



UTN.BA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

COMUNICACIONES



COMUNICACIONES ÓPTICAS

Ingeniero **ALEJANDRO LUIS ECHAZÚ**

<http://www.comunicacionnueva.com.ar>

aechazu@comunicacionnueva.com.ar

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

DATOS PARA CONVERSION

VELOCIDAD DE LA LUZ

$$C = 3 \times 10^8 \text{ metros/segundos}$$

LONGITUD DE ONDA EN METROS

$$\lambda_m = \frac{C}{f \text{ en Hz}}$$

FRECUENCIA EN HERTZ

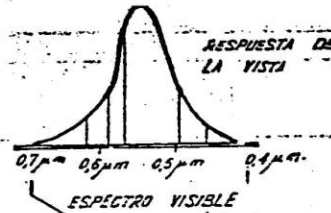
$$f = \frac{C}{\lambda_m}$$

ENERGIA EN ELECTRO VOLTS

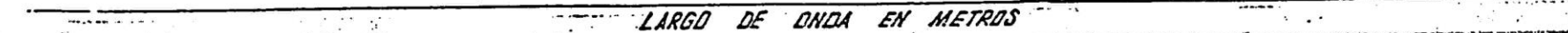
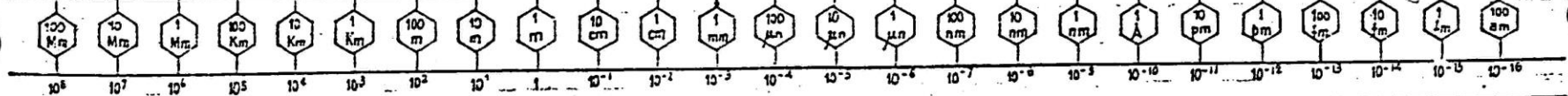
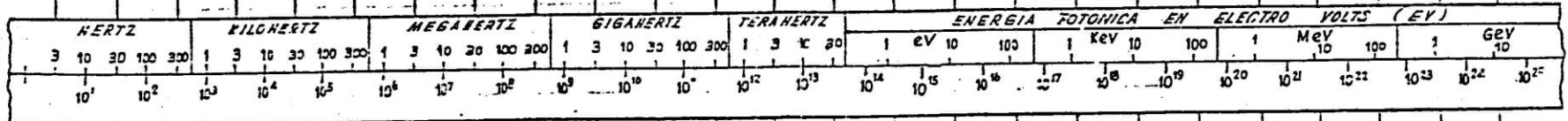
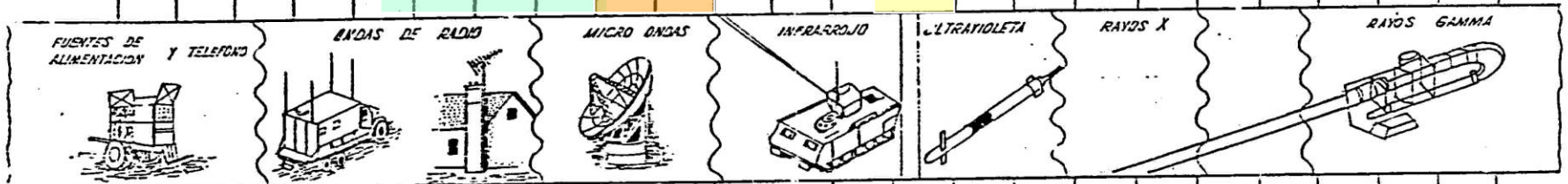
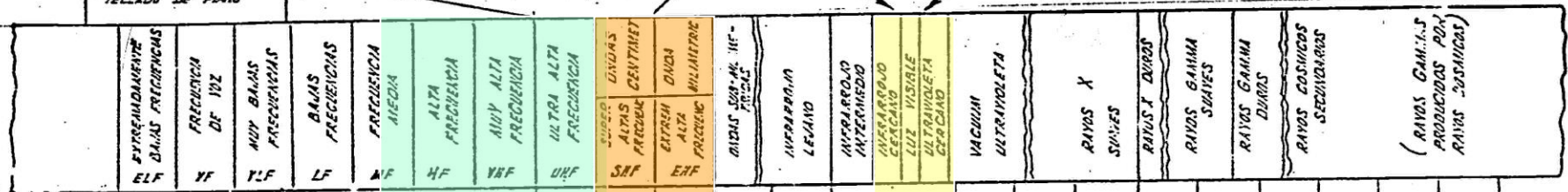
$$E = hf$$

DONDE $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ JOULE-SEC}$

| BANDAS DE RADAR | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|---|---|---|---|----|---|----|----|---|---|---|
| NUEVA DESIGNACION | | | | | | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| VHF | LHF | E | S | C | X | Xc | K | Ku | KM | | | |
| DESIGNACION ANTERIOR | | | | | | | | | | | | |



