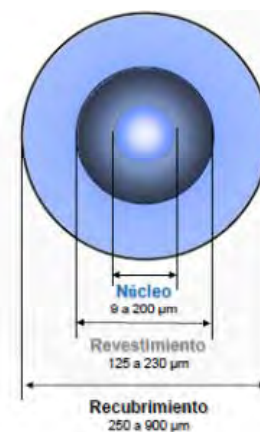


FIBRA ÓPTICA: Diferentes tipos y aplicaciones.

FIBRA ÓPTICA: Medio dieléctrico transparente que permite el paso de la luz de un extremo a otro con mínimas pérdidas. Para un aprovechamiento óptico de sus cualidades, la normativa aplicable especifica diversos tipos de fibra, cada uno de los cuales es de aplicación para un tipo de enlace en función de su longitud, velocidad de transmisión y otras características.

Detallamos en el presente documento un resumen de los diferentes tipos de fibra (MM, SM y especiales), y las distancias a soportar en función del tipo de enlace. Como anexo al mismo pueden descargarse las fichas técnicas detalladas.



FIBRAS ÓPTICAS MULTIMODO (MM): Diámetros de núcleo 50 ó 62,5 μm . Revestimiento de 125 μm .



Clase de fibra ISO 11801	Tipo de fibra	Enlace 1Gb/s 850 nm 1300 nm		Enlace 10Gb/s Serie	Enlace 10Gb/s 1300 nm WDM	En.40G/100G 850nm
		1000BASE SX	1000BASE LX			
OM-1 62,5 μm 200/500 MHz.km	Standard	275 m	550 m	33 m	300 m	N/A
OM-2 50 μm 500/500 MHz.km	Standard Max-Cap-BB-OM2+	550 m 750 m	550 m 550 m	82 m 150m	300m 300 m	N/A
OM-3 50 μm 1500/500 MHz.km	MaxCap-OM3 MaxCap-BB-OM3 <i>EMB=2000/500 MHz.km</i>	1000 m	550 m	300 m	300 m	100 m
OM-4 50 μm 3500/500 MHz.km	MaxCap-OM4 MaxCap-BB-OM4 <i>EMB=4700/500 MHz.km</i>	1100 m	550 m	550 m	300 m	150 m

FIBRA ÓPTICA MONOMODO (SM): Diámetro campo modal 9 a 10,1 μm , Diámetro revestimiento: 125 μm



Descripción general	Rec. ITU	
Bajo pico de agua (Low wáter peak SM)	G.652D	
Insensible a curvaturas (Bend Insensitive)	G 657A	G657 A & B
NZDSF	G 655E, G656	G 655 D

APLICACIONES:

Clase de fibra 11801	Tipo de fibra	Enl. 1Gb/s 1310 nm	Enl. 1Gb/s 1310 nm 1550 nm	Enl. 10Gb/s 1300 nm 1550 nm	Enl. 40Gb/s 1310 nm
		100BASE-LX	1GBASE-LX 1GBASE-ZX	10GBASE-LR/LW 10GBASE-ER/EW	40GBASE-LR4
OS1 9 µm	Standard G652C	15 km	10 km 80 km	10-25 km 40-80 km	
OS2 9 µm	Standard G652D	15 km	10 km 80 km	25 km 80 km	10 km

OTRAS FIBRAS:

- **Fibra óptica plástica:** Fibra óptica de salto de índice, diseñada para trabajar a 650 nm. Adecuada para distancias cortas. Diámetro: 1 mm. Atenuación: 0,15 dB/m.
- **Fibra óptica PCF 200/230:** Fibra óptica MM de salto de índice, adecuada para trabajar a 650 y 850 nm, en cortas distancias (Sistemas sensores e iluminación). Atenuación 6/7 dB/km.
- **Fibra óptica MM OM5:** Fibra óptica sílice/sílice, adecuada para aplicaciones WBMMF. Anchos de banda: 3500 MHz x Km @850nm, 1850 MHz x Km @953nm; 500 MHz x Km @1300nm

NORMATIVAS APLICABLES:

