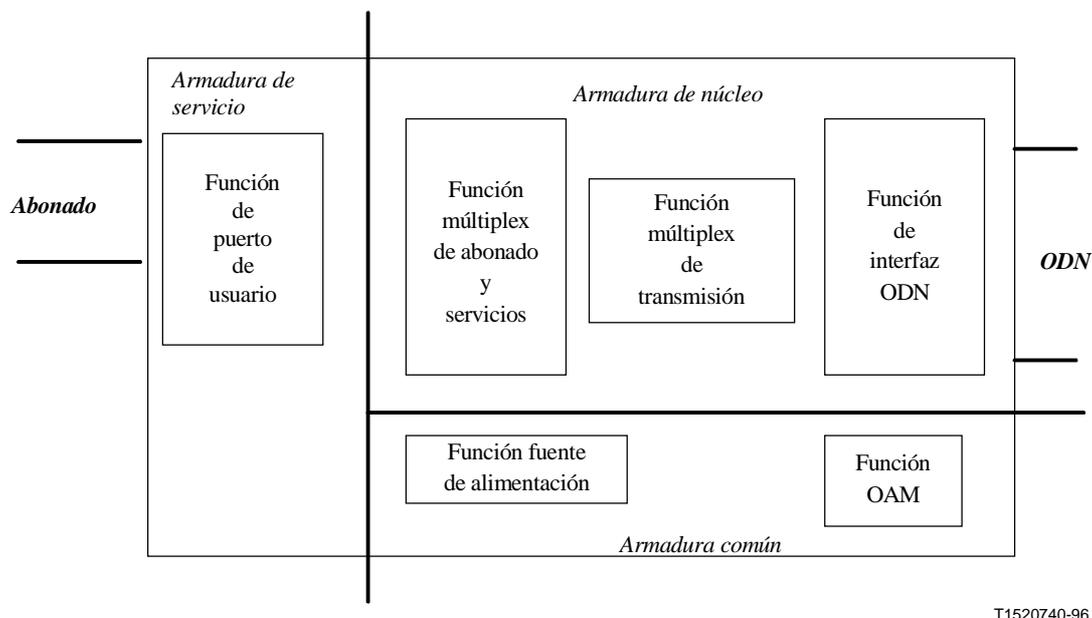
Todas las distancias del cuadro 2 son kilómetros de fibra.

Para el diseño del sistema puede ser necesario conocer las diferencias entre las distancias diferenciales de fibra. Ello no limita futuras innovaciones pero puede aportar mayor flexibilidad a los sistemas iniciales. El sistema OAN debe ser capaz de funcionar por una ODN tal que la distancia de fibra diferencial sea cualquier valor comprendido entre 0 km y al menos 5 km.

NOTA – Si el sistema OAN no da servicio a las ONU cuando la distancia de fibra diferencial es de 4,5 km, el sistema no cumple la presente Recomendación. No obstante, si el sistema OAN da servicio a las ONU cuando la distancia de fibra diferencial es de 5,1 km, 10 km o 20 km (es decir, mayor o igual de 5 km), el sistema cumple la Recomendación.

### 9.3 Especificación funcional de la ONU

La ONU establece una interfaz óptica hacia el lado de la ODN y constituyen las interfaces del lado de abonado de la OAN. Las ONU estarán situadas en los locales del abonado (FTTH, FTTO, FTTB) o en el terreno (FTTC). La ONU aporta los medios necesarios para la prestación de los distintos servicios de los que ha de ocuparse el sistema. La figura 3 muestra el diagrama de bloques funcional de la ONU.



**Figura 3/G.982 – Bloques funcionales de la ONU**

Una ONU puede considerarse constituida por tres partes, que se definen como armaduras del núcleo, de servicio y común. Su funcionalidad se describe en las subcláusulas siguientes.

### 9.3.1 Armadura del núcleo de la ONU

La armadura del núcleo ONU incluye:

- i) la función múltiplex de abonado y de servicio;
- ii) la función múltiplex de transmisión;
- iii) la función de interfaz ODN.

La función múltiplex de transmisión proporciona las funciones necesarias para la evaluación y atribución de las señales de entrada y salida que proceden de la función de interfaz ODN y van a ésta, extrayendo e introduciendo la información pertinente para dicha ONU. La función múltiplex de abonado y de servicio ensambla y desensambla la información procedente de los distintos abonados y dirigida a éstos y conecta las diversas funciones de interfaz de servicio. La función de interfaz ODN proporciona un conjunto de funciones de interfaz física óptica dando terminación al grupo pertinente de fibras ópticas de la ODN. Incluye la conversión óptica/eléctrica y la eléctrica/óptica.

NOTA – Puede haber más de una interfaz física si se utiliza más de una fibra por ONU, por ejemplo, para el funcionamiento síplex.

### 9.3.2 Armadura de servicio de la ONU

La armadura de servicio de la ONU proporciona las funciones de puerto de usuario.

Dichas funciones establecen las interfaces de servicio de abonado y su adaptación a la velocidad  $64$  o  $n \times 64$  kbit/s. Puede ofrecerse la función para un solo abonado o para un grupo de ellos. También efectúa las funciones de conversión de señalización conforme a la interfaz física (por ejemplo, tono de llamada, señalización, conversión A/D y conversión D/A).

