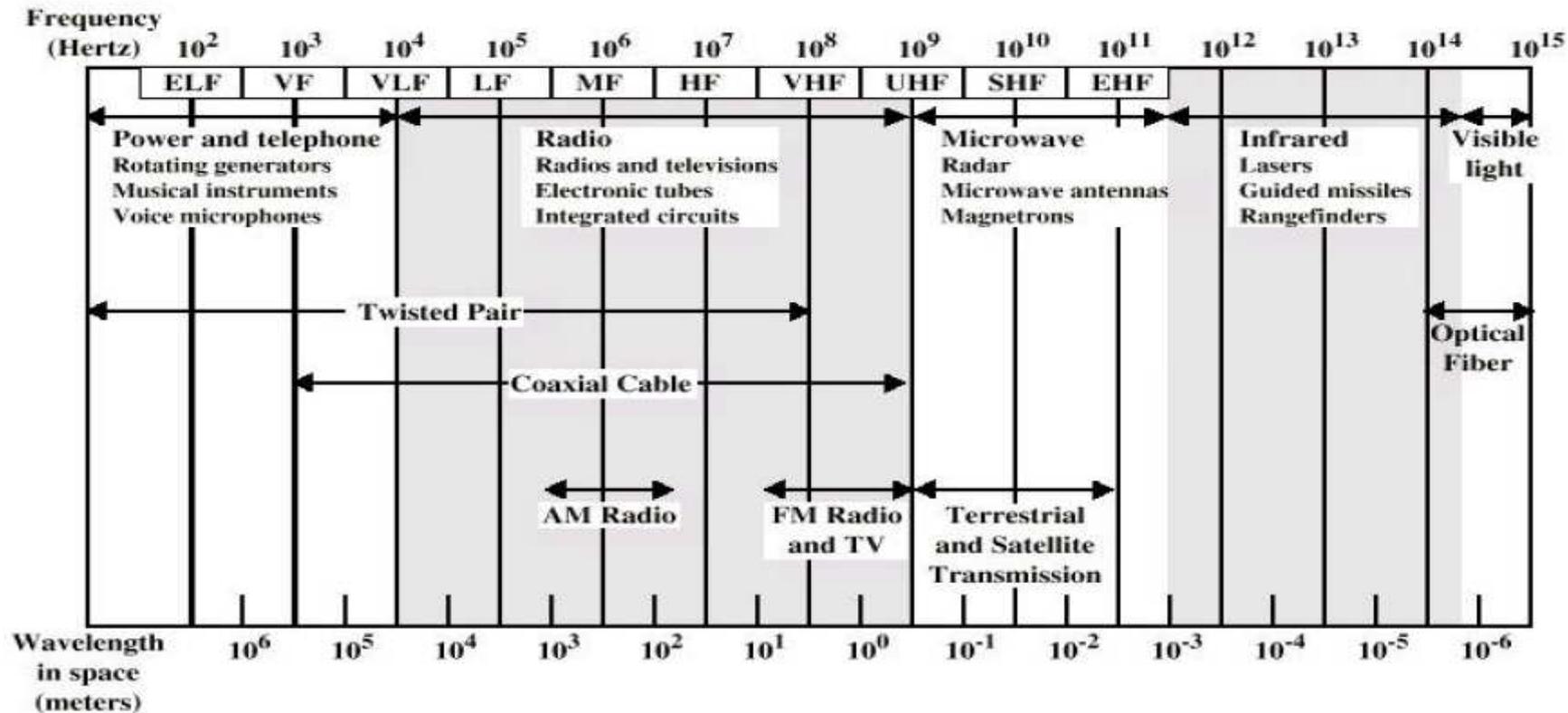


# Medios de transmisión

- Tipos de medios:
  - Guiados -> par trenzado, cable coaxial y fibra óptica
  - No guiados -> atmósfera o espacio exterior (infrarrojos, radioenlaces, satélite, radio)
- Espectro electromagnético y uso de los distintos medios



# Par trenzado

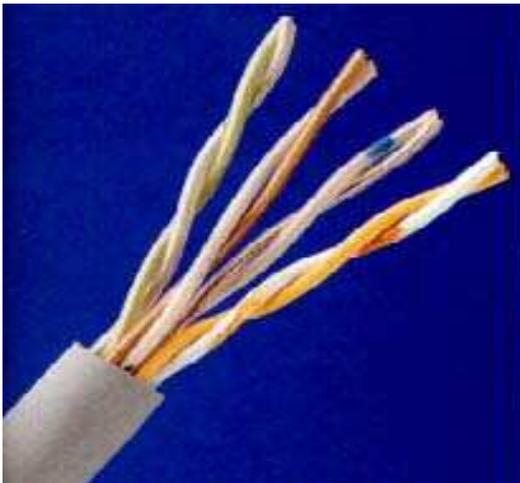
- Características

- ♦ Inicialmente pensado para telefonía: común y económico.
- ♦ Dos conductores aislados y trenzados.
  - Van trenzados para evitar que hagan de antenas.
  - Poca protección frente a interferencias.
  - Resistencia → Diámetro → Ancho de banda.
  - Blindaje.
  - Normalización: **American Wire Gauge**.

