



TECNOLOGÍA DE FIBRA ÓPTICA Y SU APLICACIÓN A LA MONITORIZACIÓN DE ESTRUCTURAS CIVILES

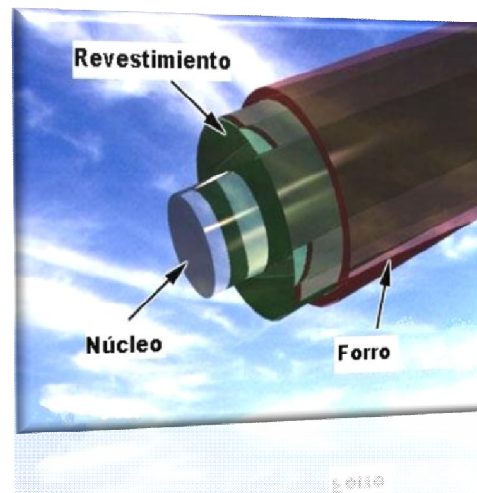
...HARDWARE... SOFTWARE...
TEAMWARE



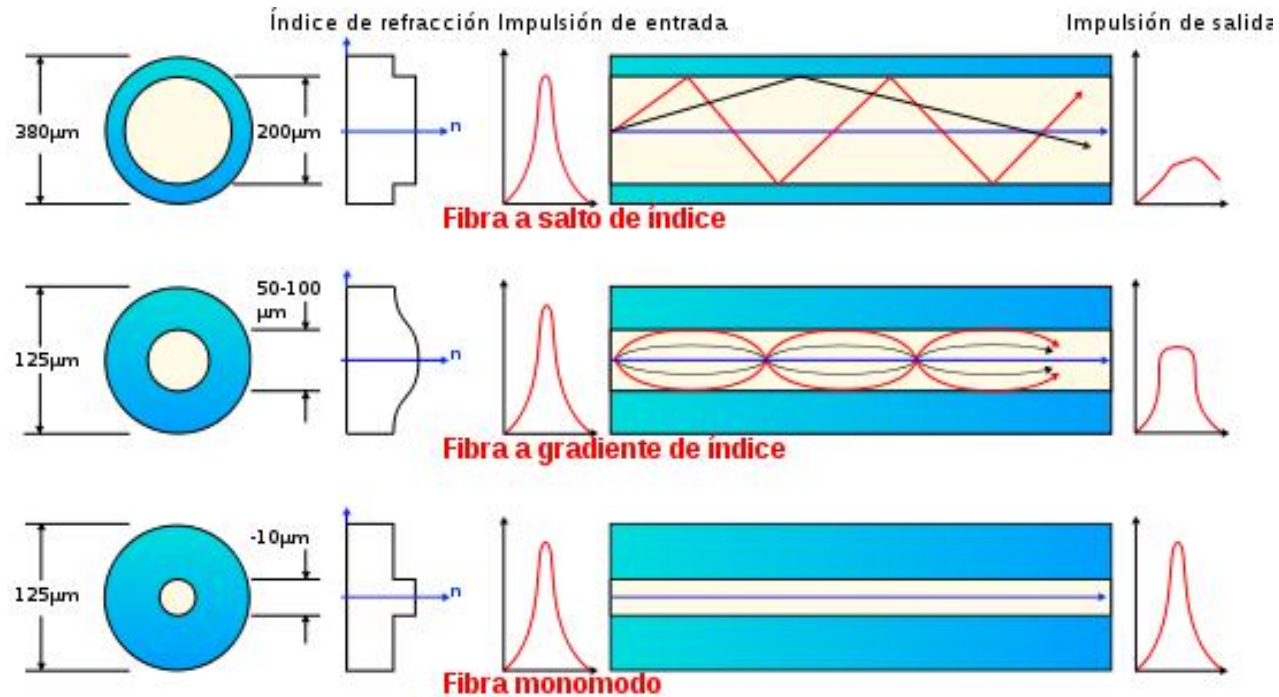
SGI 2201612

FIBRA ÓPTICA Y SU ESTRUCTURA

- ✘ La fibra está compuesta de un **núcleo**, por donde se propaga la luz, protegida por un recubrimiento exterior (**cladding**)
- ✘ Núcleo tratado de GeO_2 (el aumento de Ge aumenta el índice de refracción)
- ✘ **Cladding** de F_2 tratado (el aumento de F disminuye el índice de refracción)



FIBRAS MULTIMODO Y MONOMODO



- ✘ Las fibras multimodo tienen un índice de atenuación mayor que las monomodo (typ. 0,2 dB/km)
- ✘ Las monomodo están indicadas para largas distancias

LA FIBRA ÓPTICA COMO ELEMENTO SENSOR

- ✘ Se utiliza fibra óptica para la medida de distintos parámetros como son temperatura, presión, vibración, deformación, desplazamiento,...
- ✘ La medida afecta a la intensidad, fase, polarización, longitud de onda y/o espectro de la propagación de la luz

