

Instrumental de Medición

OBJETIVOS DEL MÓDULO:

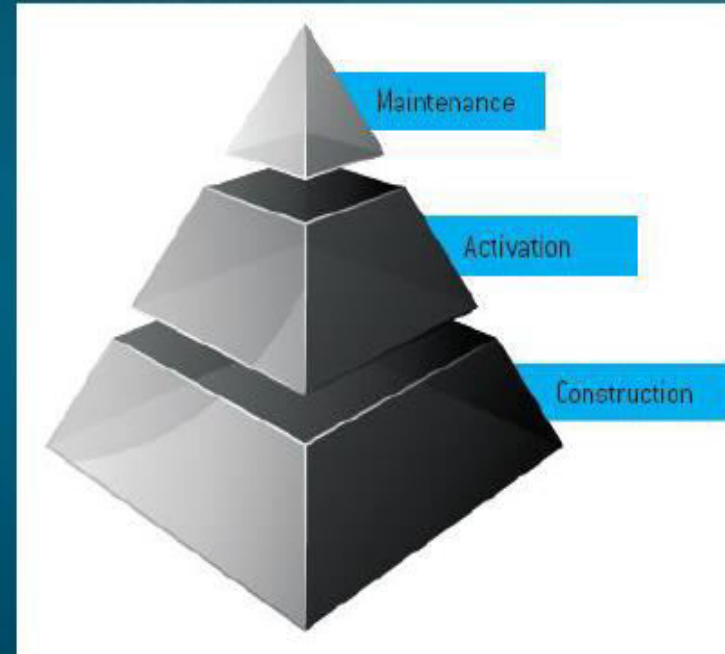
Conocimiento del funcionamiento del instrumental de medición e interpretación de resultados

- Reflectómetro Óptico (OTDR)
 - Principio de funcionamiento
 - OTDR - Características
 - Registro e interpretación de Eventos
 - Eventos Reflectivos
 - Eventos No- Reflectivos
- Medidores de Potencia Óptica
 - Medición de Potencia Óptica de fuentes
 - Medición de Atenuación de Fibras y Conectores
 - Medición de Atenuación de Splitters Ópticos
- Lápiz localizador de Fallas

Mediciones para asegurar la calidad en todas las etapas de la red

1. Construcción

- Inspección de conectores
- Medición de pérdidas ópticas End to End
- Medición de pérdidas de inserción
- Medición de pérdida de Retorno Óptico (ORL)
- Caracterización del enlace End to End



2. Activación de servicio

- Limpieza de conectores
- Medición de potencia
- Emulación de ONT
- Validación de la conexión a Internet (cable, fibra o wifi)

3. Mantenimiento y Troubleshooting

- Localización de fallas
- Validación de la velocidad de internet
- Interferencia de canales WiFi

Reflectómetro Óptico (OTDR)

CePETel

Sindicato de los Profesionales
de las Telecomunicaciones

El Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo (OTDR) proporciona una vista interior de la fibra óptica y nos permite calcular su longitud , atenuación , roturas , pérdidas por empalme , por conector y total .

Opera mediante la transmisión de un pulso óptico a través de la fibra.

La pérdida de señal se mide al graficar las reflexiones de un pulso de luz a medida que se retrodispersa por la estructura de vidrio o se refleja más definidamente debido a una falla o rotura en la fibra, la distancia a la falla se mide por el tiempo transcurrido entre el momento de originarse el pulso y la llegada de la luz retroreflejada en el OTDR.

Los OTDR identifican y localizan específicamente eventos individuales a lo largo de un tramo de fibra, por medio de una prueba desde un solo extremo. La unidad transmite señales de luz pulsada a lo largo de un tramo de fibra en el que se produce dispersión de luz debido a discontinuidades como conectores, empalmes y dobleces. Luego, el OTDR detecta y analiza las señales que son devueltas por las reflexiones de Fresnel y la retrodispersión de Rayleigh.

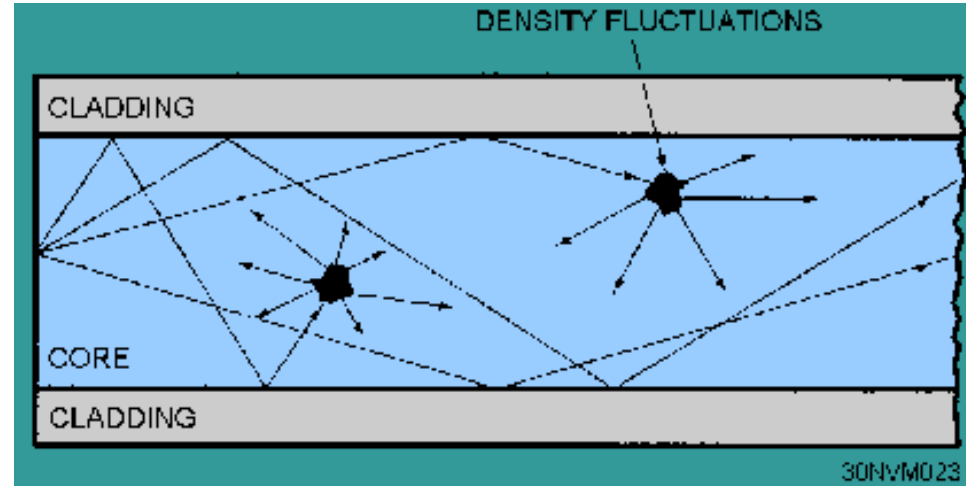
Basa su funcionamiento en dos principios :

- 1. Dispersión de Rayleigh*
- 2. Reflexión de Fresnel*

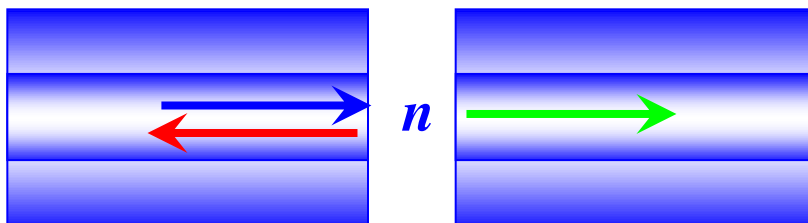


- Dispersión de Rayleigh*

Variaciones microscópicas en la densidad y concentración del vidrio que conforma la fibra óptica permiten que en cada punto del recorrido la potencia lumínica de un pulso de luz sea esparcido en todas las direcciones y parte reflejado (retro esparcido) para ser captado por un receptor óptico. Conociendo la velocidad y la diferencia del nivel de potencia retro esparcida, se puede determinar la distancia.