- **IEC 793:** FO 100/140
- **UIT G651:** FO MM perfil de índice gradual
- **UIT G-652:** FO SM Dispersión standard
- **UIT G-653:** FO SM dispersión desplazada, optimizada a 1500 nm (Aplic. Larga distancia)
- **UIT-G655:** FO SM Non Zero Dispersion (Aplicaciones DWDM)
- **UIT-G657:** FO SM insensible a las curvaturas (Aplicaciones FTTx)
- **ISO 11801:** FO OM-1, OM-2, OM-3 y OM-4 (MM 40G/100G), OM-5 (WBMMF) OS-1 y OS-2 en fibras SM

ANEXOS: Fichas técnicas de fibras ópticas

Fibra óptica MM 50/125; Fibra óptica MM 62,5/125, Fibra óptica SMF G652, Fibra óptica SMF NZDS, Fibra óptica MSF G657, Fibra óptica plástica, Fibra óptica PCF 200/230

Cálculo de un enlace de fibra óptica

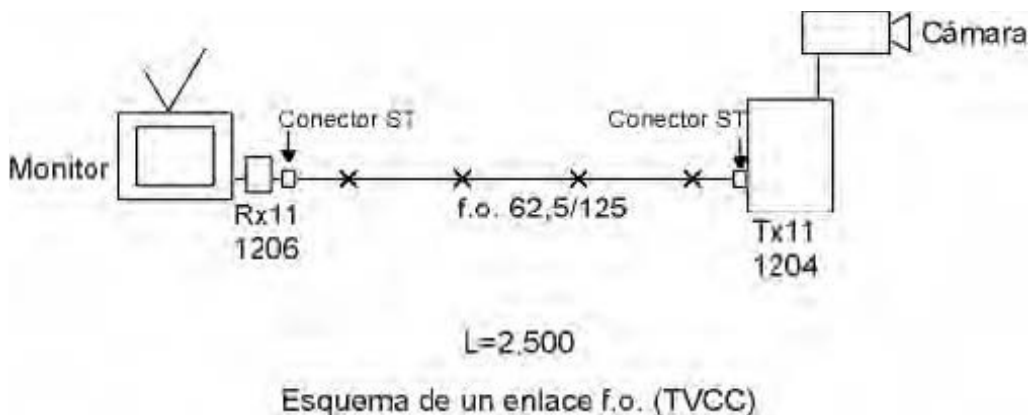
Es frecuente, incluso entre expertos que diseñan sistemas de comunicaciones por fibra óptica, hacerse preguntas del tipo: ¿Puede el equipo X transmitir a una distancia de 3 Km sin repetidores?; cuando es así que esta clase de preguntas están formuladas de forma errónea ya que la respuesta no sólo depende de la potencia óptica del transmisor.

Así en un enlace de fibra óptica hemos de tener en cuenta además de la potencia del transmisor, la sensibilidad del receptor, la atenuación por kilómetro del cable de fibra utilizado, el número de empalmes que realizaremos y los conectores utilizados.

Es por ello que sólo se puede dar a priori una respuesta aproximada a la pregunta original. En este apartado veremos someramente como realizar el cálculo de las pérdidas en un enlace para decidir con ello si debemos instalar equipos que trabajen en primera o en segunda ventana, o si necesitamos una calidad de cable mayor a la que inicialmente se había pensado.

Supongamos que deseamos transmitir una señal de TV en banda base a un centro de control de tráfico situado a 2500 metros.

Para ello hemos decidido situar a pie de cámara un convertidor Tx vídeo modelo TX11-1204, y en el centro de control de tráfico un RX vídeo modelo 111206 (ambos equipos trabajan en 1ª ventana (850 nm), para la cual se han hecho los cálculos). Además deberemos realizar 4 empalmes y dos conectorizaciones, una a cada extremo.



A partir de los datos anteriores calcularemos el margen de diseño que disponemos:

- Potencia de transmisión del TX11-1204: -14 dBm
- Sensibilidad del receptor RX11-1206: -29 dBm
- **Ganancia disponible del sistema: 15 dB**
- 4 empalmes por fusión (0.1 dB cada uno): 0.4 dB
- 2500 metros de cable de fibra óptica (3.5 dB/Km): 8.75 dB
- 2 conectores ST (0.5 dB máx. por conector): 1.0 dB
- **Total de pérdidas: 10.15 dB**
- **Margen de diseño: 4.85 dB**

Como podemos ver disponemos de 4.85 dB de margen.