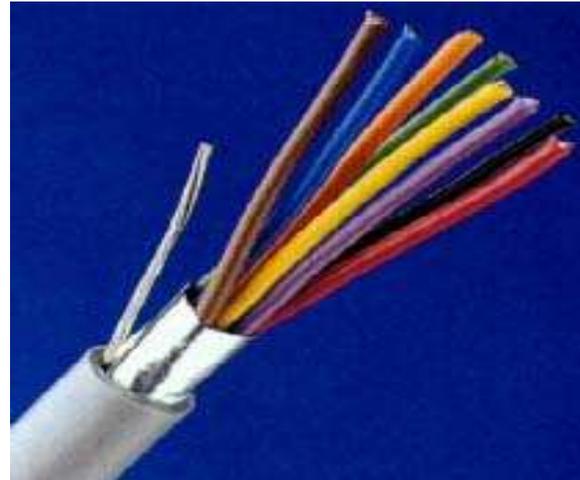


Calibre (AWG)	19	22	24	26	28
Diámetro (mm)	0.912	0.644	0.511	0.405	0.320

- Composición
  - ♦ Dos o cuatro
  - ♦ Cables multipares -> de 6 a 2200 pares.
- Tipos
  - ♦ No apantallados (UTP)
  - ♦ Apantallados (STP)



No apantallado UTP.



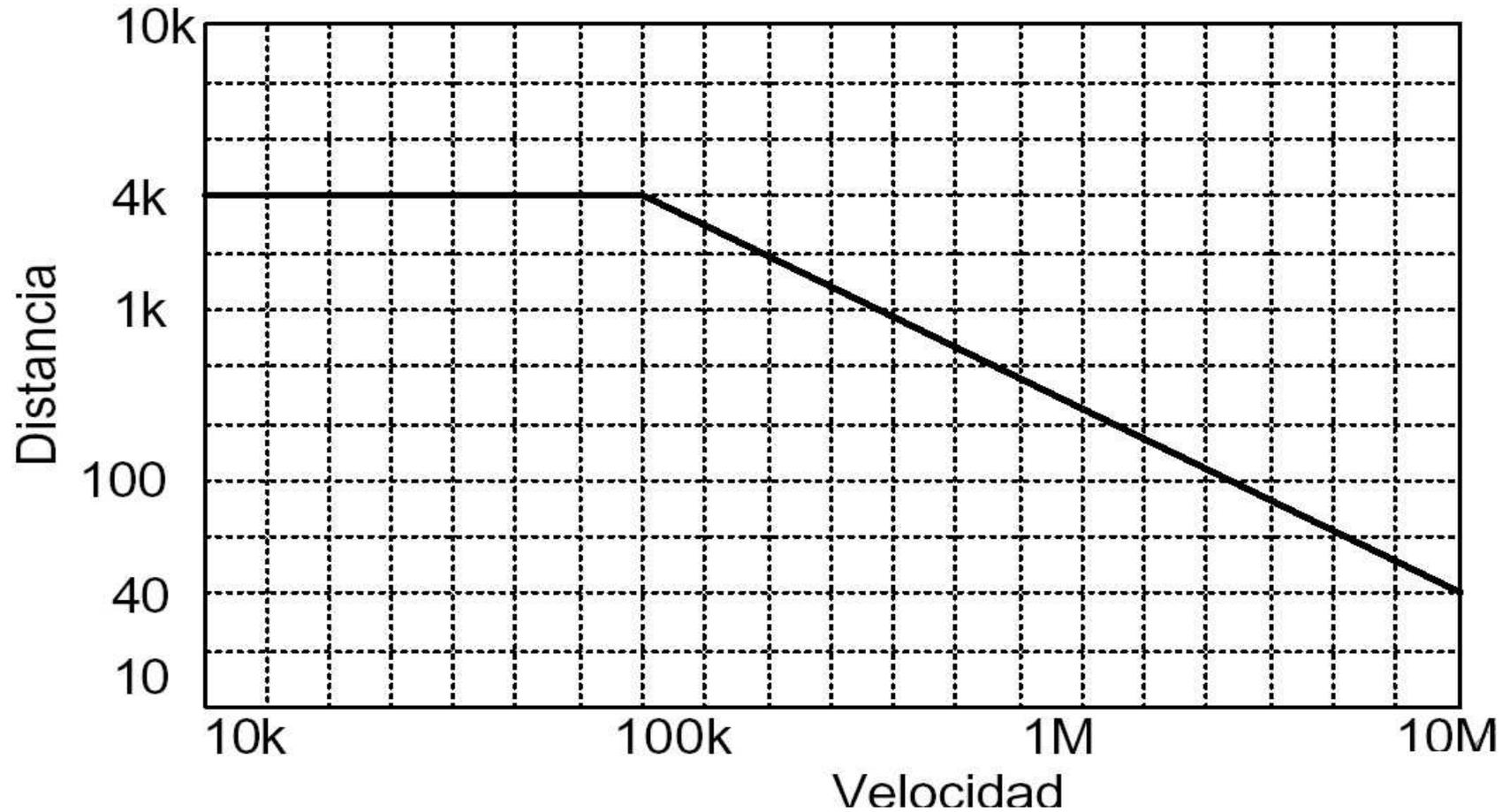
Apantallado STP.