- Reflexión de Fresnel*



$$r = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$$

-  *rayo incidente*
-  *rayo transmitido*
-  *rayo reflejado*

Coefficiente de reflexión de Fresnel

Donde n_1 es el índice de refracción del núcleo

Modelos (OTDR)



OTDR de banco

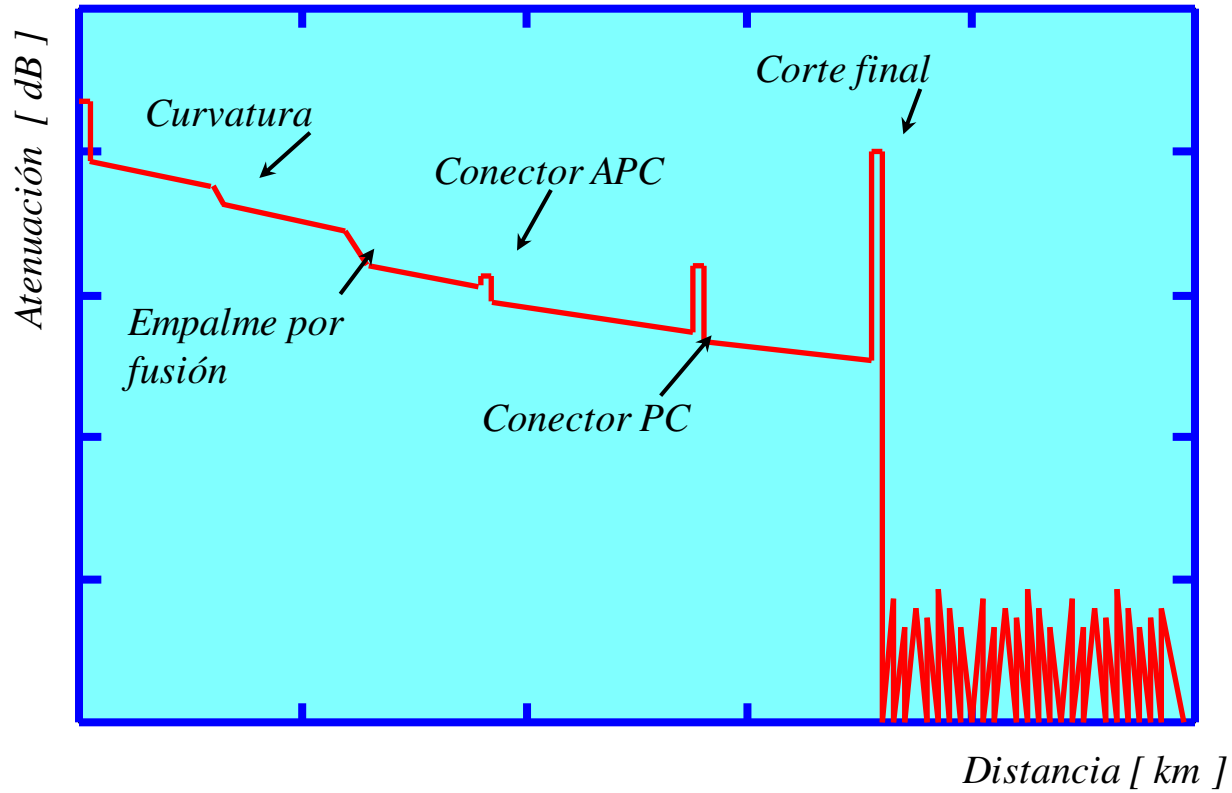


OTDR Palm

MARCAS MÁS CONOCIDAS

- ♣ **Gratten Technology**
- ♣ **Exfo**
- ♣ **Yokogawa**
- ♣ **Bluelight**
- ♣ **Viavi**
- ♣ **Sage Instruments**
- ♣ **INNO Instrument**
- ♣ **ShinewayTech**
- ♣ **Sonel Measurement Instruments**
- ♣ **HT Instruments**
- ♣ **Grandway**

OTDR - Registro de eventos



OTDR - Tipos de eventos registrados

- *Reflectivos:*

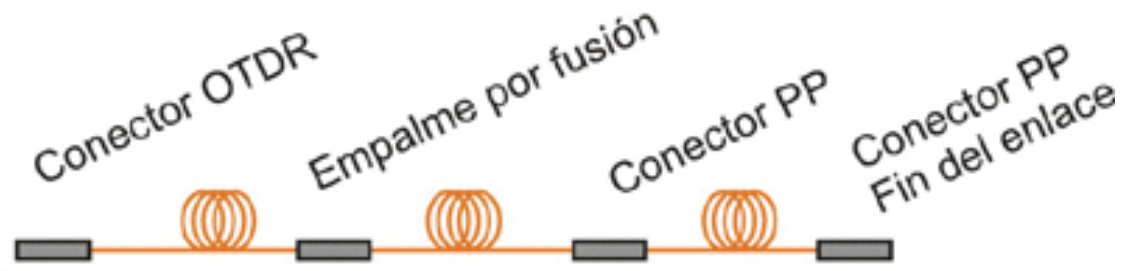
Eventos donde se producen cambios abruptos en el índice de refracción de la fibra óptica.

Causados por Conectores, Cortes de fibra, Final de línea.

- *No Reflectivos:*

Eventos donde se producen pérdidas o ganancias de potencia.

- **Perdidas:** Causados por empalmes (fusión), macro-curvaturas.
- **Ganancias:** causados por desalineamiento de núcleos, diferencias de núcleos (diferencias en los diámetros de los campos modales).



OTDR - Características

- *Zona muerta*
- *Rango dinámico*
- *Resolución (Ancho de pulso)*
- *Linealidad*
- *Precisión en longitud*
- *Longitud de onda*

OTDR - Zona Muerta

La zona muerta del OTDR se refiere a la distancia donde el OTDR no puede detectar o localizar con precisión ningún evento o artefacto en el enlace de fibra. Siempre es prominente al principio de un cable o en cualquier evento de alta reflectancia.

La zona muerta es causada por fuertes reflexiones de Fresnel (fundamentalmente conectores), por las cuales el detector del OTDR se “encandila” y no puede “ver” durante un determinado tiempo .

OTDR - Rango Dinámico

Esta especificación determina la pérdida óptica total que puede analizar el OTDR adecuado, es decir, la longitud total del enlace de fibra que puede medir el instrumento .