### 9.3.3 Armadura común de la ONU

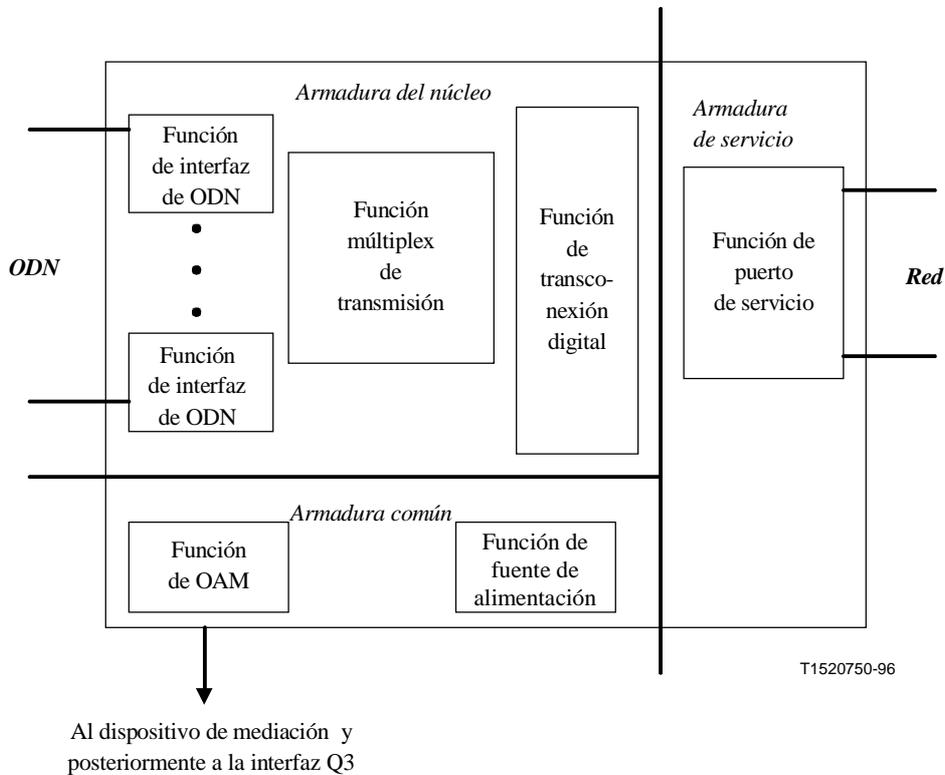
La armadura común de la ONU incluye la fuente de alimentación y las funciones OAM.

La función de fuente de alimentación suministra la energía a la ONU (por ejemplo, conversión AC/DC o DC/DC). La energía tendrá origen local (la red) o se proporcionará a distancia. La fuente de alimentación puede estar compartida por varias ONU. La ONU deberá ser capaz de funcionar con una batería.

La función OAM aporta los medios para realizar las funciones de operación, administración y mantenimiento en todos los bloques de la ONU (por ejemplo, control de los retornos en los distintos bloques).

#### 9.4 Especificación funcional del OLT

El terminal de línea óptica (OLT, *optical line terminal*) establece una interfaz óptica con la red de distribución óptica (ODN) y al menos una interfaz de red en el lado de red de la OAN. El OLT puede estar situado en una central local o en un emplazamiento distante. Comprende los medios necesarios para prestar distintos servicios a las ONU correspondientes. La figura 4 muestra el diagrama de bloques funcional del OLT.



**Figura 4/G.982 – Bloques funcionales del OLT**

Un OLT puede considerarse compuesto por tres partes definidas como armaduras del núcleo, de servicio y común. Las subcláusulas siguientes describen sus funcionalidades.

##### 9.4.1 Armadura del núcleo del OLT

La armadura del núcleo del OLT puede incluir:

- i) las funciones de transconexión digital;
- ii) la función múltiple de transmisión;
- iii) la función de interfaz ODN.

La función múltiplex de transmisión proporciona las funciones necesarias para la transmisión o recepción de los canales de servicio por la ODN. La función de transconexión digital ofrece la conectividad entre la anchura de banda disponible en el lado de la ODN y las partes de la red en el lado de red. La función de interfaz ODN da un conjunto de funciones de interfaz óptica física que establece la terminación de los grupos pertinentes de fibras ópticas de las ODN. Incluye la conversión óptica/eléctrica y eléctrica/óptica. Para poder proteger la conmutación de protección entre rutas geográficamente redundantes hasta un punto de flexibilidad de la ODN en el que se dividan las fibras, el sistema OAN debe tener la posibilidad de equipar opcionalmente el OLT con una interfaz ODN duplicada. Ésta se añade al número máximo de ODN que puede aceptar el OLT en funcionamiento normal. En esta Recomendación no se consideran las características detalladas de los posibles mecanismos de protección.

NOTA – Puede haber más de una interfaz física si se utiliza más de una fibra por ODN, por ejemplo para el funcionamiento símplex.

#### **9.4.2 Armadura de servicio del OLT**

La armadura de servicio del OLT incluye las funciones de puerto de servicio. Dichos puertos de servicio funcionan al menos con la velocidad primaria RDSI y deberán poder reconfigurarse para uno o varios servicios, o ser capaces de soportar simultáneamente dos o más servicios distintos. Cualquier unidad terminal que proporcione dos o más puertos de 2 Mbit/s deberá poder configurarse de forma independiente en cada puerto. Para este tipo de unidad terminal multipuerto, será posible configurar cada uno de ellos para un servicio distinto. Cada posición de unidad terminal en el equipo OLT será capaz de aceptar una unidad terminal de cualquier tipo. El OLT deberá poder soportar cualquier número de unidades terminales hasta el máximo número para el que está concebido, y para cualquier combinación de tipos de servicio.

#### **9.4.3 Armadura común del OLT**

La armadura común del OLT puede incluir funciones de fuente de alimentación y de OAM.