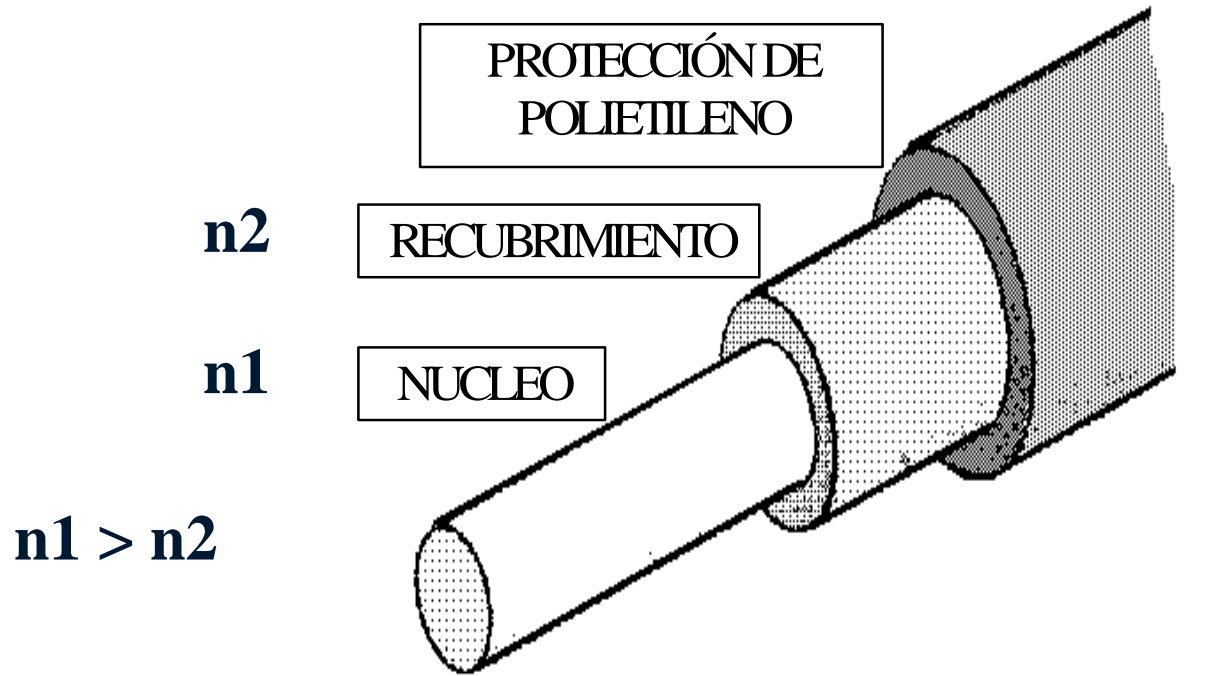
FRECUENCIAS DE AUDIO
TECLADO DE PIANO



LARGO DE ONDA EN METROS

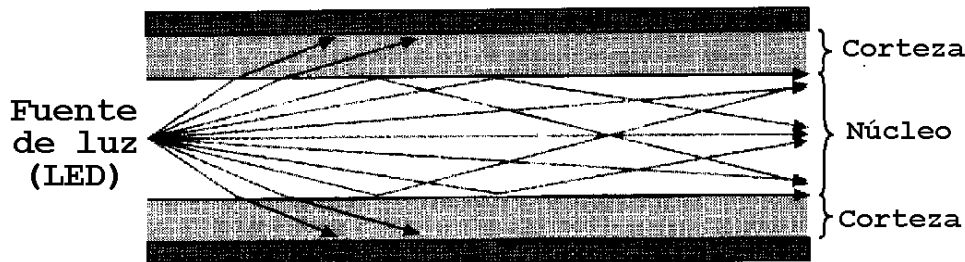
FIBRA ÓPTICA

Detalles constructivos

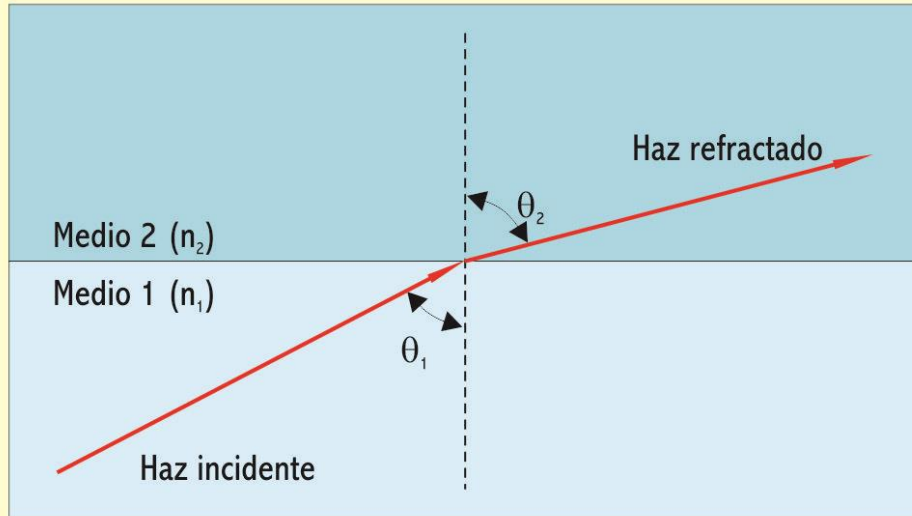


$$n = C/V_p$$

- n (índice de refracción en un medio - densidad)
- C (velocidad de propagación en el vacío)
- V_p (velocidad de propagación en un medio)



Funcionamiento



θ_1 : Ángulo de incidencia

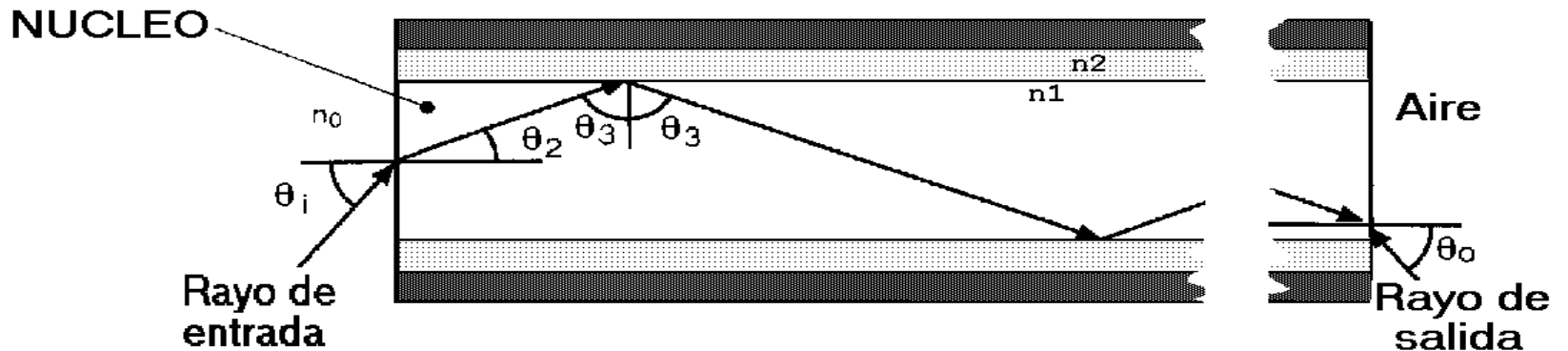
θ_2 : Ángulo de refracción

LEY DE SNELL

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Principio de Reflexión Total Interna (RTI)