El rango dinámico de un OTDR se especifica en dB y estimando el valor del coeficiente de atenuación de la fibra , para esa longitud de onda , se puede estimar la máxima longitud de fibra que se puede medir con dicho OTDR

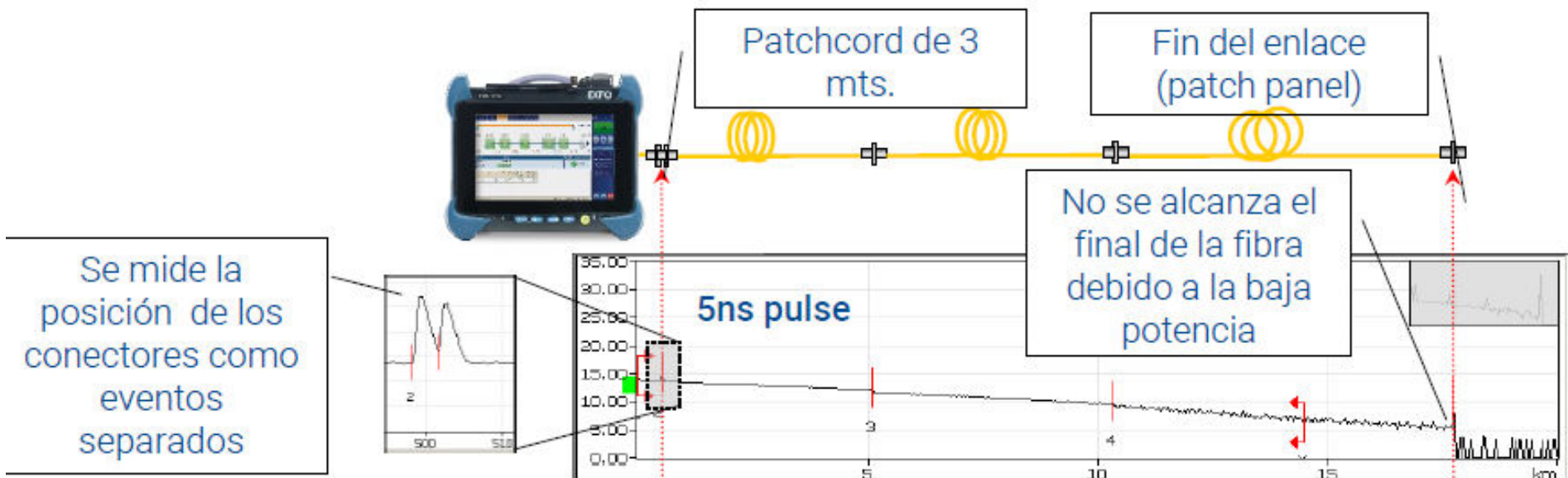
OTDR - Resolución

La resolución de un OTDR es la distancia mínima entre dos eventos, a la cual los dos eventos se “ven” como eventos diferentes.

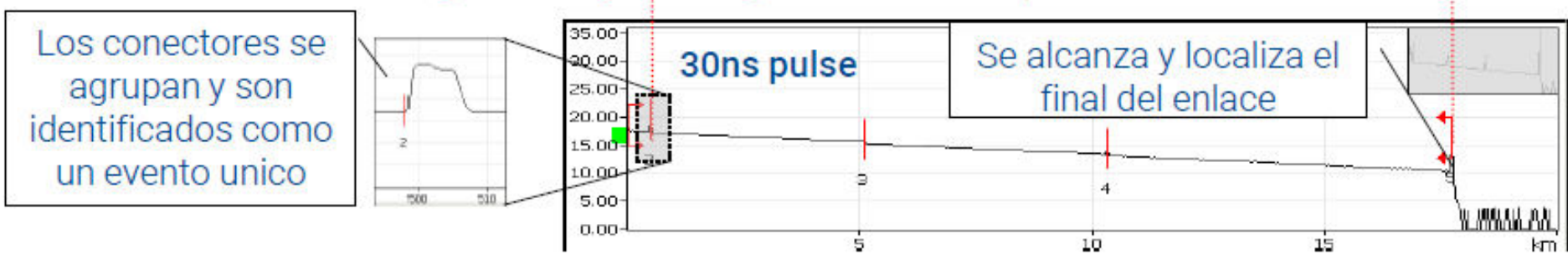
La resolución depende del ancho de pulso utilizado.

OTDR – Parámetro básico: Ancho de pulso

Pulsos cortos: mejor resolución pero menor rango dinámico



Pulsos largos: mejor rango dinámico pero menor resolución



OTDR - Linealidad

La linealidad (Precisión de Atenuación) del OTDR determina que tan cercana es la correspondencia entre un nivel óptico y un nivel eléctrico, a través de todo el rango .

OTDR - Precisión de Longitud

La precisión en la medición de longitud esta determinada por la diferencia entre el índice de refracción de grupo “ configurado en el OTDR “ y el valor real de la fibra en medición .

$$\frac{\Delta x}{x} \geq \frac{\Delta n}{n} \approx 0.3\%$$



En 1000 m se tiene una incertidumbre de 3 m

OTDR - Longitud de Onda

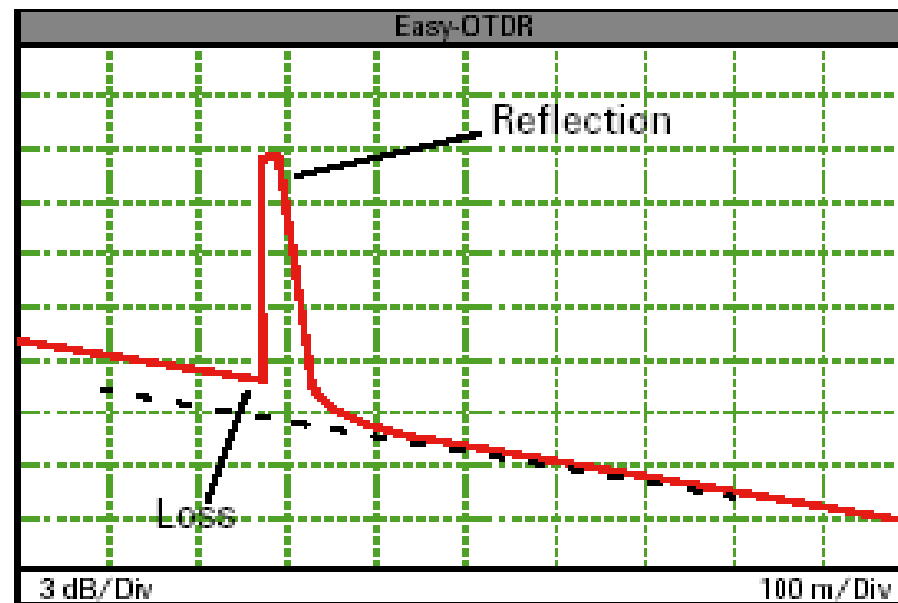
*La longitud de onda de la señal del OTDR debe ser configurada en el inicio de la medición .
Los OTDR pueden disponer de uno o varios módulos con distintas longitudes de onda .*