Es recomendable que se disponga de un margen de 3 dB, ya que los valores utilizados para las pérdidas pueden variar debido a efectos de temperatura, extensiones del enlace, empalmes adicionales debido a restauraciones de emergencia,...

Por tanto, para el caso que acabamos de presentar, los equipos utilizados resultan totalmente válidos, asegurando un funcionamiento correcto del enlace.

FIBRA ÓPTICA MONOMODO SMF – G652



Fibras ópticas monomodo de salto de índice. Estas fibras están optimizadas para su uso en la longitud de onda de 1310 nm. Adecuadas en aplicaciones de redes metropolitanas, de acceso, cableados estructurados y CATV.

Estas fibras cumplen o exceden la Recomendación ITU-T G.652.D, los estándares IEC 60793-2-50 B.1.3, ISO/IEC 11801 OS1, ISO/IEC 24702 OS2, Telcordia GR-20-CORE, ANSI/ICEA S-87-640 y RUS 7CFR 1755.900.

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS / MECÁNICAS	G.652.D
Diámetro Revestimiento	$125 \pm 0.7 \mu\text{m}$
Concentricidad Núcleo / Revestimiento	$\leq 0.5 \mu\text{m}$
No Circularidad Revestimiento	$\leq 0.7 \%$
Diámetro Recubrimiento Primario	$242 \pm 7 \mu\text{m}$
No Circularidad Recubrimiento Primario	$\leq 5 \%$
Concentricidad Recubrimiento Primario / Revestimiento	$\leq 12 \mu\text{m}$
Proof Test	$\geq 8.8 \text{ N} / \geq 1 \% / \geq 100 \text{ Kpsi}$

PROPIEDADES ÓPTICAS		G.652.D
Diámetro Campo Modal (μm)	1310 nm	9.0 ± 0.4
	1550 nm	10.1 ± 0.5
Coeficiente Atenuación (dB/Km)	1310 nm	≤ 0.35
	1383 nm	≤ 0.35
	1460 nm	≤ 0.25
	1550 nm	≤ 0.21
	1625 nm	< 0.23
Dispersión Cromática (ps/nm.Km)	1285 – 1330 nm	$\leq 3 $
	1550 nm	≤ 18
	1625 nm	≤ 22
Longitud Onda Cero Dispersión (nm)		1300 - 1322
Pendiente Dispersión Cero (ps / nm ² Km)		≤ 0.090
Índice Refracción	1310 nm	1.467
	1550 nm	1.468
Longitud Onda Corte Cable (nm)	Cableado	≤ 1260
PMD (ps / (ps/√Km))	1550 nm	< 0.1

Propiedades conforme a ITU-T G.652.D, IEC 60793-2-50 B.1.3, ISO/IEC 11801, ISO/IEC 24702, EN 50173, Telcordia GR-20-CORE, ANSI/ICEA S-87-640 y RUS 7CFR 1755.900.

Características ópticas correspondientes a fibra óptica no cableada.



Fibra óptica plástica de salto de índice. Esta fibra está diseñada para ser utilizada en 650 nm. Adecuada para distancias cortas, entornos industriales y transmisión de señales de datos a baja velocidad.

La fibra plástica está disponible en dos grados, Standard y Premium. El grado Premium ofrece un coeficiente de atenuación inferior al estándar.