θ_1 tal que $\theta_2 = 90^\circ$



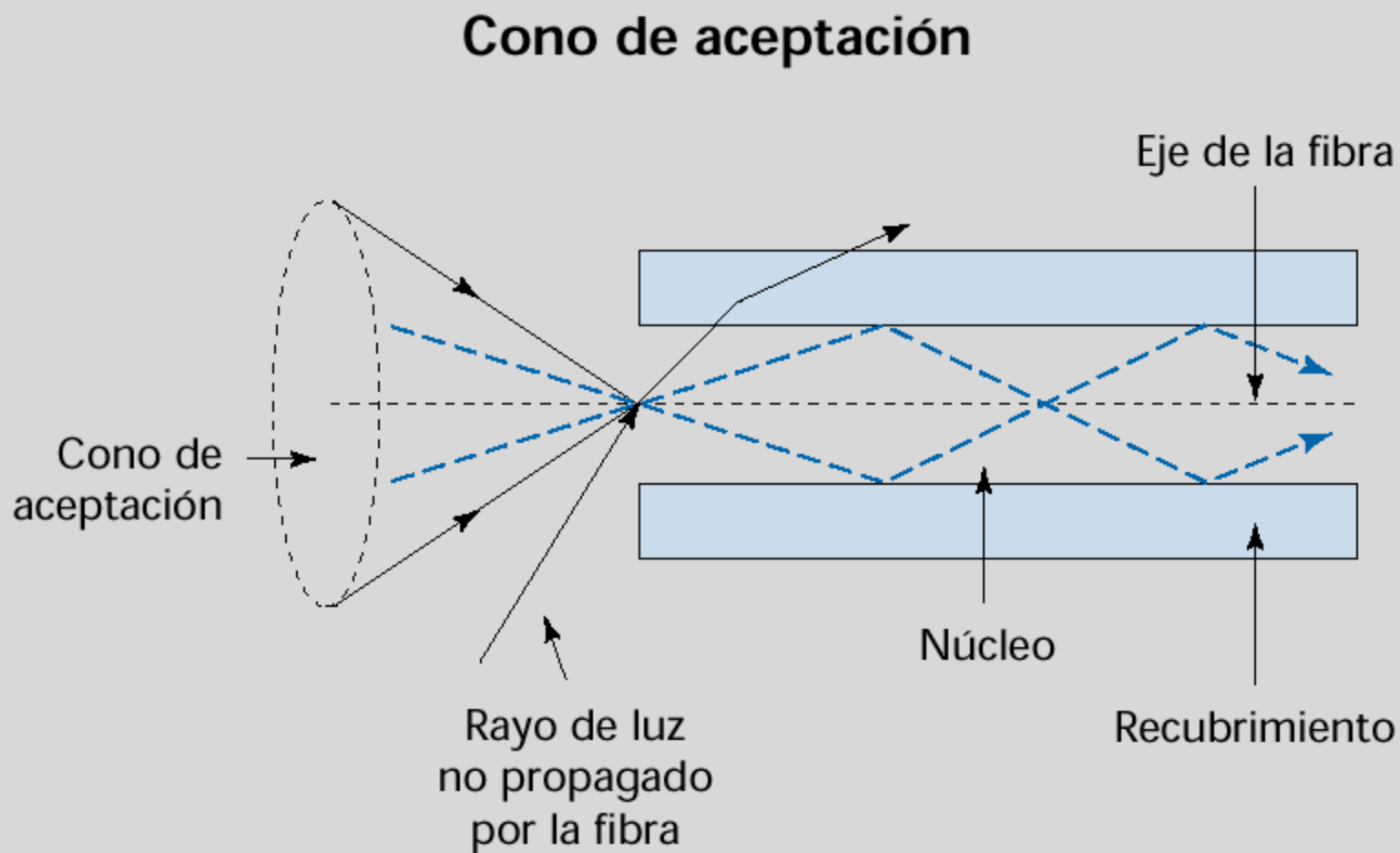
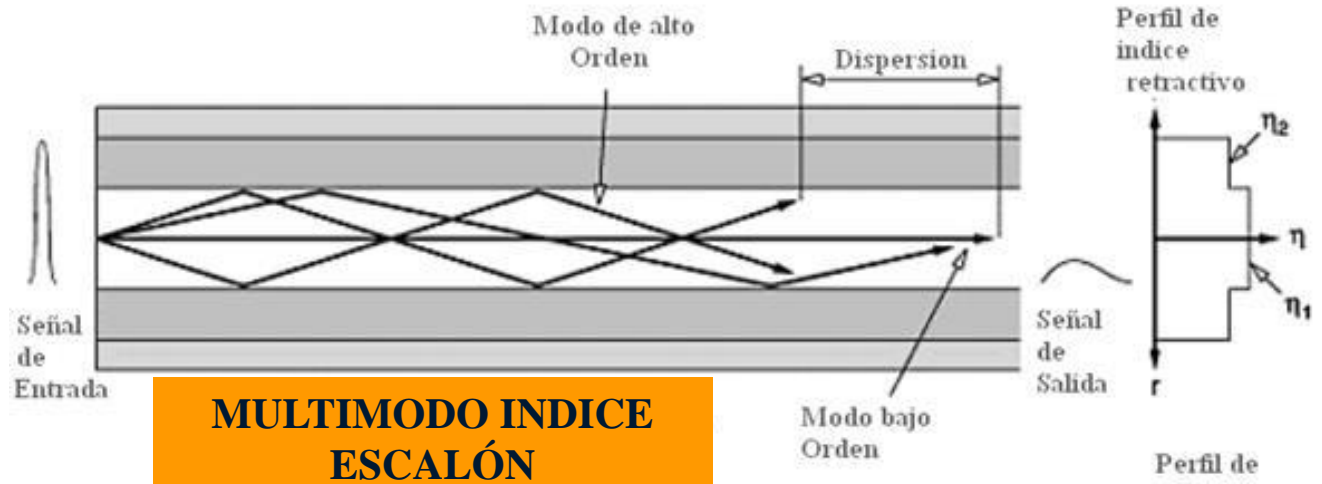