OTDR – Registro e interpretación de Eventos

- Registro e interpretación de Eventos
 - Eventos Reflectivos
 - Eventos No- Reflectivos

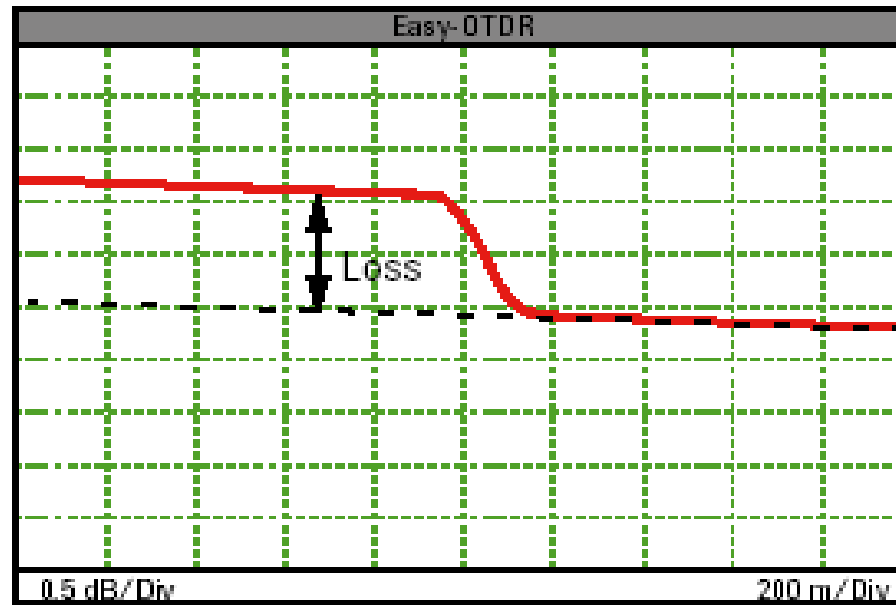
OTDR

- * Conector o empalme mecánico



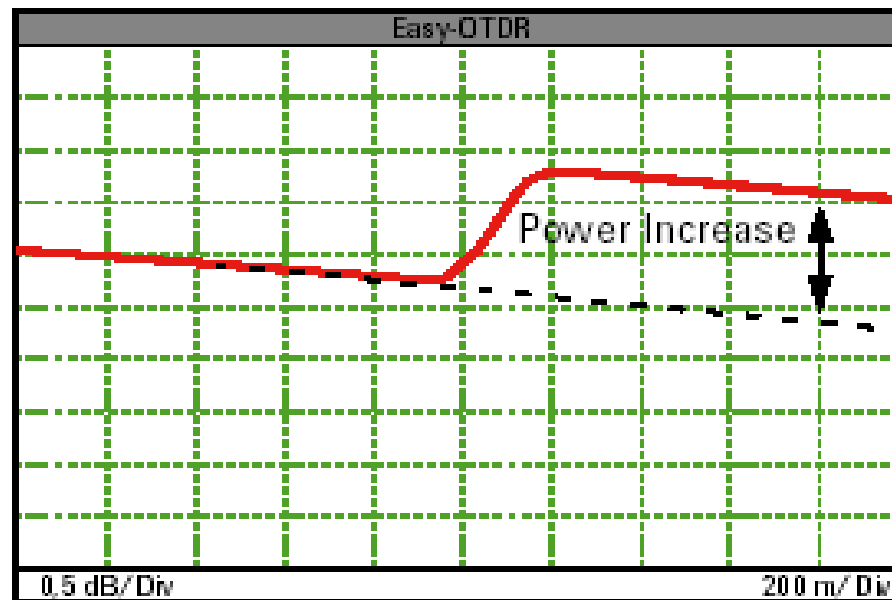
OTDR

* Empalme por fusión



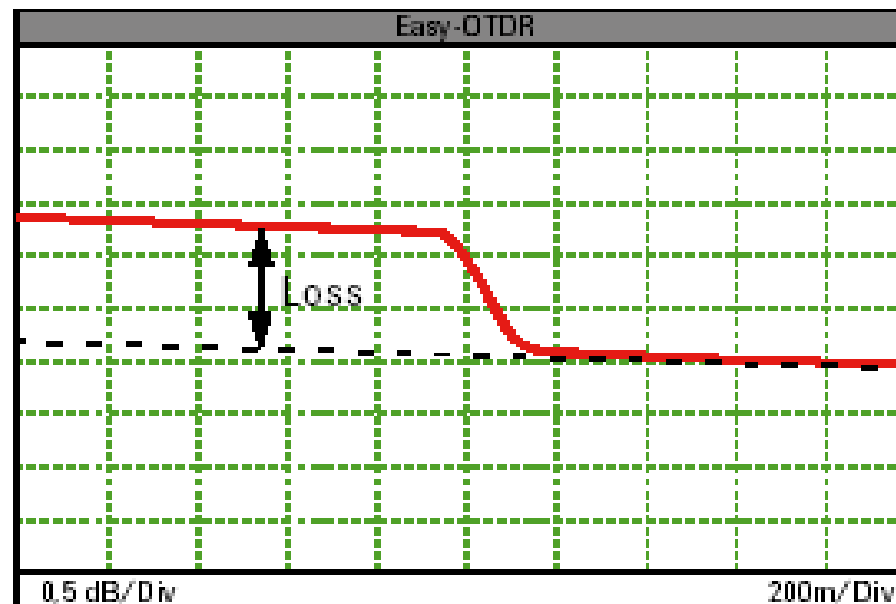
OTDR

- * Empalme por fusión (diferente diámetro)