La función de fuente de alimentación convierte una fuente de energía externa al nivel requerido. La función de OAM da los medios para la funcionalidad de las operaciones, la administración y el mantenimiento a todos los bloques del OLT. También realiza una función de interfaz. Para el control local, puede preverse una interfaz para realizar pruebas y una interfaz Q3 con las redes de acceso hacia el OS a través de una función de mediación.

### **9.5 Funcionalidad de operación, administración y mantenimiento (OAM)**

Se ha utilizado un marco descriptivo compuesto de dos ejes con el que pueden clasificarse las funciones OAM. El primer eje consiste en el subsistema funcional de la OAN al que se refiere la función OAM. El segundo eje es la categoría funcional OAM.

Los subsistemas funcionales indicados a continuación cumplen los requisitos OAM:

- 1) equipo (contenedor y energía);
- 2) transmisión;
- 3) subsistema óptico;
- 4) subsistema de servicio.

Los requisitos de OAM pueden definirse por categoría funcional mediante las cinco categorías de la Recomendación M.3010:

- a) gestión de configuración;
- b) gestión de calidad;

- c) gestión de avería;
- d) gestión de seguridad;
- e) gestión contable: no se examina.

Para las redes de acceso óptico pasivas, estas categorías se describen con más detalle en el apéndice III.

## **10 Interfaces UNI y SNI**

La información necesaria sobre este tema se resume en la Recomendación G.902.

## **11 Requisitos funcionales de la ODN**

En general, la red de distribución óptica (ODN) aporta el medio de transmisión óptico para la conexión física de las ONU a los OLT.

Las ODN pueden combinarse y ampliarse utilizando amplificadores ópticos. El apéndice I indica una posible utilización de los amplificadores ópticos en las ODN.

### **11.1 Elementos ópticos pasivos**

La ODN se compone de elementos ópticos pasivos:

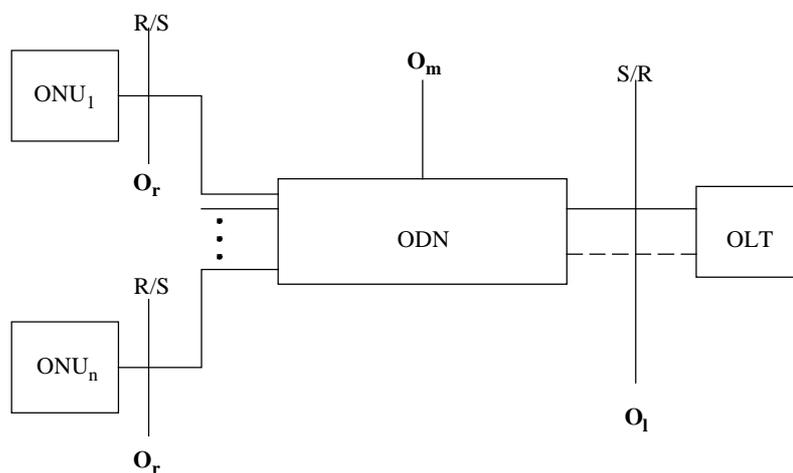
- fibras ópticas monomodo y cables;
- cintas de fibra óptica y cables planos de fibras;
- correctores ópticos;
- componentes de derivación pasivos;
- atenuadores ópticos pasivos;
- empalmes.

La información específica necesaria para describir los componentes ópticos pasivos se describe en la Recomendación G.671.

La información específica necesaria para describir las fibras y cables ópticos figura en la Recomendación G.652.

### **11.2 Modelo ODN**

La figura 5 muestra la configuración física genérica de una ODN.



T1520760-96

R/S Puntos de referencia

O<sub>r</sub>, O<sub>1</sub> y O<sub>m</sub> Interfaces ópticas

Las líneas continuas representan una o más fibras.

Las líneas de puntos representan fibras de protección.

### Figura 5/G.982 – Configuración física genérica de la red de distribución óptica

NOTA – En la figura 5 cada línea que une dos bloques ópticos cualesquiera puede representar una o más fibras.

La ODN se define entre los puntos de referencia S y R. Por analogía con las definiciones de las Recomendaciones G.955 y G.957, S y R se definen en este caso de la siguiente manera:

- S: punto de la fibra óptica que está inmediatamente después del punto de conexión óptico OLT[a]/ONU[b] (es decir, conector o empalme óptico).
- R: punto de la fibra óptica que está inmediatamente antes del punto de conexión óptico ONU[a]/OLT[b] (es decir, conector o empalme óptico).

NOTA – Estos puntos de conexión óptica no forman parte de la ODN.

La definición [a] es aplicable cuando se trata de señales ópticas que van de los OLT a las ONU; la definición [b] se aplica a las señales ópticas que van desde las ONU a los OLT.

Dependiendo de la realización física de la ODN, los puntos S y R de cada extremo de la ODN pueden estar situados en la misma fibra (es decir, coinciden) o en fibras separadas.

La ODN ofrece uno o más trayectos ópticos entre un OLT y una o más ONU. Cada trayecto óptico se define entre los puntos de referencia S y R para una ventana específica de longitudes de onda.

En la capa física, las interfaces O<sub>r</sub> y O<sub>1</sub> pueden necesitar más de una fibra, por ejemplo para separación de los sentidos de transmisión o de los distintos tipos de señales (servicios). La interfaz O<sub>m</sub> puede estar situada físicamente en diversos puntos de la ODN y puede implementarse con fibras especializadas y fibras de red que cursen tráfico.

La especificación de las interfaces ópticas definidas requiere nuevos estudios.