FIGURA 7.29

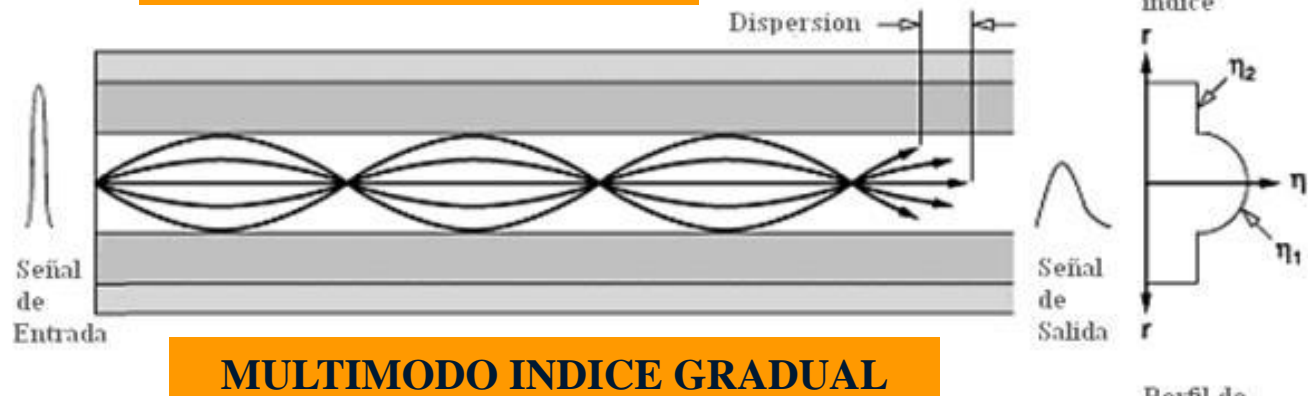
TIPOS DE FO

AB

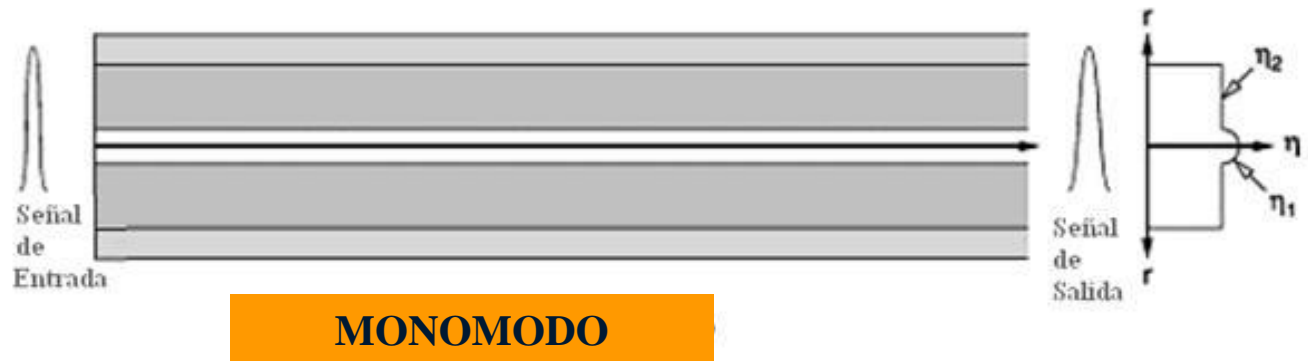
50 MHz . km



100/1000 MHz . km



10 GHz . km



ANCHO DE BANDA DE UNA FO

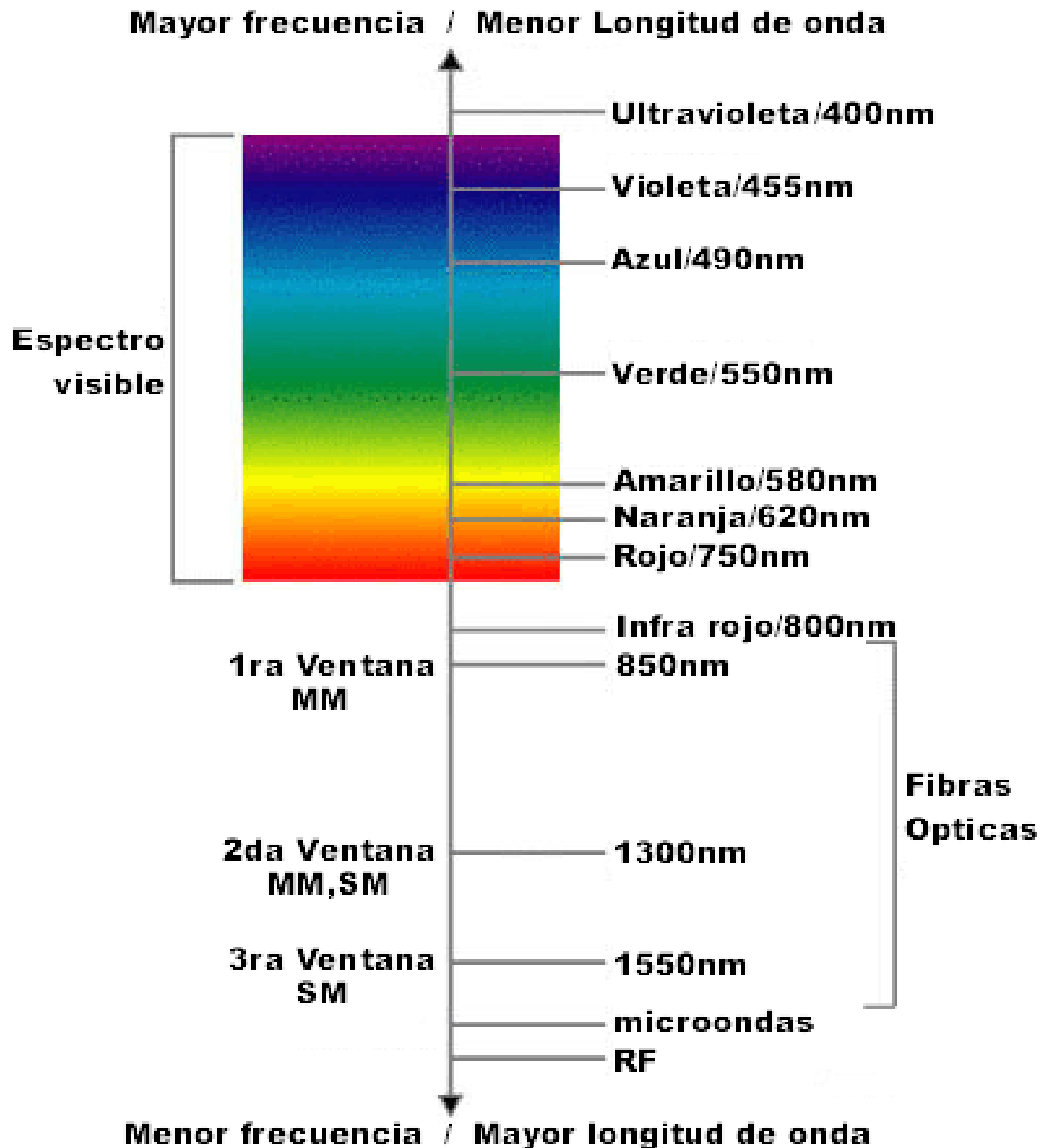
Disminuye a medida que nos alejamos de la fuente.

Limitado por la dispersión de la luz (modal y cromática).

Ensanchamiento del pulso transmitido.

Se expresa en GHz.km

VENTANAS DE OPERACIÓN DE LA FO EN EL ESPECTRO



VENTANAS DE OPERACIÓN

Atenuación en
[dB/km]