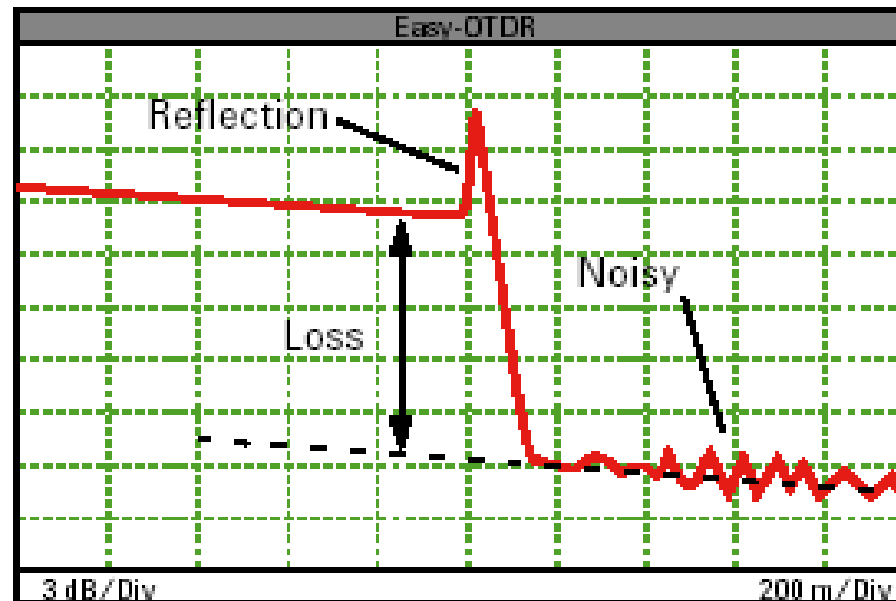
OTDR

* Curvaturas



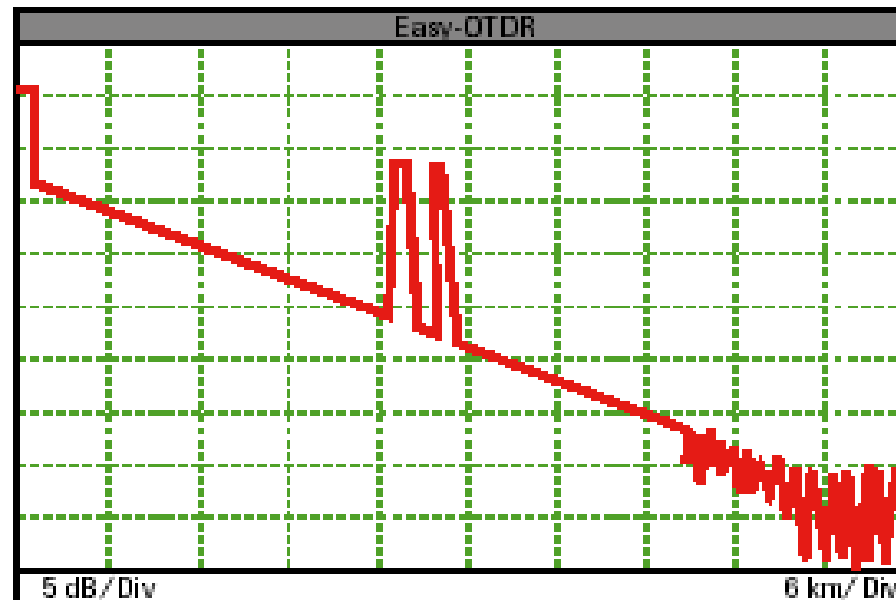
OTDR

* Roturas parciales



OTDR

* Pulsos angostos (alta resolución)



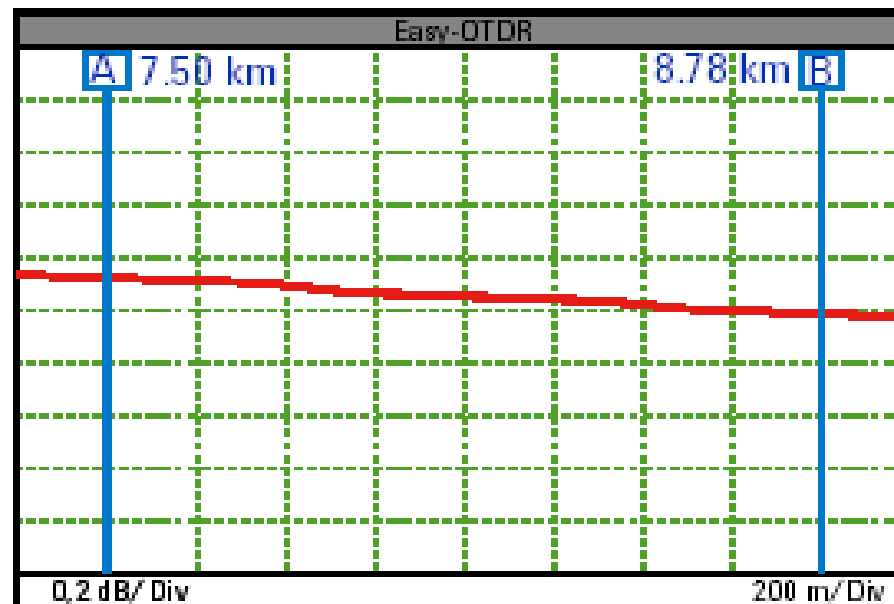
OTDR

* Pulsos anchos (alto rango dinámico)