Diámetro	0.40	0.50	0.65	0.80	0.90
Ohms/Km	143	91.4	54.5	35.7	28.2

- Cables UTP

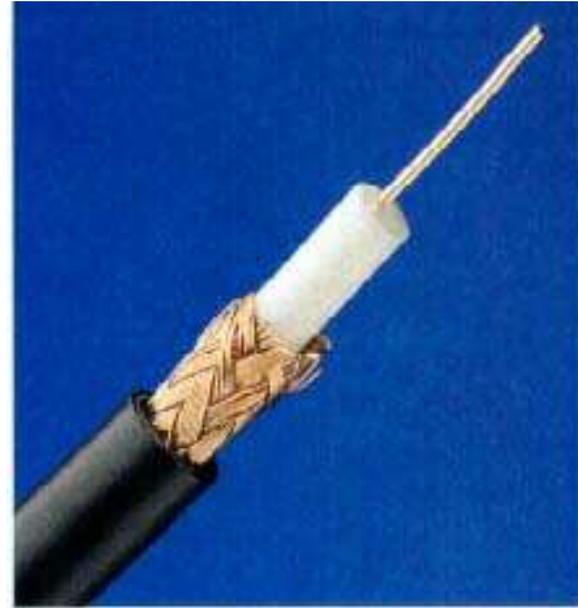
- ♦ Categoría 1: Telefonía, transporte de voz (< 1Mbps)
- ♦ Categoría 2: Datos hasta 4 Mbps. Token Ring a 4 Mbps.
- ♦ Categoría 3: Datos hasta 10 Mbps. Ethernet 10base-T. 3-4 vueltas/pie.
- ♦ Categoría 4: Token-Ring, Token-bus y 10base-T, 20MHz.
- ♦ Categoría 5: Datos hasta 100 Mbps (Fast-Ethernet).
- ♦ Redes 100baseT y 10baseT.
- ♦ Hasta 100MHz
- ♦ 3-4 vueltas/pulgada.

- Distancia máxima  $\rightarrow$  inversamente proporcional a la velocidad.



# Cable coaxial

- Dos conductores concéntricos.
- Señales TV, redes locales (Ethernet).
- Características
  - Menor atenuación -> repetidores cada Km o hasta decenas de Km, según frecuencia
  - Mejor respuesta en frecuencia.
  - Inmunidad al ruido.
  - Mayor ancho de banda que cable de pares
  - Más caro y pesado.
- Denominación: RG xx X/U (norma MIL C-17 E)



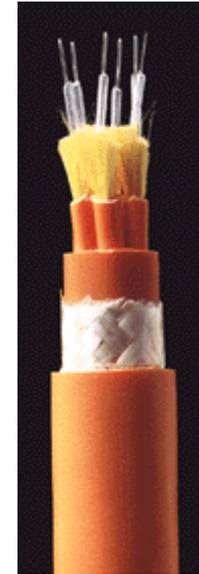
- Coaxial fino: RG 58 C/U
  - ♦ Impedancia:  $Z=50\text{ohm}$ .
  - ♦ Capacidad  $C=101\text{ pF/m}$
  - ♦ Veloc. Propagación = 66% (5ns/m)
  - ♦ Tensión máxima  $U=1.9\text{ KV}$
  - ♦ Atenuación (a 20°C)