1^{era} Ventana
850 nm
60 THz

2^{da} Ventana
1300 nm
28 THz

3^{era} Ventana
1550 nm
20 THz

10

1.0

0.1

Dispersión

Absorción Ultravioleta

Absorción Infraroja

800

1000

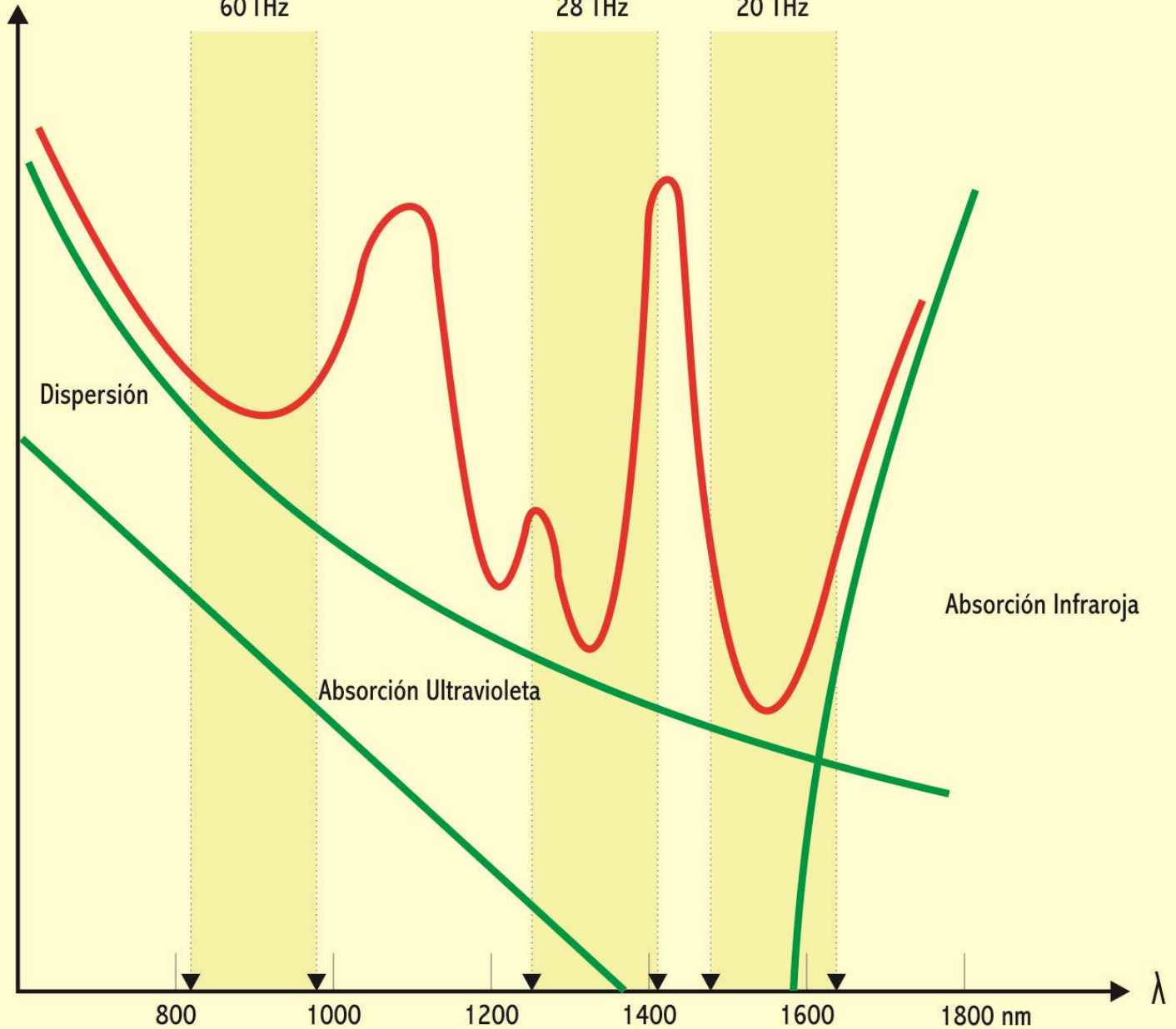
1200

1400

1600

1800 nm

λ



TIPOS DE FIBRA ÓPTICA SEGÚN VENTANA

| Longitud de onda | Tipo de Fibra (núcleo/revestimiento) | distancia máxima | |
|------------------|---|------------------|------------------------|
| 850 nm | 100/140 μm 85/125 μm 62.5/125 μm 50/125 μm | multimodo | 0.1 0.5 1 5 10 50 +100 |
| | | | 0.1 0.5 1 5 10 50 +100 |
| | | | 0.1 0.5 1 5 10 50 +100 |
| | | | 0.1 0.5 1 5 10 50 +100 |
| 1330 nm | 50/125 μm | monomodo | 0.1 0.5 1 5 10 50 +100 |