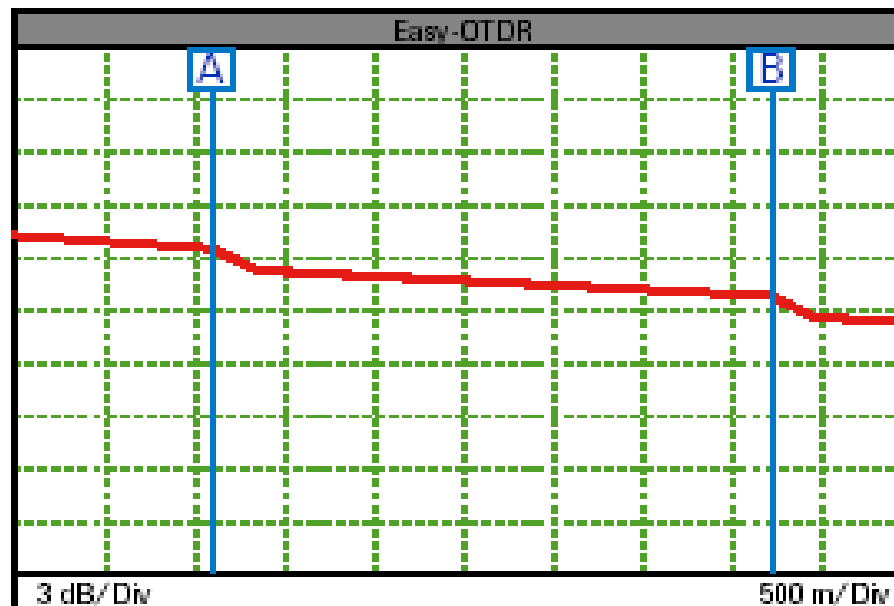
OTDR

* Marcadores



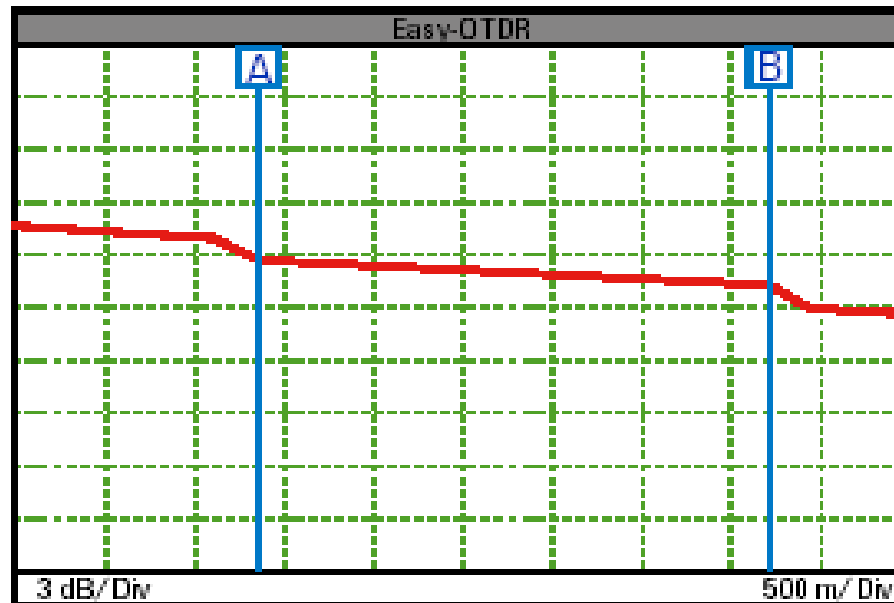
OTDR

- * Medición de la distancia entre eventos

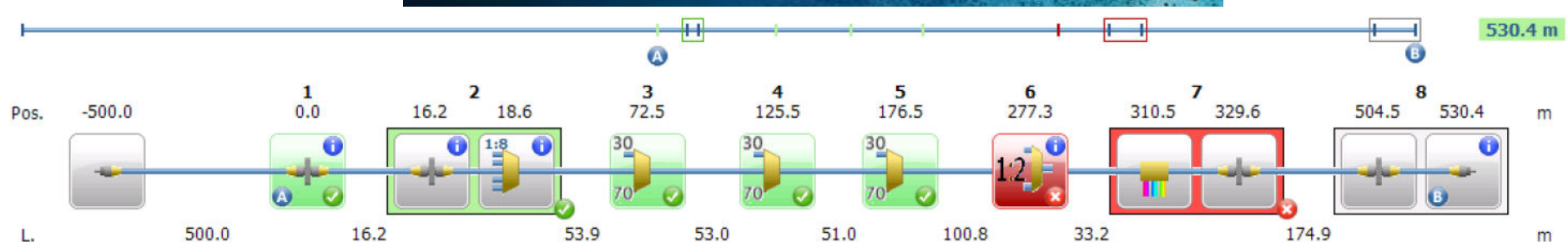


OTDR

- * Medición de la atenuación entre eventos

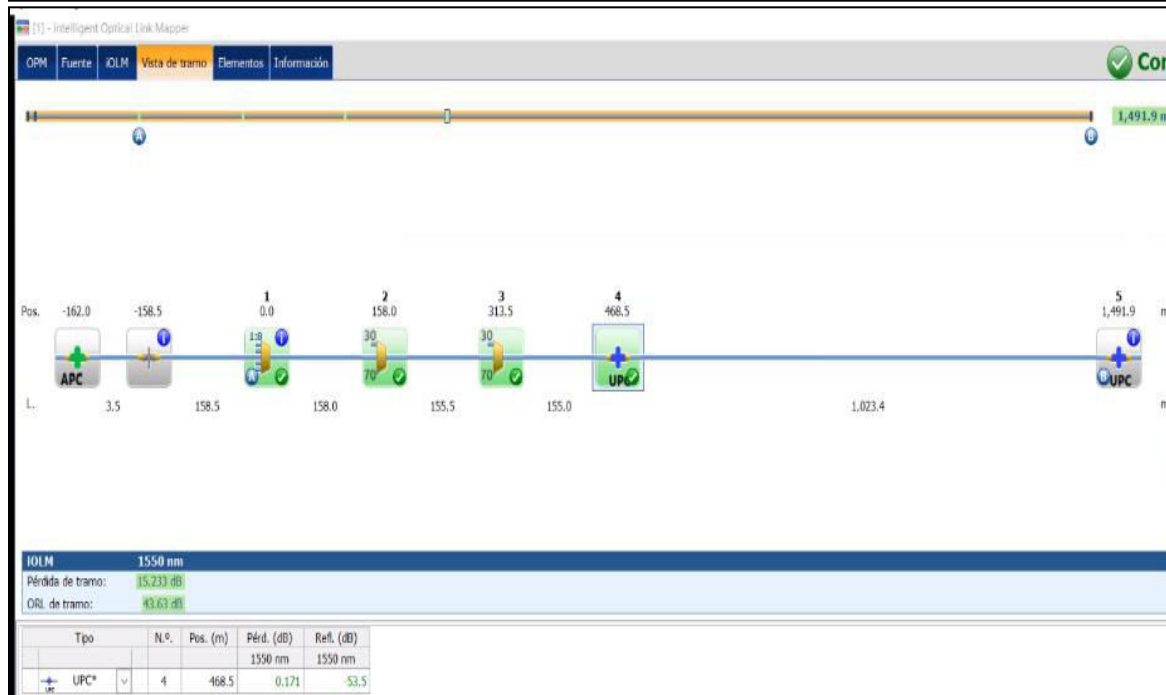
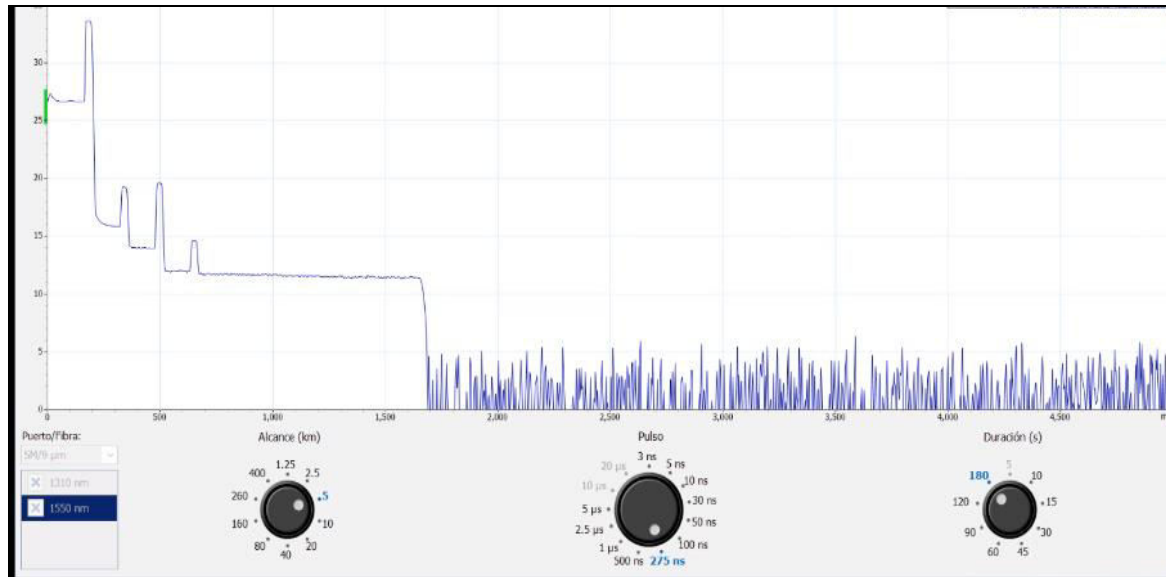