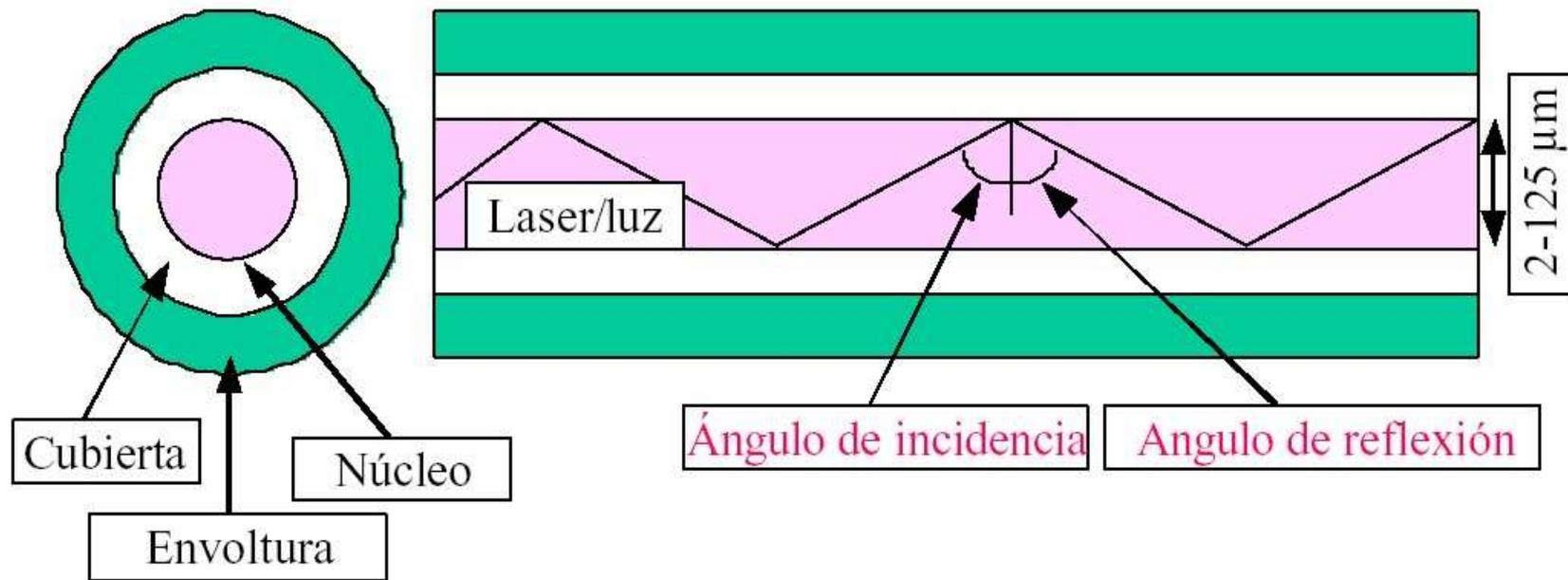
MHz	10	50	100	200	400	1000
dB/100m	4.9	12	17	26	38	65

Coaxial tipo	Capacidad (pF/m)	Velocidad propag.(%)	Vmáx (KV)	ATENUACIÓN (dB/100m) a Mhz.					
				10	50	100	200	400	1000
RG 174A/U		66	1'5	12'8	23	29'2	39'4	61	98'4
RG 122/U	101	66	1'9	5'9	14'2	23	36'1	56	95'2
RG 58 C/U	101	66	1'9	4'9	12	17	26	38	65
RFA 223/U	101	66	1'9	4'3	10	14	30	29	45
RG 223/U	101	66	1'9	3'9	9'5	15'8	23	33	54'2
RG 213 /U	101	66	5	2	4'9	7	10'5	15'5	26
RG 9 B/U	101	66	5	2'2	5'4	7'6	11'5	17'5	30
RG 21 4/U	101	66	5	2'2	5'4	7'6	10'9	17	28'9
RG 21 8/U	101	66	11	0'75	1'8	3	4'6	7	12
RG 177 /U	101	66	11	0'78	1'8	3'1	4'6	7'9	14'5

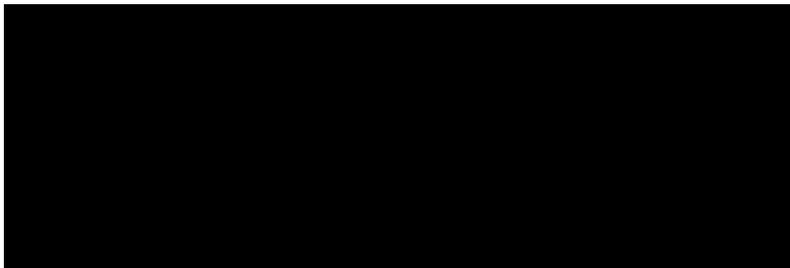
# Fibra óptica

- Formado por una o varias hebras de cristal o plástico.
- Transmisión por luz infrarroja
  - Ventana de 850nm -> distancias cortas y medias
  - Ventana de 1300nm -> distancias largas, menor atenuación
  - Ventana de 1550 nm -> distancias largas, menor atenuación
- Reflexión de la luz
- Propiedades.
  - Gran ancho de banda (hasta 2Gbps)
  - Baja atenuación.
  - Inmunidad ruido electromagnético.
  - Baja potencia.
  - Poco peso y tamaño.
  - Transmisión al larga distancia (decenas de Km)
  - Necesidad de conversiones electricidad/luz

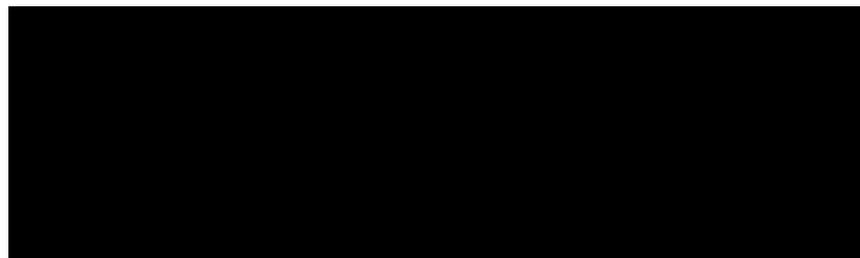




- Angulo de incidencia menor que un cierto ángulo => reflexión
- Según la anchura del núcleo
  - ♦ Fibras multimodo (anchura del nucleo mucho mayor que la longitud de onda de la portadora) -> varios modos de propagación
  - ♦ Fibras monomodo (anchura del nucleo cercana a la longitud de onda de la portadora)-> un solo modo de propagación