TIPOS DE SENSORES DE FIBRA ÓPTICA

- ✘ *Sensores puntuales*
- ✘ *Sensores quasi-distribuidos (sensores puntuales multiplexados)*
- ✘ *Sensores distribuidos (Distributed sensors)*



SENSORES DE FIBRA ÓPTICA

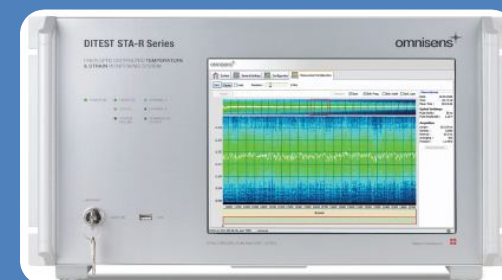
Sensores Quasi-distribuidos

- ✘ Sensores de Redes de Bragg (FBG)



Sensores Distribuidos

- ✘ Raman
- ✘ Brilluoin



...HARDWARE... SOFTWARE...
TEAMWARE



SGI 2201612



TECNOLOGÍA FBG

$\lambda_B = 2n_{eff} \Lambda$
 where:
 n_{eff} – effective refractive index of the fiber core
 Λ – grating period

...HARDWARE... SOFTWARE...
TEAMWARE



γ – коэффициент деформации
 ϵ^2 – относительная погрешность измерения деформации



Deformación

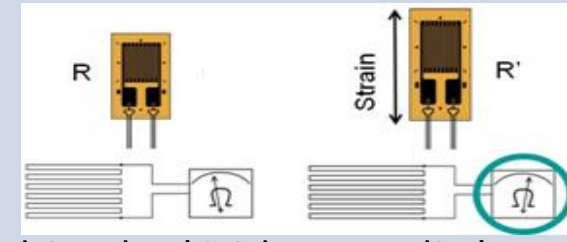
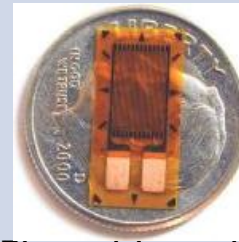
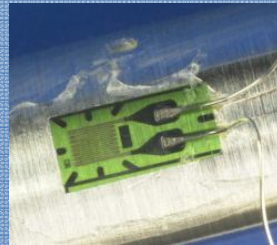
- Elongación relativa de un objeto
- $\epsilon = \Delta L/L$

Banda/Galga extensométrica

- Sensor más común para análisis estructurales
- Base de medida para la creación de otra tipología de sensores (presión, desplazamiento, aceleración,...)

Banda eléctrica extensométrica

- Sensor más común para la medida de deformaciones
- Se pega directamente a la estructura a estudiar



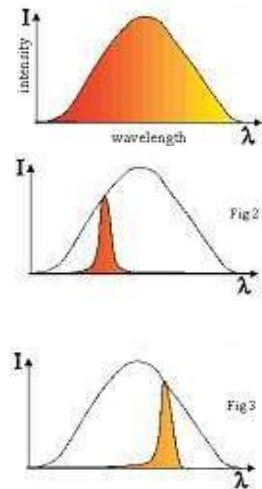
- El cambio en la resistencia eléctrica, permite la medida de la deformación

Mercado de
bandas
extensométricas

- \$3.5B en 2008
- Crecimiento del mercado >5%
- >18M de unidades vendidas en 2008

REDES DE BRAGG (FBG)