OTDR PARA REDES PON (iOLM) (mapeador inteligente)

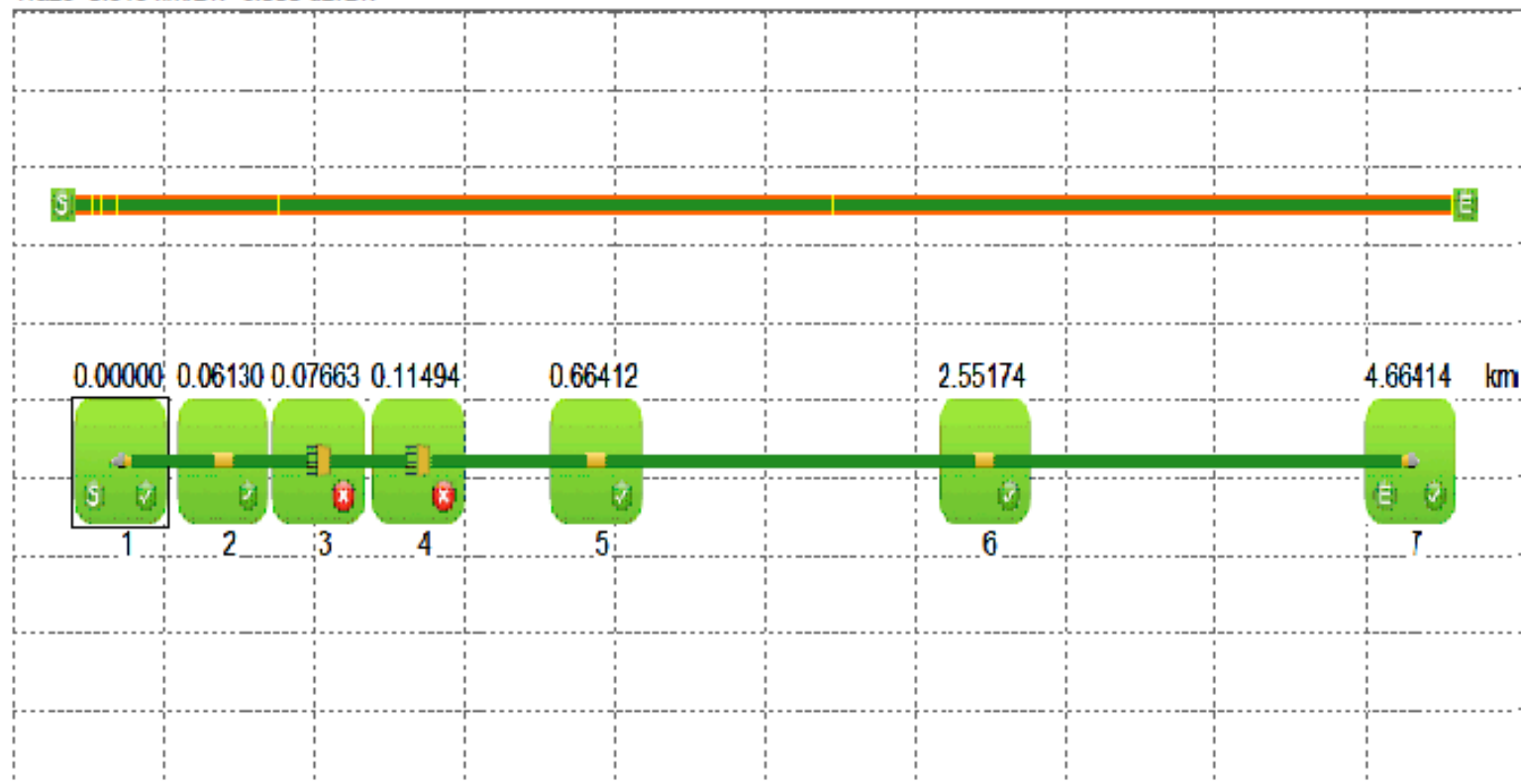


Detalle de traza
con OTDR clásico

Detalle de traza
con OTDR iOLM



Trazo 0.515 km/Div 6.000 dB/Div



Total Fiber Information

Range:5.14946 km Total Length:4.66414 km Total Loss:19.377 dB Total Attn.:4.154 dB/km Total ORL:23.082 dB

Event Table

No.	Tipo	Ubicación[km]	Refl.[dB]	Pérd.Ins[dB]	Aten.[dB/km]	Pérd.Acum[dB]	Dist.Prev[km]	Dist.End[km]	Loss Prev.[dB]	Comment
1	Start	0.00000	-63.682	-	-	-	-	4.664	-	-
2	NonRefl.	0.06130	-	0.129	0.382	-	0.061	4.603	-	-
3	Refl.	0.07663	-65.000	9.359	2.414	-	0.015	4.588	-0.129 dB	-
4	Refl.	0.11494	-	5.543	1.239	-	0.038	4.549	-9.359 dB	-
5	NonRefl.	0.66412	-	0.107	0.647	17.608	0.549	4.000	12.065 dB	-
6	NonRefl.	2.55174	-	0.899	0.227	18.086	1.888	2.112	0.371 dB	-
7	End	4.66414	-19.018	-	0.185	19.377	2.112	-	0.391 dB	-

Red Activa: solución de fallas

OTDR SM Puerto live usando 1625 / 1550 nm
(fuera de banda)

Troubleshooting en redes activas

(fibra iluminada)