| | 9/125 μm | | 0.1 0.5 1 5 10 50 +100 |
| 1550 nm | 9/125 μm | | 0.1 0.5 1 5 10 50 +100 |

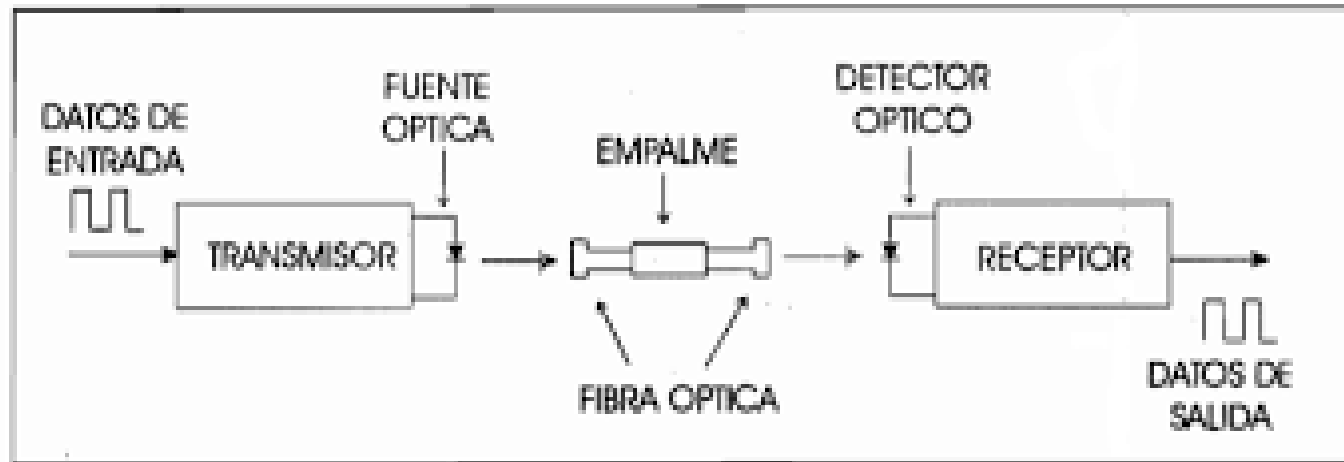
PÉRDIDAS EN FO

Disminución de potencia de luz y reducción del ancho de banda

Tipos de pérdidas

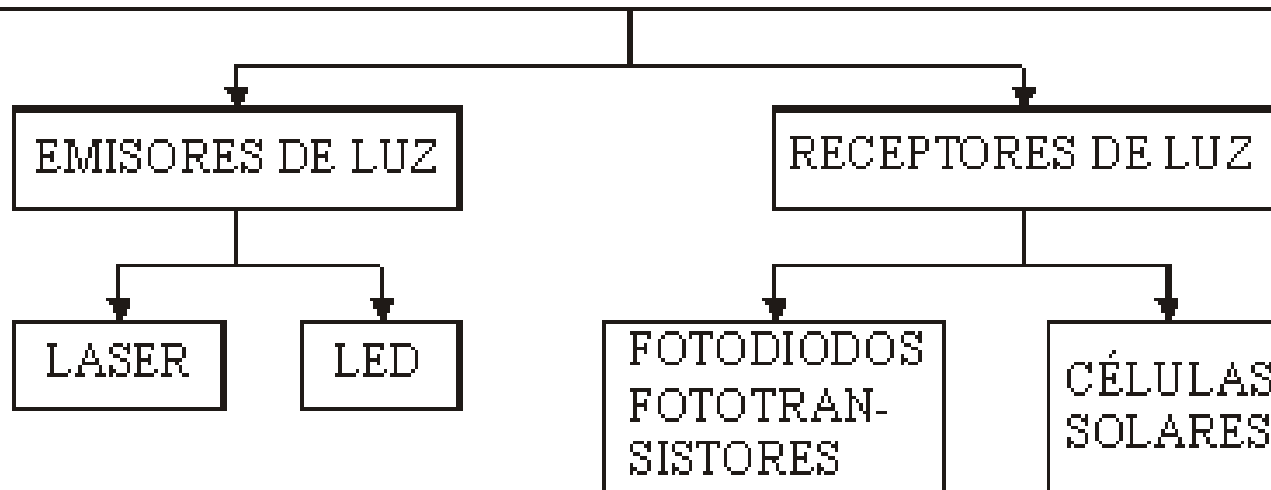
- **Dispersión modal** (+ importante. En FO multimodo. Distintos tiempos de propagación. Ensanchamiento de pulso)
- **Dispersión cromática** (caso de LED. Velocidades diferentes según λ)
- **Absorción y radiación** (por impurezas que se incorporan al silicio para obtener distintos n)
- **Acoplamiento** (conectorizado y empalmes)
- **Dispersión de Rayleigh** (por irregularidades al solidificarse el estado plástico)