PRINCIPIO DE MEDIDA



Luz emitida **Red de Bragg (grabado)**



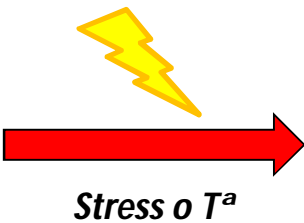
Luz reflejada



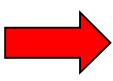
Luz reflejada

Deformación o Δt^a

Estado inicial
 λ_0

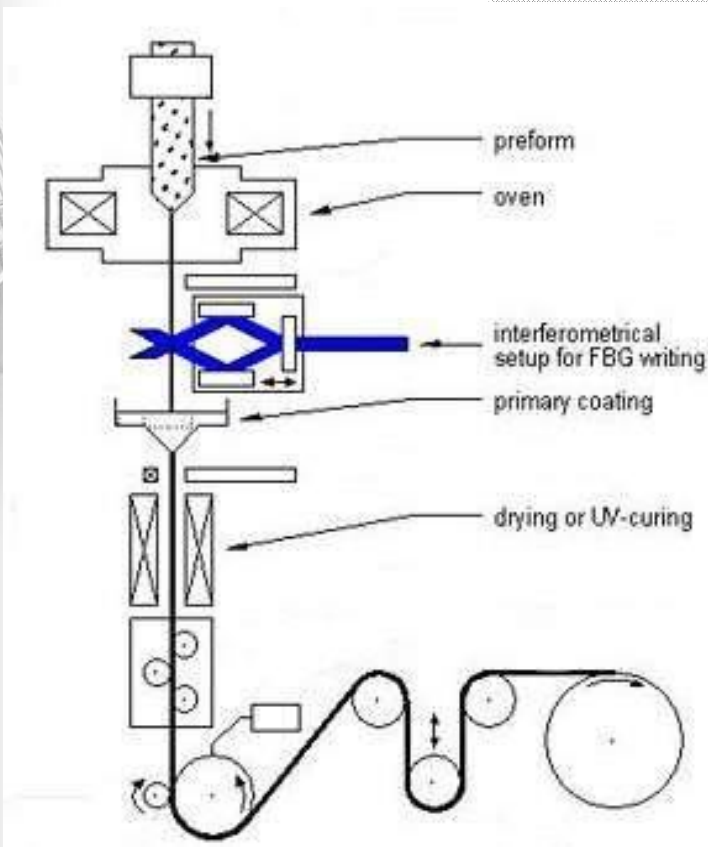


Estado final
 λ_1



$\mu\epsilon$
 $^{\circ}C$

TORRE DE GRABADO de FBG's



**Preforma F.O
foto-sensible**

**Láser
interferométrico**

- ▶ **FOS&S** posee un sistema patentado de producción de FBG's → **DTG®**
- ▶ Se pueden producir sensores en serie con determinadas longitudes de onda

Fiabilidad

- Componente pasivo
- Larga vida útil (>20 años)
- Estabilidad en el tiempo
- No necesita calibración

Configuración

- Hasta 50 sensores en una fibra (depende del rango)
- Excelente sensibilidad
- Alta resistencia a la fatiga
- Medidas de gran distancia (>20 km)

Medidas basadas en luz

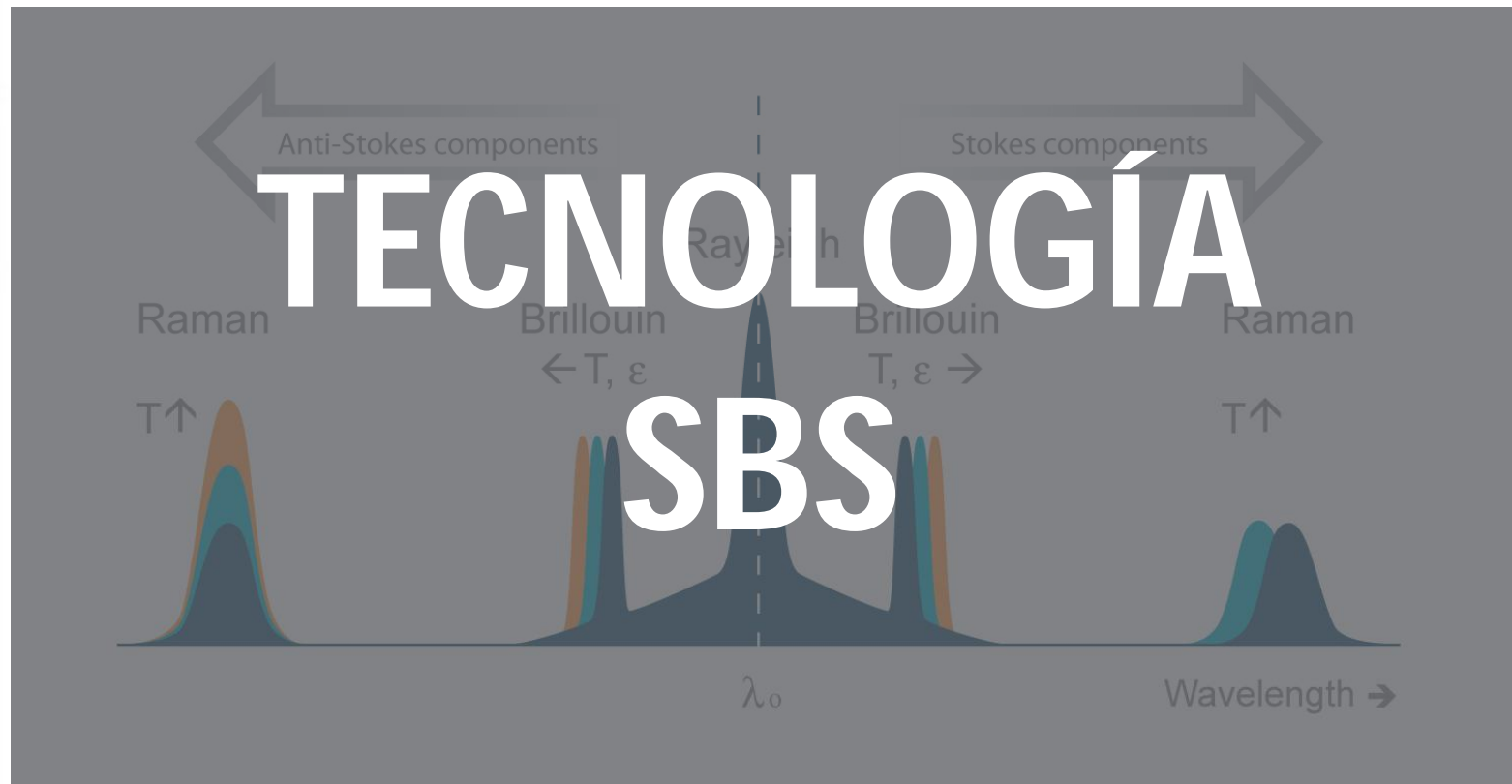
- Inmune a campos electro-magnéticos
- Inmune a descargas eléctricas (fuentes alimentación, meteorológicos,...)
- Seguridad intrínseca