Las propiedades ópticas de la ODN deberán permitir la prestación de todo servicio previsible actualmente, sin que haya necesidad de efectuar amplias modificaciones en la propia ODN. Este requisito influye en las propiedades de los componentes ópticos pasivos que constituyen la ODN. A continuación se identifican algunos requisitos fundamentales que tienen una directa repercusión en las propiedades ópticas de la ODN:

- *Transparencia en cuanto a longitud de onda óptica:* Los dispositivos tales como los de derivación óptica no destinados a realizar ninguna función selectiva de longitud de onda, deberán ser capaces de soportar la transmisión de señales a cualquier longitud de onda en las regiones de 1310 nm y 1550 nm.
- *Reciprocidad:* La inversión de los puertos de entrada y salida no producirá cambios significativos en las pérdidas ópticas a través de los dispositivos.
- *Compatibilidad de fibra:* Todos los componentes ópticos deberán ser compatibles con la fibra monomodo especificada en la Recomendación G.652.

Los dos sentidos de la transmisión óptica en la ODN se definen de la siguiente manera:

- *descendente:* señales que van del OLT a las ONU;
- *sentido ascendente:* señales que van de las ONU al OLT.

La transmisión en los sentidos descendente y ascendente puede efectuarse en la misma fibra y componentes (funcionamiento dúplex/díplex) o en fibras y componentes separados (funcionamiento símplex).

Si para los cambios efectuados en la ODN se necesitan conectores adicionales u otros dispositivos pasivos, se situarán éstos entre los puntos S y R y sus pérdidas deberán tenerse en cuenta en todo cálculo de las pérdidas ópticas.

### 11.2.1 Cálculo de pérdidas en el modelo ODN

El margen de pérdidas en el balance de potencia óptica se define como las pérdidas, en dB, entre puntos de referencia, S/R y R/S, de la ODN. Incluye las pérdidas debidas a la longitud de las fibras y a los componentes ópticos pasivos (por ejemplo dispositivos de derivación óptica, empalmes y conectores). El margen de pérdidas tiene el mismo valor en los sentidos descendente y ascendente.

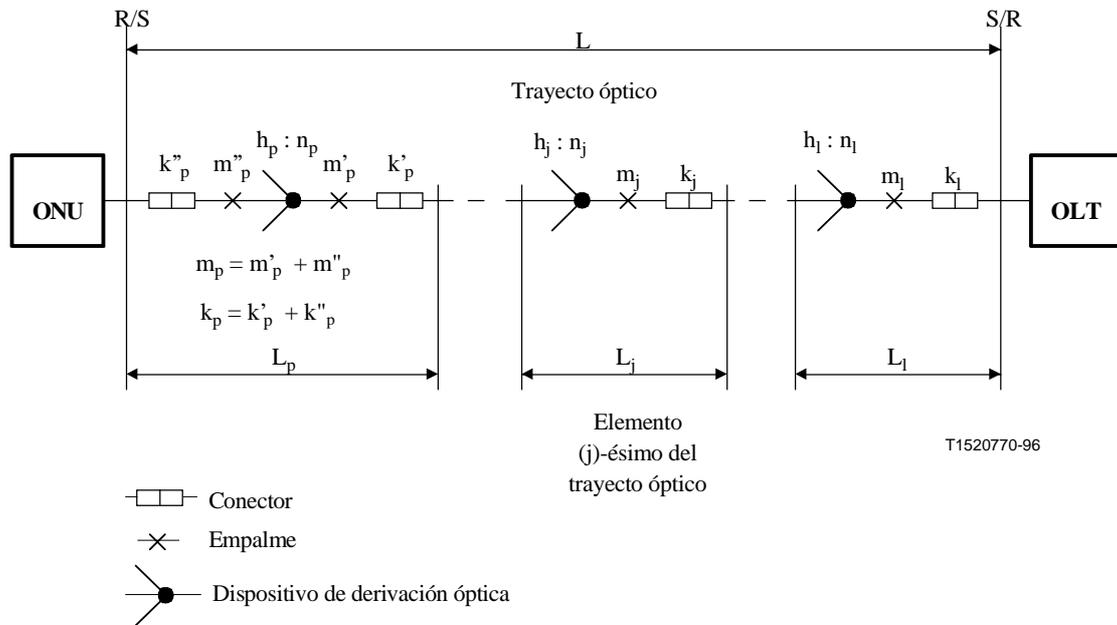
Los parámetros indicados a continuación son importantes para la calidad global del sistema:

- diferencia máxima de las pérdidas entre los trayectos ópticos de la ODN;
- valor máximo de pérdidas de trayecto admisible, definido como la diferencia entre la mínima potencia de salida del transmisor y la máxima sensibilidad del receptor, ambos en condiciones de fin de vida (incluyendo las variaciones debidas a la temperatura, el envejecimiento, etc.);
- valor mínimo de las pérdidas admisibles, definido como la diferencia entre la máxima potencia de salida del transmisor y la mínima sobrecarga del receptor, ambas en condiciones de fin de vida.

Estas pérdidas máximas y mínimas se definirán para los márgenes necesarios de condiciones ambientales y longitudes de onda y no se medirán solamente para una longitud de onda, temperatura e instante determinados.

Estas definiciones son análogas a la de la Recomendación G.957, en la que se especifican las gamas de atenuación para las interfaces ópticas SDH.

En la figura 6 se representa esquemáticamente el trayecto óptico descendente entre el OLT y una ONU específica.