STANDARD	
PARÁMETROS GENERALES	VALORES
Material Núcleo	Polimetil Metacrilato
Material Revestimiento	Polímero Fluorado
Perfil Índice	Salto Índice
Diámetro	1.0 mm
Atenuación (650 nm)	≤ 0.20 dB / m
Apertura Numérica	0.50
Radio Curvatura	> 20 mm
Rango Temperaturas	-40 °C - $+70$ °C

PREMIUM	
PARÁMETROS GENERALES	VALORES
Material Núcleo	Polimetil Metacrilato
Material Revestimiento	Polímero Fluorado
Perfil Índice	Salto Índice
Diámetro	1.0 mm
Atenuación (650 nm)	≤ 0.15 dB / m
Apertura Numérica	0.50
Radio Curvatura	> 20 mm
Rango Temperaturas	-40 °C - $+70$ °C

Características ópticas correspondientes a fibra óptica no cableada



Fibra óptica multimodo de salto de índice PCF 200/230 micras. Esta fibra está diseñada para ser utilizada en las longitudes de onda de 650 nm y 850 nm. Adecuada para enlaces de vídeo y datos en cortas distancias, sistemas sensores (médicos e industriales) y en iluminación.

PARÁMETROS GENERALES	VALORES
Material Núcleo / Revestimiento	Sílice / Acrilato
Material Recubrimiento	Polímero Fluorado
Perfil Índice	Salto Índice
Diámetro Núcleo	200 ± 4 μm
Diámetro Revestimiento	230 +0/-10 μm
Diámetro Recubrimiento	500 ± 30 μm
Atenuación (650 nm)	≤ 7 dB / Km
Atenuación (850 nm)	≤ 6 dB / Km
Ancho de Banda (850 nm)	≥ 20 MHz x Km
Apertura Numérica (nominal)	0.37
Radio Curvatura	> 20 mm
Rango Temperaturas	-40°C - +80°C

Todas las especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso. Consultar a OPTRAL las ediciones en vigor.

Características ópticas correspondientes a fibra óptica no cableada



Fibras ópticas multimodo de 62,5/125 micras de índice gradual. Estas fibras están diseñadas para ser utilizadas a 850 nm y 1300 nm. Adecuadas para su uso en aplicaciones de cableado como las Redes de Área Local (LAN) con video, datos y voz, utilizando LED, VCSEL o Laser Fabry Perot.

Las fibras cumplen o exceden IEC 60793-2-10 A1b, ISO/IEC 11801 OM1 / OM2, TIA/EIA-492AAAA, Telcordia GR-20-CORE y GR-409-CORE.

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS / MECÁNICAS	VALOR
Diámetro núcleo	62.5 ± 2.5 μm
No circularidad núcleo	≤ 6 %
Error concentricidad núcleo / revestimiento	≤ 1.5 μm
Diámetro revestimiento	125 ± 2 μm
No circularidad revestimiento	≤ 1 %
Diámetro recubrimiento primario	245 ± 10 μm
No circularidad recubrimiento primario	≤ 6 %
Error concentricidad recubrimiento primario	≤ 12.5 μm
Proof Test	≥ 8.8 N / ≥ 1 % / ≥ 100 Kpsi

Propiedades geométricas conforme a IEC 60793-2-10.

PROPIEDADES ÓPTICAS		OM1	OM2	Giga
Coeficiente Atenuación (dB/Km)	850 nm	≤ 3.0	≤ 3.0	≤ 3.0
	1300 nm	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7
Ancho de Banda (MHz x Km)	850 nm	≥ 200	≥ 500	≥ 200
	1300 nm	≥ 500	≥ 500	≥ 500
Distancia Enlace (m)	1000Base-SX	275	550	500
	1000Base-LX	550	550	1000
Apertura Numérica	0.275 ± 0.015			
Índice de Refracción	850 nm	1.496		
	1300 nm	1.491		

Propiedades ópticas conforme a IEC 60793-2-10, ISO/IEC 11801 (OM1 / OM2), EN 50173, TIA/EIA-492AAAA, Telcordia GR-20-CORE, GR-409-CORE.

Características ópticas correspondientes a fibra óptica no cableada.



Fibras ópticas multimodo de 50/125 micras de índice gradual. Estas fibras están diseñadas para ser utilizadas en 850, 953 y 1300 nm. Adecuadas para su uso en aplicaciones de cableado como las Redes de Área Local (LAN) con video, datos y voz, utilizando LED, VCSEL o Laser Fabry Perot.