Tamaño

- El cable es el sensor
- Poco peso y diámetro < 1/4 mm
- Fácil integración alta capacidad para embeber (composites,...)

Ventajas

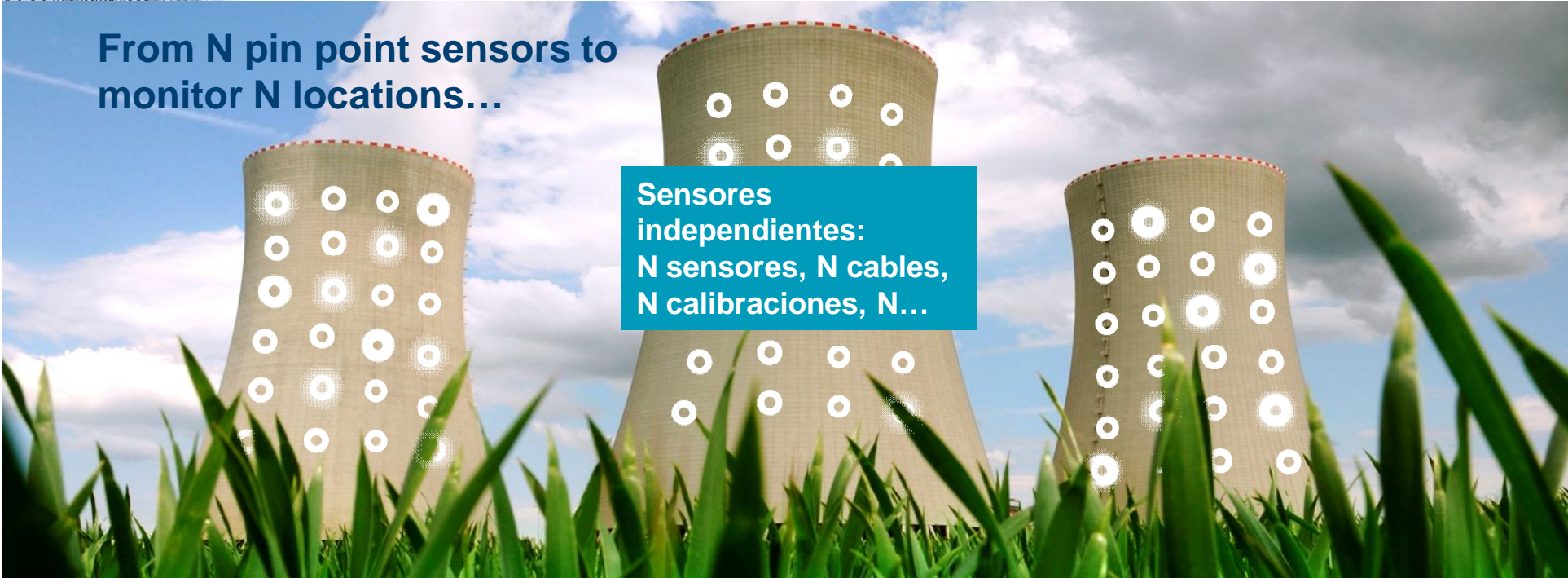


INSTRUMENTACIÓN CON SENSORES DISTRIBUIDOS



From N pin point sensors to monitor N locations...

**Sensores independientes:
N sensores, N cables,
N calibraciones, N...**



...HARDWARE...SOFTWARE...
TEAMWARE

INSTRUMENTACIÓN CON SENSORES DISTRIBUIDOS



... to one fibre to monitor thousands of locations!