**Figura 6/G.982 – Representación esquemática del trayecto óptico entre el OLT y la ONU**

La ODN es componente de  $P$  niveles de división, aun cuando suelen adoptarse 1 ó 2 niveles. En la ODN pueden identificarse varios trayectos ópticos que conectan, cada uno de ellos, una ONU específica al OLT. El trayecto óptico entre el OLT y la ONU o, más generalmente, entre los puntos de referencia S/R y R/S está constituido por una sucesión de  $P$  elementos de trayecto óptico. El nivel de división de  $P$ -ésimo se representa como una sucesión de  $P$  elementos del trayecto óptico. El elemento  $j$ -ésimo del trayecto óptico empieza en el puerto de salida del dispositivo  $(j-1)$ -ésimo de derivación óptica y termina en el puerto de salida del  $(j)$ -ésimo dispositivo de derivación óptica, salvo en las excepciones siguientes:

- $j = 1$ , el elemento del trayecto óptico empieza en el punto de referencia S/R y termina en el puerto de salida del primer dispositivo de derivación óptica (o, para  $P = j = 1$ , en el punto de referencia R/S).
- $j = P$ , el elemento del trayecto óptico empieza en el puerto de salida del dispositivo  $(P-1)$ -ésimo de derivación óptica (o, para  $P = j = 1$ , en el punto de referencia S/R) y termina en el punto de referencia R/S, a fin de tener en cuenta los posibles empalmes y conectores presentes en la salida tras el último dispositivo de derivación óptica.

El elemento  $(j)$ -ésimo del trayecto óptico consta de la fibra óptica de longitud  $L_j$  y de los siguientes componentes ópticos pasivos (la secuencia de componentes de cada elemento del trayecto es arbitraria):

- el dispositivo  $(j)$ -ésimo de derivación óptica con relación de división  $h_j : n_j$  ( $h_j \geq 1, n_j \geq 1$ );
- $k_j$  conectores, siendo  $k_j \geq 0$ ;
- $m_j$  empalmes, siendo:

$$m_j = \bar{m}_{dj} L_j + \bar{m}_{rj} L_j + m_{dj}$$

donde:

$\bar{m}_{dj}$  es el número medio de empalmes previstos por unidad de longitud de fibra en la primera fase de instalación;

$\bar{m}_{rj}$  es el número medio de empalmes de reparación por unidad de longitud de fibra previsto en la fase de explotación;

$m_{aj}$  es el número de empalmes adicionales previstos no tenidos en cuenta en la cifra  $\bar{m}_{aj} L_j$ , en la primera fase de instalación;  $m_{aj}$  tiene en cuenta los empalmes debidos a la instalación del dispositivo de derivación óptica y los empalmes adicionales en los puntos de terminación de la ODN (por ejemplo, en un bastidor de distribución óptica interno de la central, en el punto de terminación óptica del lado ONU).

En conclusión, el trayecto óptico completo se compone de una fibra óptica de longitud  $L = \sum_{j=1}^p L_j$  y

de los siguientes componentes ópticos pasivos:

- $P =$  número de dispositivos de derivación óptica con relación de división  $h_j:n_j$  ( $h_j \geq 1, n_j \geq 1, j = 1, \dots, P$ );
- $k = \sum_{j=1}^p k_j$  conectores;
- $m = \sum_{j=1}^p m_j$  empalmes.

La relación de división global de los trayectos ópticos es:  $n = \prod_{j=1}^p n_j$ .

NOTA – En el caso de configuración ODN punto a punto no hay dispositivo de derivación óptica en el trayecto óptico. En consecuencia, sólo se considera un elemento de trayecto óptico y las evaluaciones precedentes son válidas excluyendo simplemente toda referencia al dispositivo de derivación óptica.

### 11.2.2 Técnica de cálculo de las pérdidas en el modelo ODN

Pueden calcularse las gamas adecuadas de pérdidas ópticas para los distintos trayectos ópticos utilizando diversos métodos de cálculo.

Las pérdidas ópticas de un trayecto óptico de una ODN se calculan añadiendo las pérdidas de todos los componentes ópticos a lo largo del trayecto. En la suma puede utilizarse un enfoque estadístico para evitar una sobreespecificación de la ODN. La distribución estadística de las pérdidas totales en el trayecto óptico puede obtenerse combinando las distribuciones estadísticas de las pérdidas de los diversos componentes del trayecto óptico, lo cual puede efectuarse empleando diversas técnicas estadísticas, de las que algunas son más precisas que otras. Dichas técnicas se describen en el apéndice IV.

### 11.3 Clases de pérdidas en el trayecto óptico

En el cuadro 3 se indican las diversas clases de pérdidas en el trayecto óptico recomendadas.

**Cuadro 3/G.982 – Clases de pérdidas en el trayecto óptico**

	<b>Clase A</b>	<b>Clase B</b>	<b>Clase C</b>
Pérdidas mínimas	5 dB	10 dB	15 dB
Pérdidas máximas	20 dB	25 dB	30 dB
NOTA – Los requisitos de una clase particular pueden ser más estrictos para un tipo de sistema que para otro; por ejemplo, la gama de atenuación de la clase C es intrínsecamente más estricta para los sistemas TCM debido a la utilización de un divisor/combinador de relación 1:2 en cada extremo de la ODN, presentando cada uno de ellos unas pérdidas de aproximadamente 3 dB.			

Las clases adicionales requieren nuevos estudios. Para una arquitectura en estrella sencilla, la ausencia de dispositivos de derivación óptica puede traducirse en unas pérdidas en el trayecto óptico inferiores a 5 dB.

### 11.4 Reflectancia en las ODN

La reflectancia de una ODN depende de las características de pérdidas de retorno de los componentes individuales del trayecto óptico y de los puntos de reflexión que existan en la ODN.