Estas fibras cumplen o exceden los estándares G651.1 (OM2, OM3 y OM4), IEC 60793-2-10 A1a.1, A1a.2 y A1a.3, A1a.4, ISO/IEC 11801 OM2 / OM3 / OM4 / OM5, TIA/EIA-492AAAB, TIA/EIA-492AAAC-A, TIA/EIA-492AAAD, TIA/EIA-492AAAE, Telcordia GR-20-CORE, GR-409-CORE, TIA/EIA 568C.

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS / MECÁNICAS	VALOR
Diámetro núcleo	50 ± 2.5 μm
No circularidad núcleo	≤ 5 %
Error concentricidad núcleo / revestimiento	≤ 1.5 μm
Diámetro revestimiento	125 ± 1.0 μm
No circularidad revestimiento	≤ 1.0 %
Diámetro recubrimiento primario	245 ± 10 μm
Error concentricidad recubrimiento primario	≤ 12.0 μm
Proof Test	≥ 8.8 N / ≥ 1 % / ≥ 100 Kpsi

Propiedades geométricas conforme a CEI 60793-2-10.

PROPIEDADES ÓPTICAS		OM2	OM3	OM4	OM5
Coeficiente Atenuación (dB/Km)	850 nm	≤ 2.4	≤ 2.4	≤ 2.4	≤ 2.4
	953 nm	-	-	-	≤ 1.8
	1300 nm	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.6
Ancho de Banda (MHz x Km)	850 nm	≥ 500	≥ 1500	≥ 3500	≥ 3500
	953 nm	-	-	-	≥ 1850
	1300 nm	≥ 500	≥ 500	≥ 500	≥ 500
Distancia Enlace (m)	1000Base-SX	550	900	1100	1000
	1000Base-LX	550	550	550	600
	10GBASE-SX	82	300	550	400
	40GBASE-SR4	-	100	150	150
	100GBASE-SR10	-	100	150	100
Apertura Numérica	0.200 ± 0.015				
Índice de Refracción	850 nm	1.482			
	1300 nm	1.477			

Propiedades ópticas conforme a IEC 60793-2, ISO/IEC 11801, EN 50173, TIA/EIA-492AAAB, TIA/EIA-492AAAC-A, TIA/EIA-492AAAD, Telcordia GR-20-CORE, GR-409-CORE, TIA/EIA 568C.

Características ópticas correspondientes a fibra óptica no cableada.

FIBRA ÓPTICA MONOMODO SMF – G657



La fibra óptica monomodo insensible a las curvaturas (G657) proporciona una gran resistencia a las pérdidas adicionales debidas a macrocurvaturas. Ideal para el montaje de cable en el interior de edificios, cables patchcords y/o cables de interconexión. Adecuada para aplicaciones en redes de acceso "Fibre-to-the-Home".

Estas fibras cumplen con IEC 60793-2-50, ITU-T G.652D, G.657A1, G.657A2, G.657B2, G.657B3, Telcordia GR-20-CORE, ANSI/IECA S-87-640.

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS / MECÁNICAS	G.657.A1	G.657.A2 / B2	G.657.B3
Diámetro Revestimiento	125 ± 0.7 μm		125 ± 0.4 μm
Concentricidad Núcleo / Revestimiento	≤ 0.5 μm		≤ 0.3 μm
No Circularidad Revestimiento	≤ 0.7 %		≤ 0.3 %
Diámetro Recubrimiento Primario	242 ± 0.7 μm		242 ± 0.5 μm
Concentricidad Recubrimiento Primario / Revestimiento	≤ 12 μm	≤ 10 μm	≤ 12 μm
No Circularidad Recubrimiento Primario	≤ 5 %		
Proof Test	≥ 8.8 N / ≥ 1 % / ≥ 100 Kpsi		≥ 200 Kpsi