Fibra multimodo



Fibra monomodo

# Dispersión en la fibra



- Tipos de dispersión
  - Dispersión modal -> la luz viaja por distintos caminos (distintas longitudes) => depende de la fibra
  - Dispersión espectral -> las distintas longitudes de onda de la luz sufren distintos retardos => depende de la fuente de luz.
- Tipos de fuentes de luz
  - LED -> luz poco coherente => uso en fibras multimodo en la primera ventana
  - ILD (Injection Laser Diode) -> luz coherente => uso en fibras monomodo en la segunda y tercera ventanas.
- Detectores => fotodiodos polarizados en inverso

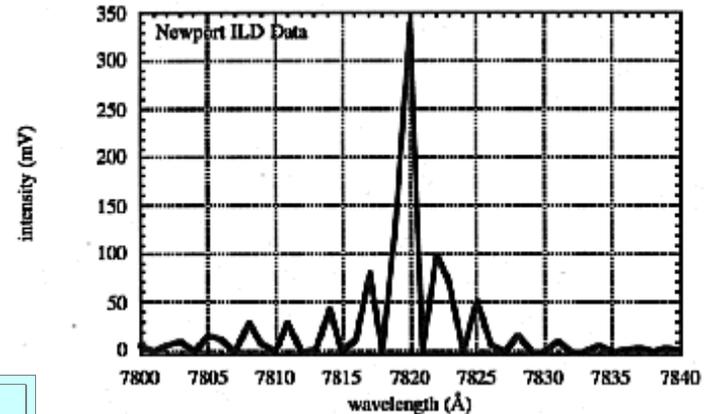
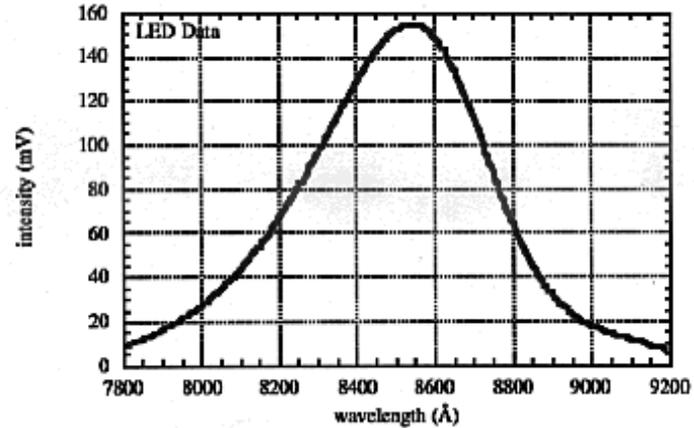
# Fuentes de luz

- LED

- Luz poco coherente => distintas velocidades de propagación.
- Baja potencia => menor alcance
- Bajo coste