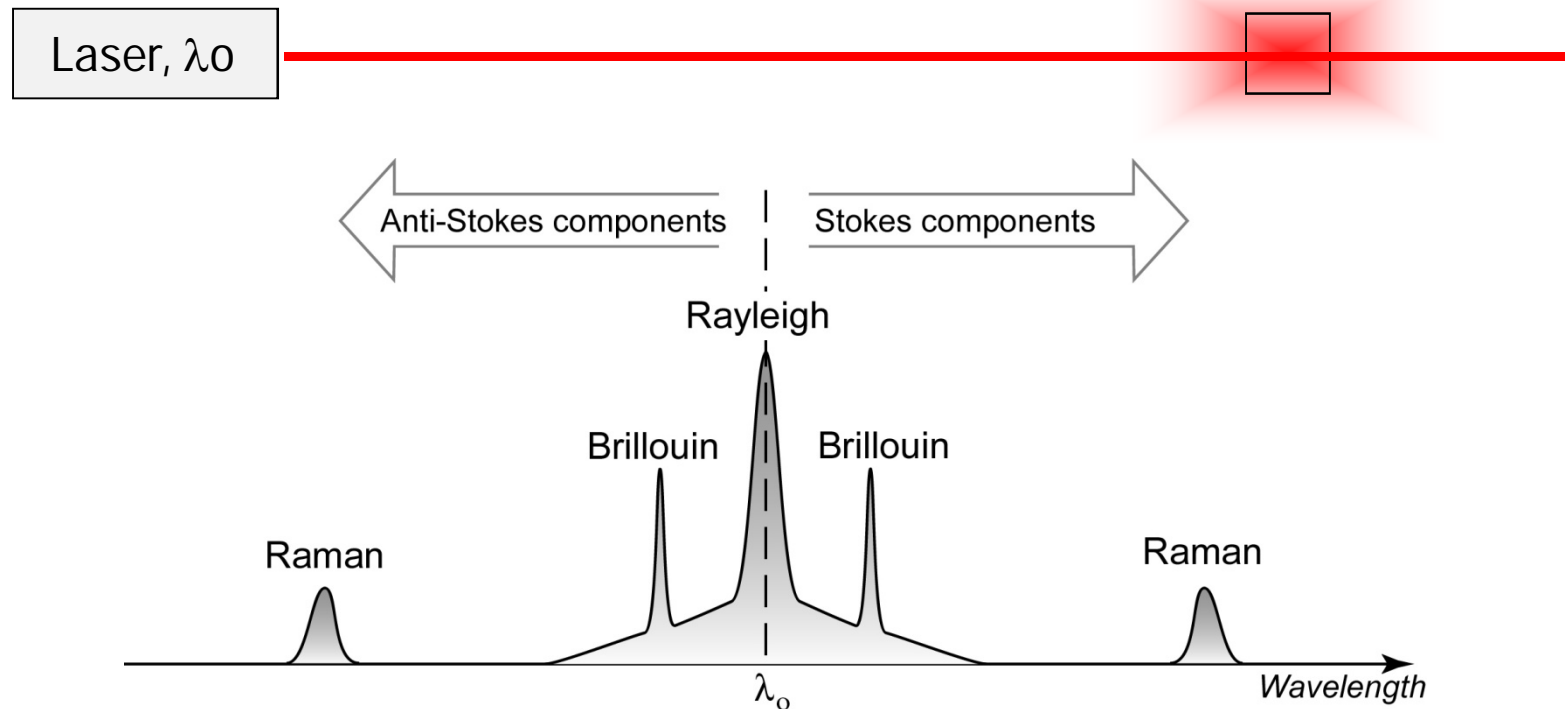
Monitorización, un solo cable, un solo instrumento de medida