SISTEMA OPTOELECTRÓNICO



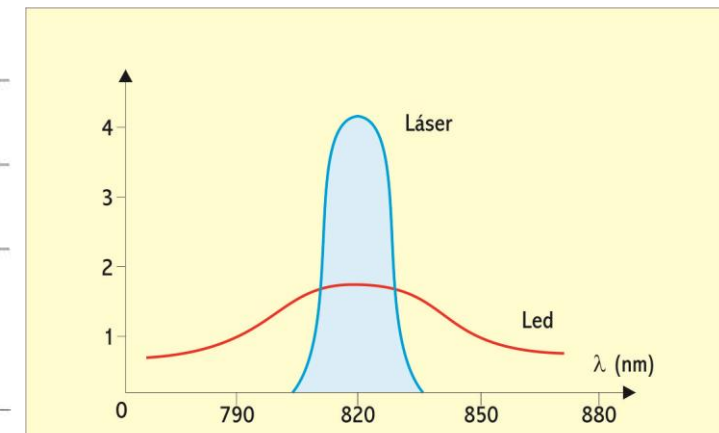
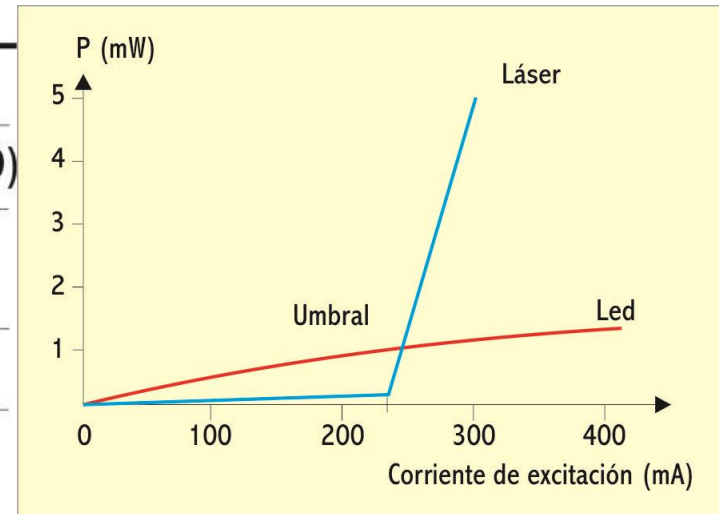
Enlace punto a punto por fibras ópticas

DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES OPTOELECTRÓNICOS



EMISORES DE LUZ COMPARADOS

| Característica técnica | LED | LASER |
|--|----------------------|-----------------------|
| Tipo de luz emitida | Incoherente | Coherente |
| Potencia óptima emitida | Baja (Fig. 5 - 49) | Alta (Fig. 5 - 49) |
| Potencia frente a longitud de onda. (Ancho espectral) | Grande (Fig. 5 - 50) | Pequeño (Fig. 5 - 50) |
| Direccionamiento de la luz | Menor | Mayor |
| Tiempo de crecimiento Tiempo necesario para que la tensión pase de 10% al 90% de ese valor típico | 100 ns | 1 ns |
| Confiabilidad | Mayor | Menor |
| Vida útil | Aprox. 10^5 h | Aprox. 10^5 h |
| Necesidad de circuitos estabilizadores y de enfriamiento | No | SI |
| Ruido modal (Distorsión de amplitud) | Bajo | Alto |
| Costo | Bajo | Alto |



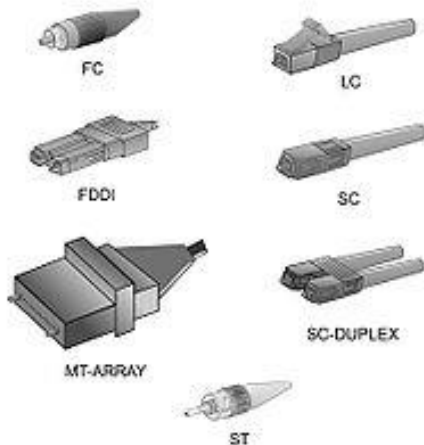
Nota: El ancho espectral del láser es más estrecho que el del diodo LED; típicamente de 1 a 6 nm para el primero, y de 25 a 40 nm, para el segundo.

CABLES ÓPTICOS

MONOFIBRA



CONECTORES



CAJA DE EMPALME

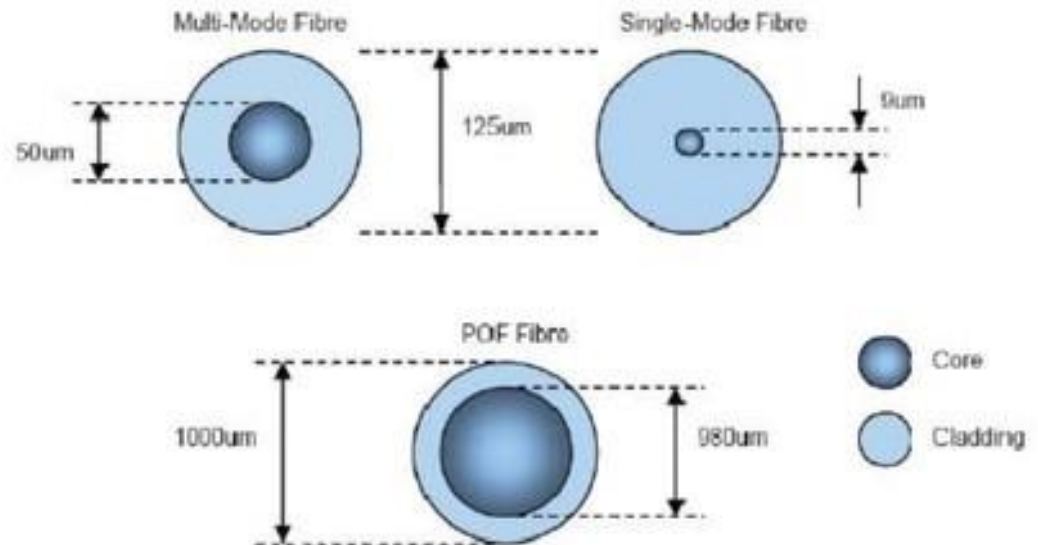


EMPALMADORA



FIBRA ÓPTICA PLÁSTICA (POF)