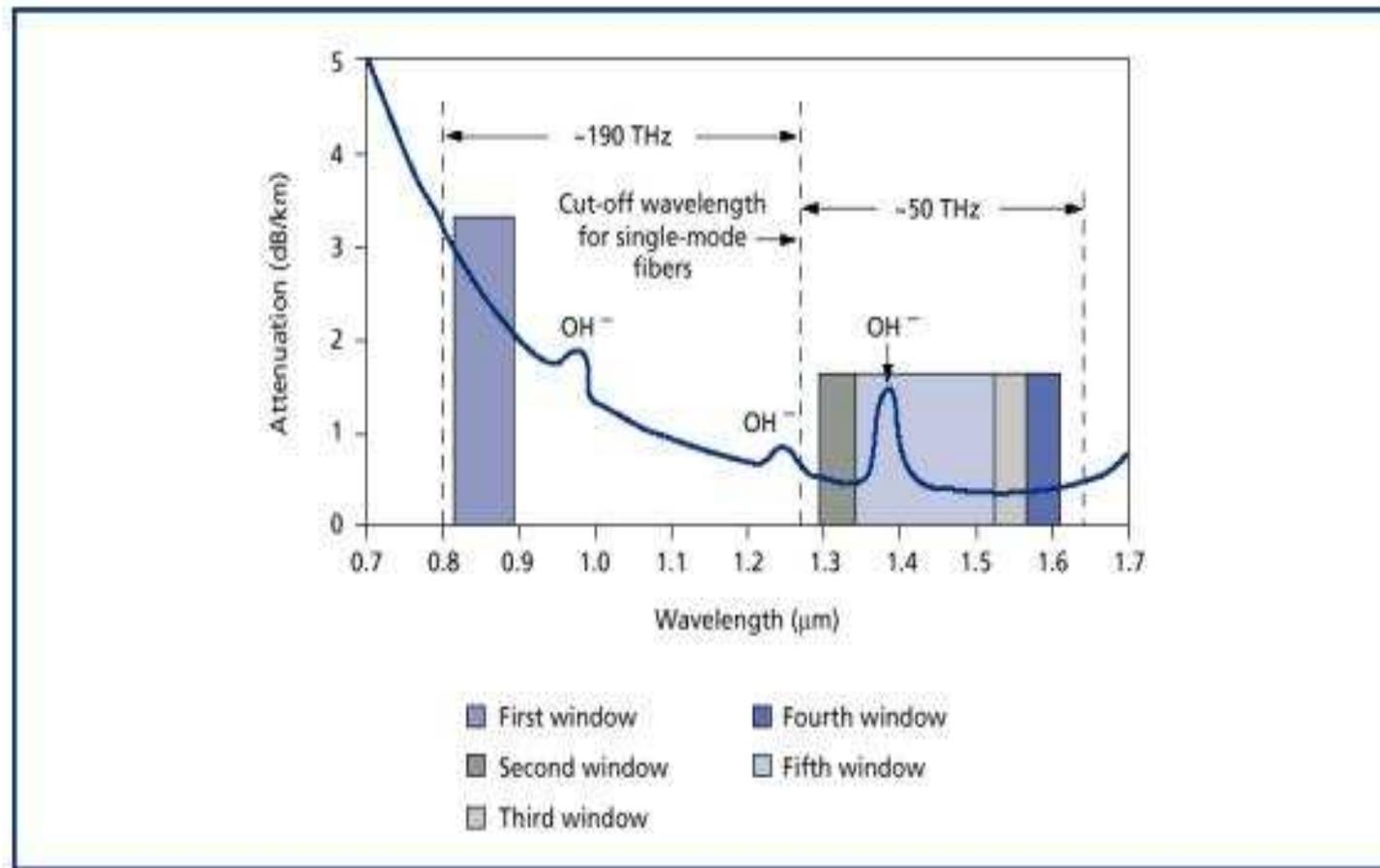
- ILD

- Luz mucho más coherente => menor dispersión espectral
- Alta potencia => más alcance
- Mayor coste



Características	LED	Laser
Ancho espectral	20-60 nm	0.5-6 nm
Corriente	50 mA	150 mA
Potencia de salida	5 mW	100 mW
Velocidad	100 MHz	2 GHz
Tiempo de vida	10,000 hrs.	50,000 hrs.
Costo	\$1.00- \$1500	\$100 - \$10000

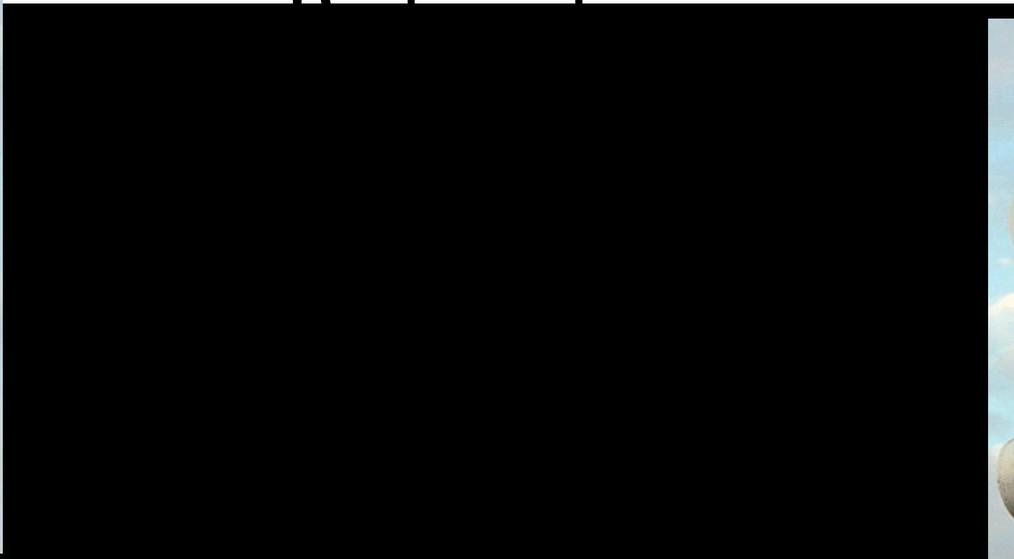
# Pérdidas en la fibra



- Pérdidas -> dependen de la frecuencia de la portadora
- Segunda y tercera ventana -> menos pérdidas => transmisión a larga distancia.