...HARDWARE... SOFTWARE...
TEAM

Technology

INSTRUMENTACIÓN CON SENSORES DISTRIBUIDOS

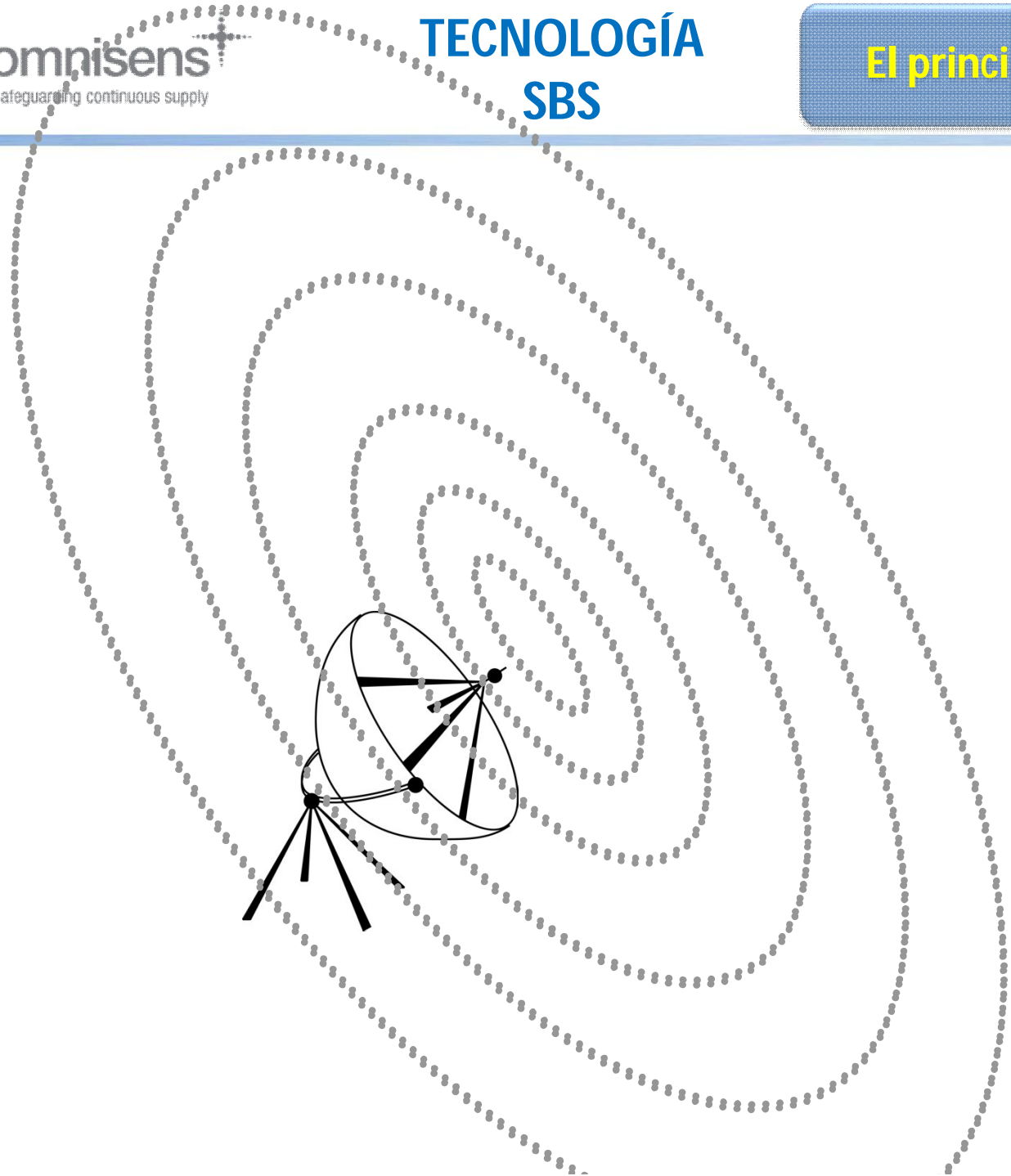
- ✘ Utiliza la reflexión (scattering) de la luz en un medio para realizar la medida
- ✘ Esa reflexión es generada por imperfecciones en el medio (fibra)



...HARDWARE...SOFTWARE...
TEAMWARE



SGI 2201612



...HARDWARE...SOFTWARE...
TEAMWARE

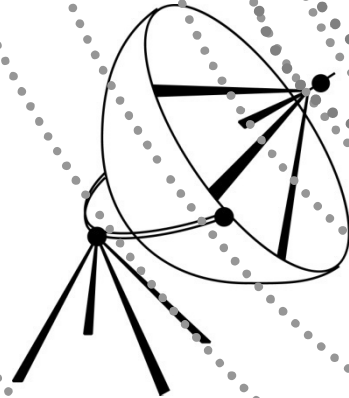
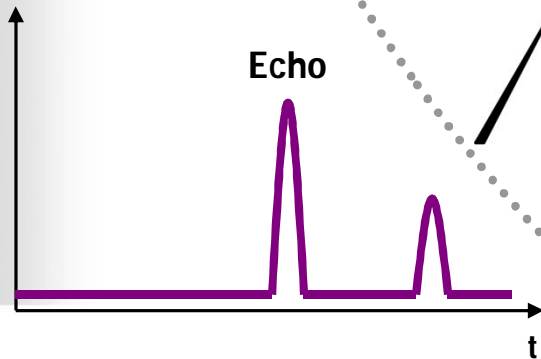


SGI 2201612



Señal detectada

Echo



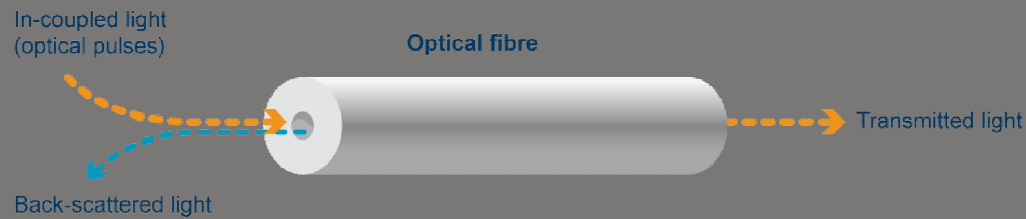
...HARDWARE...SOFTWARE...TEAMWARE



SGI 2201612

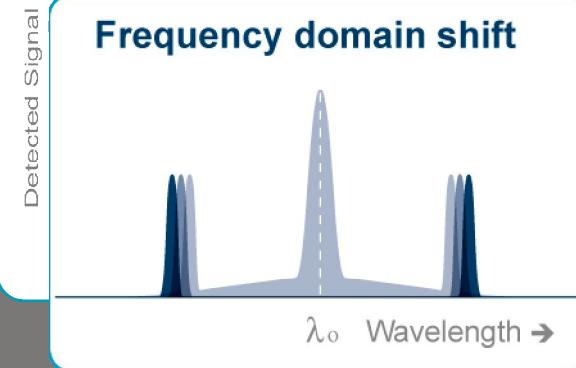
Análisis de la luz reflejada:

- El uso de pulsos de luz posibilita la localización
- El análisis espectral en frecuencia, proporciona el valor, T^a y/o strain



Análisis en el dominio del tiempo

Frequency domain shift



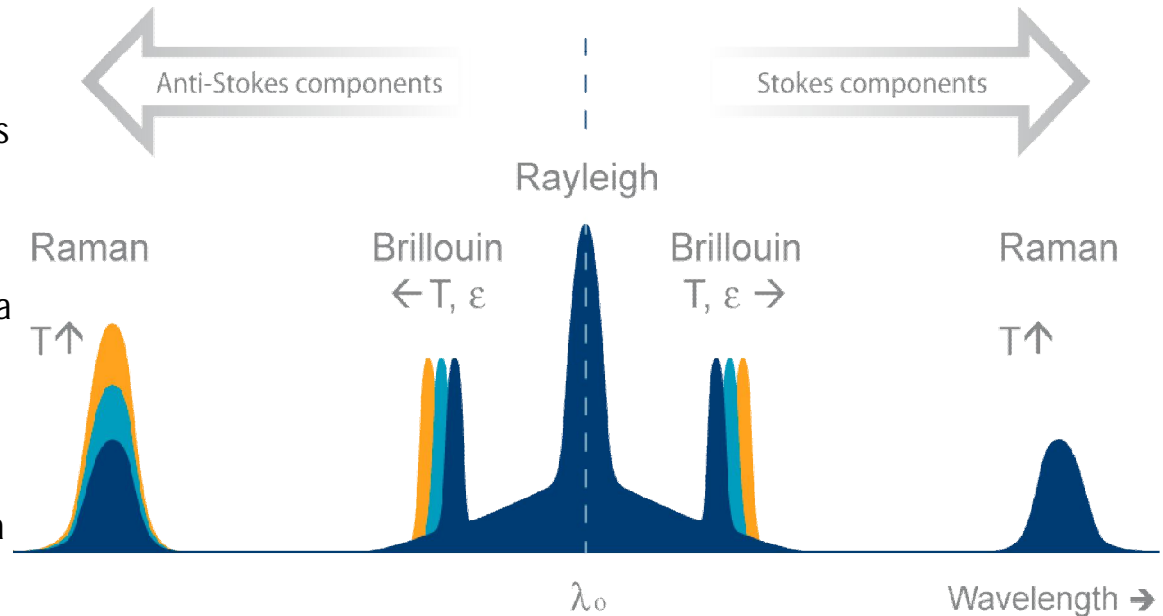
NO TODAS LAS COMPONENTES MIDEN LO MISMO