Puerto filtrado para bloquear
señales entrantes

No interfiere con otros
usuarios activos en la red



Medidor de Potencia Óptica



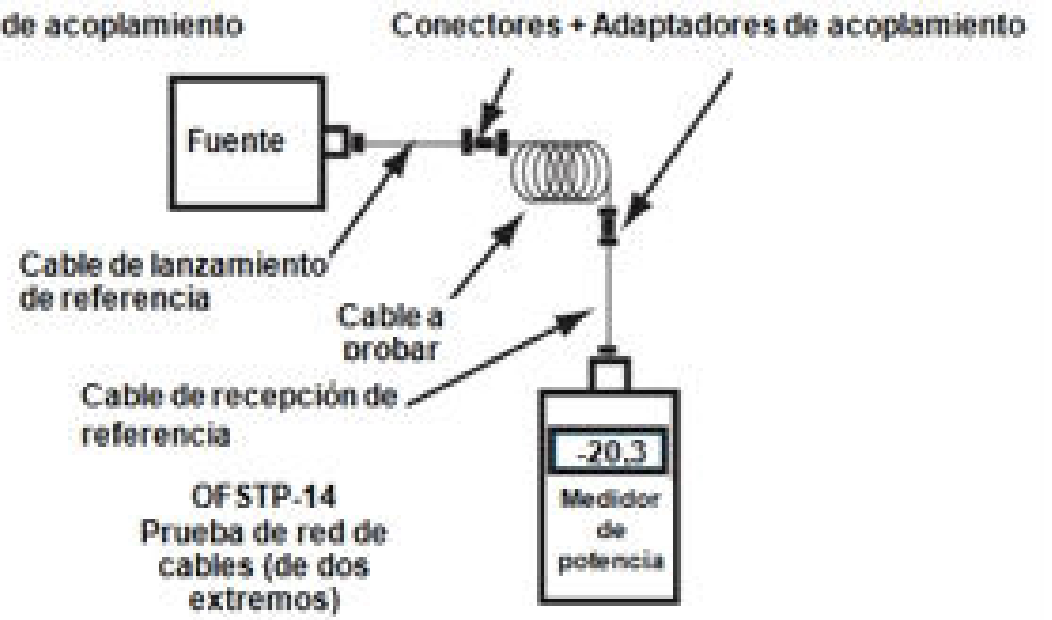
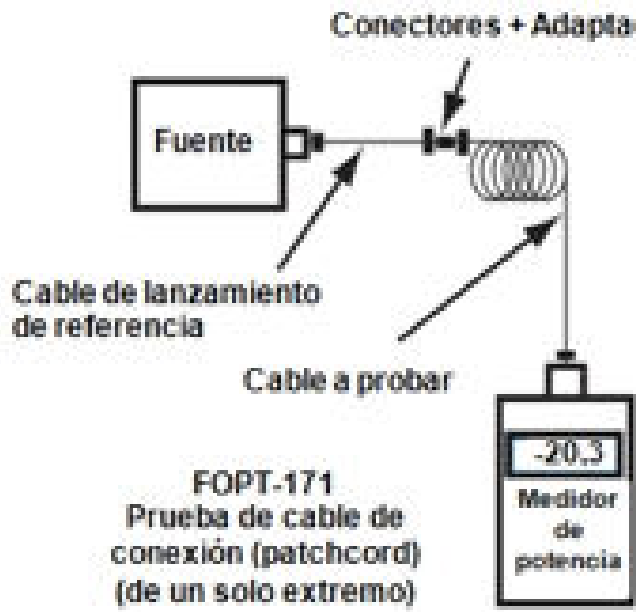
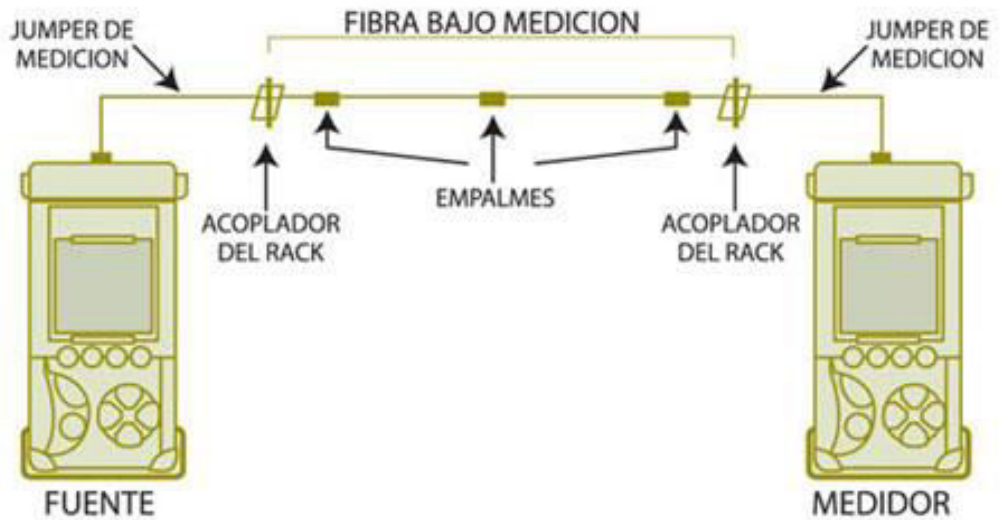
CARACTERÍSTICAS GENERALES

- *Selección de longitud de onda*
- *Adaptadores intercambiables*
- *Medición absoluta en unidades de potencia mW o dBm*



$$Potencia[dBm] = 10 \cdot \log \left(\frac{Potencia[mW]}{1mW} \right)$$

- *Medición relativa en dB*
- *Límite de potencia máxima*



LÁPIZ LOCALIZADOR DE FALLAS



- Identificador de falla visible
 - Fallas hasta 3, 5 y 10 Km
 - Luz roja intensa (635nm)
 - Operación continua / pulsante
 - Ferrule universal (2,5 / 1,25 mm)



Instrumentos de prueba en FTTH



Pruebas a realizar	Tipo de Equipo	Optimización de Proceso y Documentación
<i>Inspección de conectores</i>	<i>Microscopio para fibra</i>	
<i>Caracterización de fibra:</i> <i>Atenuación</i> <i>Longitud de fibra</i> <i>ORL</i> <i>Troubleshooting</i> <i>Pruebas fuera de Banda</i>	<i>OTDR/ iOLM</i>	
<i>Nivel de potencia de señal(1310/1490/1550 nm)</i>	<i>PON power meter</i>	
<i>Verificación de Fibra</i> <i>Atenuación</i> <i>ORL</i> <i>ultima milla</i>	<i>Multímetro Óptico</i>	