# Transmisión por radio

- Bandas de frecuencia VLF-UHF (aprox 50Khz – 3Ghz)
- Transmisión omnidireccional
- Antenas monopolares o dipolares  $\frac{1}{2}\lambda$  –  $\frac{1}{4}\lambda$
- Transmisión
  - ♦ Bajas frecuencias
    - › Ondas terrestres -> poca atenuación por obstáculos (larga distancia)
    - › Poco ancho de banda
  - ♦ Altas frecuencias
    - › Ondas espaciales (propagación en línea recta) -> gran atenuación
    - › Mucho mayor ancho de banda
- Usos:
  - ♦ Radiodifusión comercial (AM, FM..)
  - ♦ Televisión
  - ♦ Telefonía móvil
  - ♦ Radiocomunicación (Banda Ciudadana, 2metros,...)
  - ♦ Varios (telecontrol, telemando, telemedida, servicio móvil marítimo, radiobalizas, RLAN/WiFi, etc.)

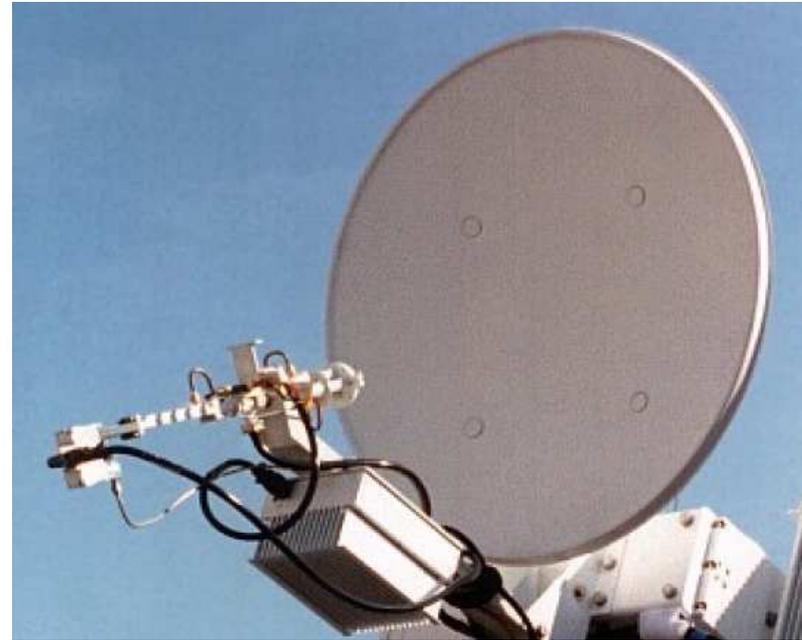


- Enlaces via radio -> microondas (1-40Ghz,  $\lambda=30\text{cm}-1\text{mm}$ )
- Propagación en línea recta hasta 30-50Km (punto a punto)
- Mucha atenuación por obstáculos => visión directa
- Antenas de tamaño varias veces  $\lambda$
- Haz muy direccional: entre  $1^\circ$  y  $5^\circ$  -> parabólicas
- No son necesarios permisos para “utilizar el aire”
- Problemas con la difracción en el aire y el agua.
- Muy gran ancho de banda (mayor a mayor frecuencia)