PROPIEDADES ÓPTICAS	G.657.A1	G.657.A2 / B2	G.657.B3	
Atenuación con Curvatura* (1550 nm)	1 vuelta / Mandril 10mm	≤ 0.75	≤ 0.10	≤ 0.03
	10 vueltas / Mandril 15mm	≤ 0.25	≤ 0.03	
	1 vuelta / Mandril 7.5mm			≤ 0.08
	1 vuelta / Mandril 5mm			≤ 0.15
Diámetro Campo Modal (μm)	1310 nm	9.0 ± 0.4	8.5 – 9.3	8.8 ± 0.4
	1550 nm	10.1 ± 0.5	9.4 – 10.4	9.8 ± 0.5
Coeficiente Atenuación (dB/Km)	1310 nm	≤ 0.35	≤ 0.35	≤ 0.35
	1383 nm	≤ 0.35	≤ 0.35	≤ 0.35
	1460 nm	≤ 0.25	≤ 0.25	
	1550 nm	≤ 0.21	≤ 0.21	≤ 0.22
	1625 nm	≤ 0.23	≤ 0.23	≤ 0.24
Dispersión Cromática (ps/nm.Km)	1285 – 1330 nm	≤ 3		
	1550 nm	≤ 18		
	1625 nm	≤ 22		
Longitud Onda Cero Dispersión (nm)	1300 – 1322	1300 – 1324	1300 – 1324	
Pendiente Dispersión Cero (ps / nm ² Km)	≤ 0.090	≤ 0.092	≤ 0.092	
Longitud Onda Corte Cable (nm)	≤ 1260			
PMD (ps / (ps/√Km))	1550 nm	≤ 0.1		

Propiedades conforme a UIT-T G.652D, G.657A, G.657B, CEI 60793-2-50, ISO/IEC 11801, EN 50173, Telcordia GR-20-CORE y ANSI/IECA S-87-640.

Nota Importante.- Las fibras G.657 pueden no ser reconocidas por algunos modelos de máquinas de empalme. Compruebe su máquina antes de su uso o contacte con su distribuidor local.

Características ópticas correspondientes a fibra óptica no cableada

* Dimensión del mandril = Radio



Fibras ópticas monomodo de salto de índice. Las fibras NZDS (Non Zero Dispersion Shifted) están optimizadas para su uso en la longitud de onda de 1550 nm. Diseñadas para el transporte a alta tasa de transmisión sobre múltiples canales. Adecuadas para largas distancias en telecomunicaciones.

Estas fibras cumplen con IEC 60793-2-50, UIT G.655, G.656, Telcordia GR-20-CORE, ANSI/IECA S-87-640.

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS / MECÁNICAS	VALOR
Diámetro Revestimiento	125 ± 1 μm
Concentricidad Núcleo / Revestimiento	≤ 0.6 μm
No Circularidad Revestimiento	≤ 1 %
Diámetro Recubrimiento Primario	242 ± 7 μm
No Circularidad Recubrimiento Primario	≤ 5 %
Concentricidad Recubrimiento Primario / Revestimiento	≤ 12 μm
Proof Test	≥ 8.8 N / ≥ 1 % / ≥ 100 Kpsi

PROPIEDADES ÓPTICAS		G.655 & G.656
Diámetro Campo Modal (μm)	1310 nm	----
	1550 nm	9.2 ± 0.5
Coeficiente Atenuación (dB/Km)	1310 nm	≤ 0.40
	1383 nm	≤ 1.00
	1550 nm	≤ 0.25
	1625 nm	≤ 0.28
Dispersión Cromática (ps/nm.Km)	1310 nm	-6
	1550 nm	8
	1625 nm	12
	1530 – 1565 nm	De 5.5 a 10
	1565 – 1625 nm	De 7.5 a 13.8
	1285 – 1330 nm	De -10 a -3
Longitud Onda Cero Dispersión (nm)		≤ 1440
Pendiente Dispersión (ps / nm ² Km)	1550 nm	0.052
Área Efectiva (μm ²)		63
Índice Refracción	1310 nm	1.4682
	1550 nm	1.4683
Longitud Onda Corte Cable (nm)		≤ 1300
PMD (ps / (ps/√Km))	1550 nm	< 0.2

Propiedades conforme a UIT-T G.655, G.656, CEI 60793-2-50, ISO/IEC 11801, EN 50173, Telcordia GR-20-CORE y ANSI/IECA S-87-40.

Características ópticas correspondientes a fibra óptica no cableada