| Consideration | Plastic Fibers | Glass Fibers |
|-------------------------------|----------------|--------------|
| Cost | ■ | |
| Signal Strength | ■ | |
| Flexibility | ■ | |
| Extreme Temperatures | | ■ |
| Corrosive or Wet Environments | | ■ |
| Vacuum Environments | | ■ |
| Infrared Light | | ■ |
| Visible Light | ■ | ■ |
| Special Assemblies | ■ | ■ |



<https://www.bannerengineering.com/us/en/company/expert-insights/plastic-glass-fiber-optics-how-to-choose.html>

RESUMEN DE PROPIEDADES

GRAN ANCHO DE BANDA

**INMUNIDAD AL RUIDO
Y A LAS INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS**

TAMAÑO Y PESO ADECUADOS

USA BAJAS POTENCIAS

BAJA ATENUACIÓN

**MULTIPLEXIÓN
POR DIVISIÓN DE LONGITUD DE ONDA (WDM)**

EMPLEO DE FO

BACKBONE DE REDES

CABLES SUBMARINOS

ANILLOS SDH / SONET

RED FDDI (FIBER DISTRIBUTION DATA INTERFACE)

HFC (HYBRID FIBER COAX)

FTTH (FIBER TO THE HOME)

FTTC (FIBER TO THE CURB)

FTTB (FIBER TO THE BUILDING)

FTTO (FIBER TO THE OFFICE)

PERFORMANCE DATA

| Part Number | Fiber Type | | Attenuation (dB/km) | | | Bandwidth (MHz-km.) | |
|-----------------|-------------|---------|---------------------|--------|--------|---------------------|--------|
| | | | 850nm | 1300nm | 1550nm | 850nm | 1300nm |
| OPXXXXCB3510/15 | FDX | Maximum | 3.5 | 1.0 | N/A | 160 | 500 |
| | | Typical | 2.9 | 0.55 | N/A | | |
| OPXXXXAB0504 | Single-Mode | Maximum | N/A | 0.5 | 0.4 | N/A | N/A |
| | | Typical | N/A | 0.4 | 0.3 | | |

ORDERING DATA

OUTSIDE PLANT &

RISER UL LISTED OFNR CSA FT4 IEEE 383 FLAME TEST

| Part Number Standard / Riser | Outside Diameter | | Weight | | Minimum Bend Radius | | | |
|---------------------------------|------------------|-----|---------|-------|---------------------|------|-----------|-----|
| | inches | cm | Lbs/kft | kg/km | Installation | | Long Term | |
| OPD002 / OPR002 | 0.360 | 9.1 | 46 | 68 | 5.4 | 13.7 | 3.6 | 9.1 |
| OPD004 / OPR004 | 0.360 | 9.1 | 46 | 68 | 5.4 | 13.7 | 3.6 | 9.1 |
| OPD006 / OPR006 | 0.360 | 9.1 | 46 | 68 | 5.4 | 13.7 | 3.6 | 9.1 |
| OPD012 / OPR012 | 0.390 | 9.9 | 51 | 76 | 5.9 | 14.9 | 3.9 | 9.9 |

ARMORED OUTSIDE PLANT

| Part Number | Outside Diameter | | Weight | | Minimum Bend Radius | | | |
|-------------|------------------|------|---------|-------|---------------------|------|-----------|------|
| | inches | cm | Lbs/kft | kg/km | Installation | | Long Term | |
| OPA002 | 0.530 | 13.5 | 114 | 168 | 15.9 | 40.3 | 15.9 | 40.3 |
| OPA004 | 0.530 | 13.5 | 114 | 168 | 15.9 | 40.3 | 15.9 | 40.3 |
| OPA006 | 0.530 | 13.5 | 114 | 168 | 15.9 | 40.3 | 15.9 | 40.3 |
| OPA012 | 0.580 | 14.7 | 123 | 183 | 17.4 | 44.0 | 17.4 | 44.0 |

Maximum Tensile Loading: Installation 600 Lbs, 2670 N
Long term 200 Lbs, 890 N

The UNI-Lite cables are designed to be compatible with the following installation environments:

- Interbuilding Conduit With or Without Duct Liner
- Building Riser/Backbone
- Direct Burial
- Interbuilding Tray
- Lashed Aerial
- Industrial Outside Plant



Berk-Tek

Corporate Headquarters
and Sales Office
132 White Oak Road
New Holland, PA 17557
P717.354.6200
F717.354.7944

1-800-BERK-TEK

The information contained herein is believed to be true and reliable. Berk-Tek reserves the right to improve, enhance and modify the specifications of these products without prior notification.

FOLLETO TÉCNICO DE FO

DATOS PARA DECISIONES

| | FO | COAXIL | PAR METÁLICO |
|-------------------------------|---|---------------------------------|--------------------------------------|
| ATENUACIÓN TÍPICA | --- 0.3 a 3.5 dB/km (según ventana) | -- 7dB/100m (100 MHz) | - 20 dB/100m (100 MHz UTP) |
| ANCHO DE BANDA (ORDEN) | +++ GHz | ++ MHz | + MHz / KHz |
| COSTOS | + | +++ | ++ |
| COSTOS DE DISPOSITIVOS | +++ | ++ | + |

LÁSER

Transmisión de información mediante un haz de luz coherente, convenientemente modulado.