# Antenas usadas en los radioenlaces



Pantalla para reducir lóbulos laterales



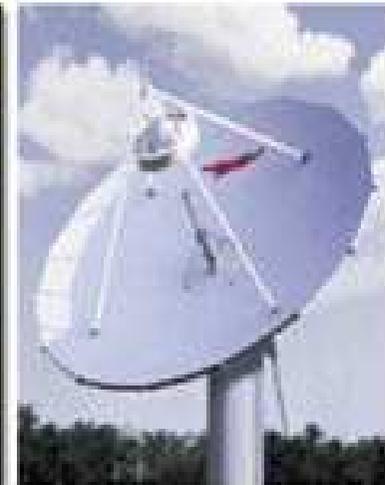
Convencional



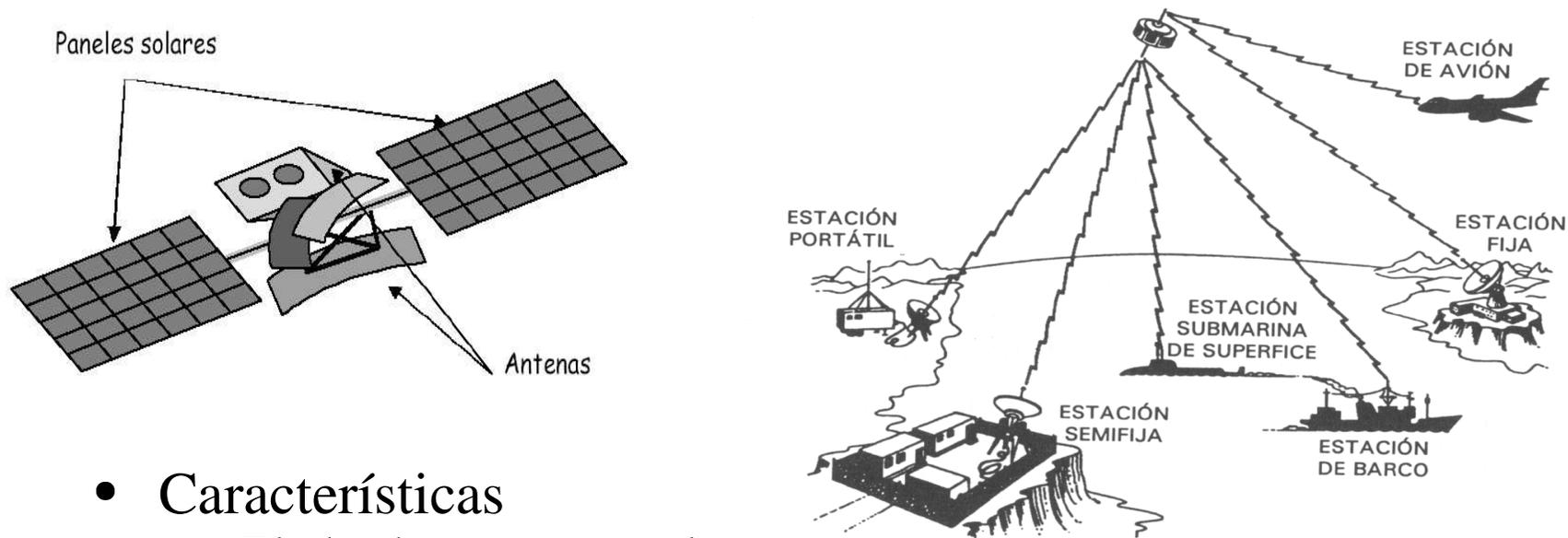
Cassegrain



Gregoriano



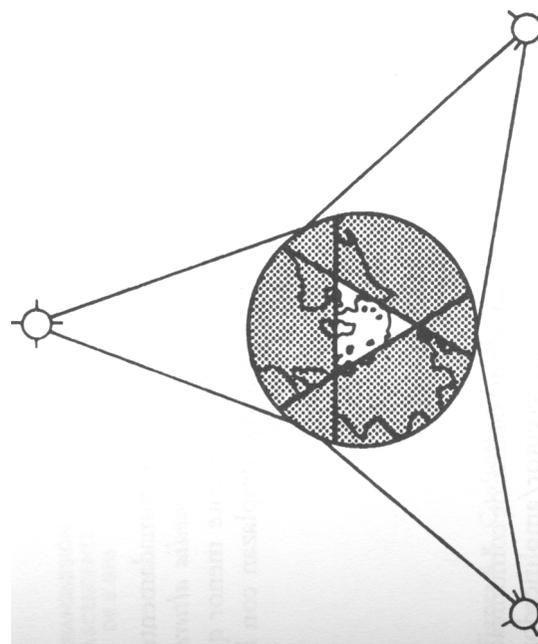
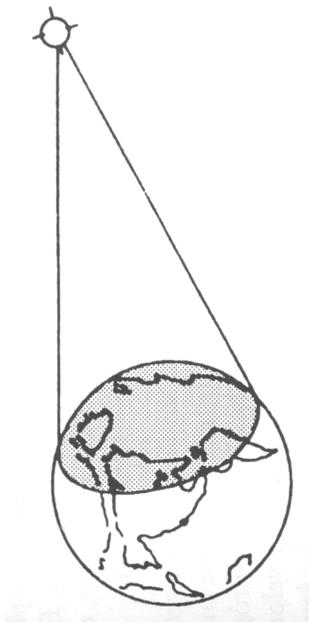
# Transmisión por satélite



- Características

- ♦ Eluden barreras naturales
- ♦ Alcance todo el planeta (sin necesidad de otras infraestructuras)
- ♦ Retardos de propagación (señal viaja 72.000km)
- ♦ Atenuación por lluvia, nieve, etc.
- ♦ Interferencias de radio, microondas, etc.
- ♦ Costes de lanzamiento muy altos, pero rentable para transmisiones a muy larga distancia
- ♦ Gran ancho de banda

- Tipos
  - ♦ Satélite pasivo
    - › Refleja la señal de radio procedente de la tierra
    - › Señal ascendente y descendente de la misma frecuencia
  - ♦ Satélite activo
    - › Recibe la señal, la amplifica y la envía
    - › Frecuencias ascendente y descendente distintas.
- Frecuencias
  - ♦ 30Mhz – 40Ghz
  - ♦ Distintas bandas para distintas aplicaciones
- Usos
  - ♦ Transmisión a larga distancia
  - ♦ GPS
  - ♦ Telefonía por satélite
  - ♦ Aplicaciones espaciales
  - ♦ Usos militares



- **Satélites geoestacionarios**

- ♦ Satellite mantiene altura si  $\text{peso} = \text{fuerza centrífuga} \Rightarrow \text{velocidad}$
- ♦ A 36.000Km de altura velocidad = 1 vuelta cada 24h  $\Rightarrow$  igual que la tierra  $\Rightarrow$  posición “fija”
- ♦ Un satélite geoestacionario cubre casi la mitad de la tierra.