Para dar cabida en la OAN a las distintas necesidades de las aplicaciones actuales y futuras, todas las reflectancias entre puntos de referencia S y R, incluyendo las ramas no utilizadas de los dispositivos de derivación, tendrán una reflectancia mejor de –35 dB. Para los empalmes de fusión se recomienda una reflectancia máxima de –50 dB. Este nivel de reflectancia no deberá rebasarse durante los modos normal y de mantenimiento. En el caso del modo de mantenimiento, se permitirá utilizar una función adicional de control de reflexión.

NOTA – Para las emisiones con un nivel de potencia constante, la reflectancia debida a la retrodispersión procedente de la fibra monomodo es inferior a –33 dB tras algunos kilómetros de longitud. Para los sistemas que utilizan velocidades binarias superiores a algunos Mbit/s, puede considerarse que la información de retrodispersión en la fibra es una información con nivel de potencia constante, debido a un efecto de cancelación de fase.

### 11.5 Dispersión cromática

Los coeficientes de dispersión cromática se especifican en la Recomendación G.652 para las regiones de longitudes de onda de 1310 nm y 1550 nm de la fibra monomodo normalizada. Para lograr las limitaciones de dispersión de los sistemas de fibra monomodo, se utilizarán los valores máximos de los coeficientes de dispersión cromática.

## 12 Retardo máximo de transferencia de la señal

Se recomienda un máximo de 1,5 ms como valor medio del retardo de transferencia de la señal entre "V" y "T" para las aplicaciones de fibra a la vivienda.

Se recomienda un máximo de 1,5 ms como valor medio del retardo de transferencia de la señal entre "V" y "a" para las demás aplicaciones.

El retardo de transmisión óptica en la fibra es aproximadamente de 5 ns/m.

### 13 Condiciones ambientales

Se recomiendan las condiciones de CEI 721-3-1.

Para la compatibilidad electromagnética se recomiendan las condiciones de CEI 801-2 y 801-3.

### 14 Seguridad

#### 14.1 Protección y seguridad eléctricas

Los aspectos relativos a la seguridad eléctrica de los equipos de la ONU requieren estudios adicionales.

#### 14.2 Protección y seguridad ópticas

La CEI 825-1 (1993) define las siguientes clases de seguridad:

- clase 1, considerada como intrínsecamente segura;
- clase 3A, segura con ayudas para la visión.

Se recomiendan las condiciones definidas en estas clases. No deben rebasarse los límites definidos en CEI 825-2 para los emplazamientos con acceso no restringido.

## APÉNDICE I

### Amplificadores ópticos (OA) para las OAN

Con el fin de aumentar el balance de potencia óptico pueden utilizarse OA en las OAN, como amplificadores de línea y como amplificadores elevadores (denominados también amplificadores de puesto o de energía), ya sea como dispositivos autónomos o como subsistemas integrados. En principio, los OA pueden también utilizarse como preamplificadores, en forma de dispositivos autónomos o como subsistemas integrados, antes de la ONU, aun cuando las consideraciones económicas suelen desalentar dicho método. La figura I.1 muestra ejemplos de inserción de dispositivos OA en una OAN.

NOTA – La utilización de los OA se considera únicamente en sentido descendente. Se está estudiando la utilización de los OA en ambos sentidos.

En las Recomendaciones G.662 y G.663 figura información general respecto a las aplicaciones de los OA.

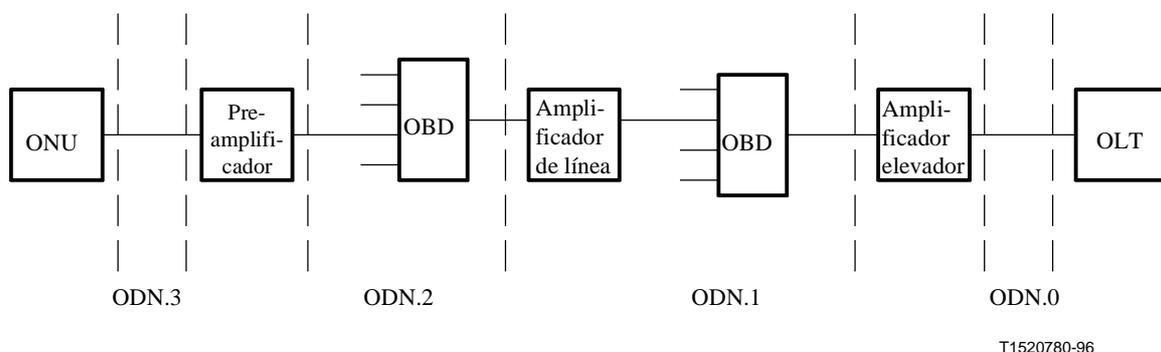


Figura I.1/G.982 – Ejemplo de inserción de dispositivos OA en una OAN

La introducción de los OA en la OAN se ajusta a las reglas indicadas a continuación:

- si se utiliza un subsistema OA como amplificador elevador, se le considerará parte del OLT;
- si se utiliza un subsistema OA como preamplificador, se le considerará parte de la ONU;
- si se utiliza únicamente un dispositivo OA (amplificador elevador, preamplificador o amplificador de línea), se considerará que hay una ODN.0 entre el OLT y el dispositivo OA y una ODN.1 entre el dispositivo OA y las ONU;
- de forma más general, si se conectan en cascada dispositivos OA (amplificadores elevadores, preamplificadores o amplificadores de línea) a lo largo del trayecto, se considerará que hay una ODN.0 entre el OLT y el primer dispositivo OA, una ODN.i entre el dispositivo OA i-ésimo y el dispositivo OA (i+1)-ésimo ( $i = 1, 2, \dots, n-1$ ) y una ODN.n (ODN de nivel n) entre el último dispositivo OA del trayecto y las ONU (véase un ejemplo con  $n = 3$  en la figura I.1).

Se introducirán puntos de referencia R y S adecuados.

NOTA 1 – La especificación de los puntos de referencia adicionales R y S y de las interfaces ópticas para los OA quedan en estudio.

NOTA 2 – La utilización de los OA influirá en la gama de longitudes de onda de funcionamiento de la OAN, como se indica en la cláusula 8.

NOTA 3 – Se está estudiando la utilización de fibras G.653 junto con amplificadores ópticos.

## APÉNDICE II

### Análisis de las posibles atribuciones de longitudes de onda para los servicios interactivos

En el cuadro II.1 se analizan algunas posibilidades de transmisión de servicios interactivos de banda estrecha.

**Cuadro II.1/G.982 – Transmisión de servicios interactivos de banda estrecha**

Esquemas de transmisión bidireccional	Número de fibras	Región de longitudes de onda	Implementación del esquema de transmisión	Implementaciones futuras
Símplex	2	1310 nm en sentido ascendente 1310 nm en sentido descendente	SDM	
Dúplex	1	1310 nm en sentido ascendente 1310 nm en sentido descendente	TCM	
Díplex	1	1310 nm en sentido ascendente  1550 nm en sentido descendente	WDM	1310 + $x$ nm en sentido ascendente  1310 – $x$ nm en sentido descendente

## APÉNDICE III

### Funcionalidad OAM

En el texto que sigue se describen los detalles de las categorías funcionales OAM para las redes ópticas pasivas.

#### III.1 Gestión de configuración

La gestión de configuración se refiere a la topología de los recursos de la OAN y a la estructura detallada del sistema. La gestión de configuración se encarga de la provisión, modificación y cese de las capacidades del sistema.

Las funciones de la gestión de configuración incluyen:

- 1) *Equipo*
  - a) Soporte de prácticas de trabajo sencillas y adecuadas.
  - b) Configuración de componentes internos.
  - c) Configuración de componentes duplicados.
- 2) *Transmisión*
  - a) Configuración de la atribución de anchura de banda entre el OLT y la ONU.
  - b) Inicialización de las ONU.
  - c) Mantenimiento de un inventario y del estado de las ONU.
  - d) Transconexión en el OLT.
  - e) Reconfiguración para pruebas en bucle.
- 3) *Subsistema óptico*
  - a) Posible apoyo de identificación de las OAN mediante medidores de potencia óptica de pinza.
  - b) Conmutación de los OTDR entre las OAN, si es necesario.
- 4) *Subsistemas de servicio*
  - a) Reconfiguración para pruebas de línea (nota 1).
  - b) Reconfiguración para pruebas de bucle.
  - c) Configuración de indicación de tarjetas de línea en las ONU.
  - d) Mejora de las tarjetas de línea en las ONU y de la interfaz de central en el OLT.
  - e) Nueva puesta en servicio utilizando circuitos de línea de reserva en las ONU (nota 1).

NOTA 1 – Las funciones a) y e) son opcionales en el caso de FTTH.

#### III.2 Gestión de la calidad

Puede ser preciso efectuar una comprobación constante del sistema que incluya pruebas de rutina automáticas. La supervisión pasiva del sistema actúa como complemento de las alarmas proporcionando información sobre el estado del sistema y también puede disparar las alarmas. Las funciones de prueba se utilizan para detección y localización de fallos, incluyendo la gestión de averías.

Las funciones de gestión de la calidad incluyen:

- 1) *Equipo*
  - a) Comprobación del estado de la fuente de alimentación.
  - b) Comprobación ambiental.
- 2) *Transmisión*
  - a) Comprobación de errores.
  - b) Comprobación de los retardos de distancia, en su caso.
- 3) *Subsistema óptico*
  - Comprobación de la degradación de la OAN.
- 4) *Subsistemas de servicio*
  - a) Comprobación de la interfaz de central en el OLT.
  - b) Comprobación de las líneas en las ONU.

### **III.3 Gestión de averías**

Las alarmas se activan para notificar los sucesos que pueden poner en peligro el servicio. Estas alarmas tienen distintos grados de prioridad y urgencia.

La respuesta más habitual a una alarma es una tentativa de localización de la avería mediante las funciones de prueba. Las alarmas se incorporan en una estrategia de mantenimiento preventivo programado que reduce la gestión de la crisis asociada a alarmas de gran prioridad.

Los temas de prioridad y enmascaramiento de las alarmas para evitar el hundimiento de la capa de gestión de red atañen a todos los subsistemas funcionales. La gestión de averías incluye otras funciones tales como:

- 1) *Equipo*
  - a) Supervisión de las alarmas de localización de avería en los componentes.
  - b) Supervisión de fallos de la fuente de alimentación.
  - c) Supervisión de alarmas ambientales en las ONU, si es necesario.
- 2) *Transmisión*
  - a) Supervisión de la pérdida de comunicación en una ONU.
  - b) Supervisión de avería del sistema de transmisión en el OLT.
  - c) Supervisión de errores excesivos.
  - d) Pruebas de diagnóstico de la capa de sección de transmisión.
- 3) *Subsistema óptico*
  - a) Descubrimiento de averías y degradaciones de la OAN mediante pruebas de rutina.
  - b) Detección de localización de avería en la OAN mediante pruebas.
- 4) *Subsistemas de servicio*
  - a) Supervisión de alarmas de interfaz de central en el OLT.
  - b) Pruebas de la interfaz de central en el OLT.
  - c) Pruebas de la línea en las ONU.
  - d) Pruebas de bucle de capacidad de servicio.

### III.4 Gestión de seguridad

La gestión de seguridad se refiere a la integridad de los datos de sistema y a las disposiciones de repliegue. Esta categoría también establece quién o qué puede acceder al sistema y a sus recursos. Las funciones de esta categoría incluyen:

- 1) *Equipo*
  - Prevención de acceso no autorizado al equipo.
- 2) *Transmisión*
  - a) Detección de acceso al sistema por las ONU no autorizadas.
  - b) Seguridad de transmisión entre el OLT y las ONU.
- 3) *Subsistema óptico*
  - Detección de captación no autorizada de señales ópticas.

## APÉNDICE IV

### Técnicas de cálculo de las pérdidas ópticas

#### IV.1 Enfoque estadístico gaussiano

El ejemplo descrito a continuación responde a un enfoque estadístico gaussiano que, aunque sencillo, introducirá algunos errores.

Los límites superior e inferior de las pérdidas del trayecto óptico se obtienen en este ejemplo, respectivamente, restando del valor medio de la distribución resultante, o sumando al mismo, una cifra igual a tres veces la desviación típica. Si se utiliza una aproximación de distribución gaussiana para las pérdidas de todos los componentes que intervienen, no es necesario calcular la distribución estadística completa de las pérdidas de trayecto total y se determinarán directamente las pérdidas de los casos más desfavorable y más favorable para cada configuración de trayecto óptico, de la siguiente manera.

La confianza estadística de estos límites superior e inferior puede ser mejor del 99% utilizando distribuciones gaussianas con tres desviaciones típicas.

Límite superior de las pérdidas =

$$(mS_{\mu} + kC_{\mu} + LF_{\mu} + bB_{\mu} + M_{\mu}) + 3\sqrt{mS_{\sigma^2} + kC_{\sigma^2} + LF_{\sigma^2} + bB_{\sigma^2} + M_{\sigma^2}}$$

Límite inferior de las pérdidas =

$$(mS_{\mu} + kC_{\mu} + LF_{\mu} + bB_{\mu} + M_{\mu}) - 3\sqrt{mS_{\sigma^2} + kC_{\sigma^2} + LF_{\sigma^2} + bB_{\sigma^2} + M_{\sigma^2}}$$

siendo:

- $m$  = número de empalmes
- $k$  = número de conectores
- $L$  = longitud de la fibra (km)
- $b$  = número de dispositivos de derivación óptica
- $S_{\mu}$  = pérdidas medias de empalme (dB)
- $C_{\mu}$  = pérdidas medias de conector (dB)
- $F_{\mu}$  = pérdidas medias de la fibra (dB/km)
- $B_{\mu}$  = pérdidas medias del dispositivo de derivación óptica (dB)

- $M_{\mu}$  = pérdidas medias de diversos dispositivos (dB)
- $S_{\sigma}$  = desviación típica de las pérdidas de empalme (dB)
- $C_{\sigma}$  = desviación típica de las pérdidas de conector (dB)
- $F_{\sigma}$  = desviación típica de las pérdidas de fibra (dB/km)
- $B_{\sigma}$  = desviación típica de las pérdidas del dispositivo de derivación óptica (dB)
- $M_{\sigma}$  = desviación típica de las pérdidas de diversos dispositivos (dB)

NOTA – La utilización de una distribución gaussiana para las pérdidas de los componentes da lugar a diferencias que, en general, repercuten sólo ligeramente en el cálculo de las pérdidas totales del trayecto. No obstante, para algunos componentes (por ejemplo, los empalmes y conectores), la distribución estadística no es gaussiana y hay que actuar con cautela al efectuar este análisis. En los dispositivos de derivación óptica de fibras fundidas, puede ser necesario considerar dos distribuciones discretas; una para el trayecto de pérdida superior y la otra para el trayecto de pérdida inferior.

## IV.2 Enfoque estadístico de Monte Carlo

Para calcular las pérdidas de la ODN puede utilizarse un enfoque estadístico alternativo: la simulación de Monte Carlo (MCS, *Monte Carlo simulation*). Para este método hay que disponer de la distribución de al menos algunos de los elementos del sistema. Si no se dispone de la distribución de una clase de elementos del sistema, puede suponerse una distribución gaussiana o algún valor máximo fijo.

El método MCS implica una simulación por ordenador, extrayendo aleatoriamente cada uno de los diversos elementos del sistema de su distribución respectiva. El total de los valores extraídos aleatoriamente produce un valor de sistema simulado. La aplicación reiterada del procedimiento a varios (cientos de) sistemas producirá una distribución de valores de pérdidas de sistema que puede utilizarse como indicación de la calidad real.

El siguiente procedimiento describe un método para generar un valor aleatorio a partir de un histograma que representa una distribución determinada.

- Se calcula la integral acumulativa del histograma (denominada cdf).
- Se normaliza la integral dividiéndola por la suma (con lo que los valores de la cdf se encuentran comprendidos entre 0 y 1).
- Se representa la cdf como curva de probabilidad en función del valor de las pérdidas.
- Se genera una variable uniforme aleatoria comprendida entre 0 y 1.
- Se determina un valor aleatorio de las pérdidas calculando la inversa de la cdf en el valor generado de la probabilidad.



## **SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T**

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
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	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión 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	Mantenimiento: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
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 y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Z	Lenguajes de programación