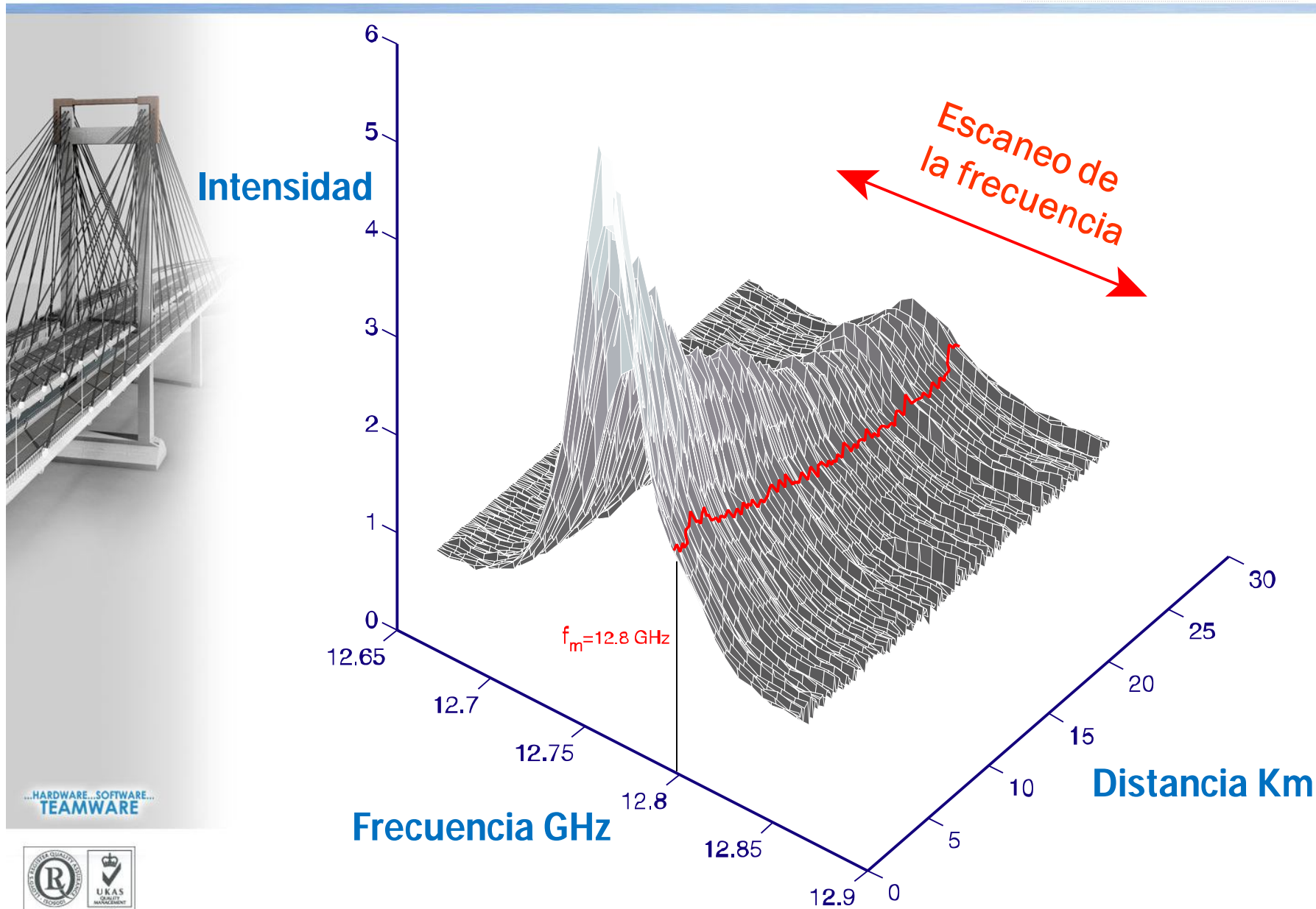


Rayleigh
Detección y análisis dinámico.
Detección de señales acústicas

Raman
Únicamente dependiente de la temperatura

Brillouin
Dependiente de la tensión y la temperatura

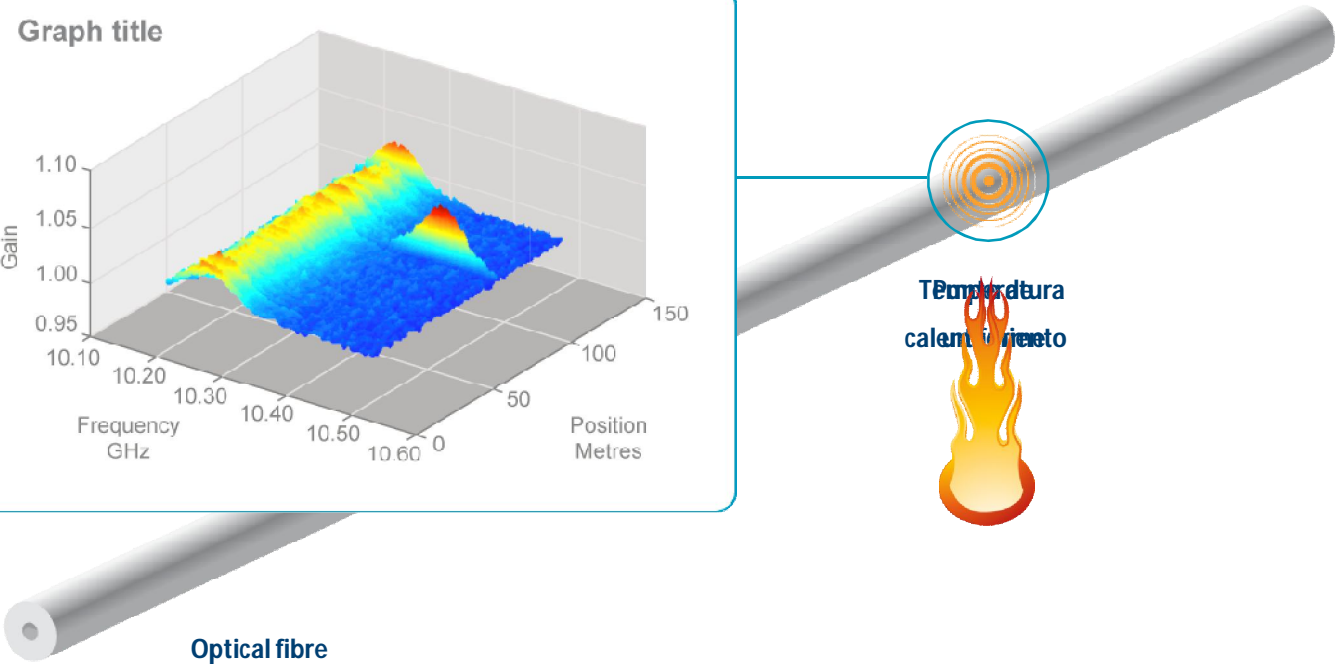
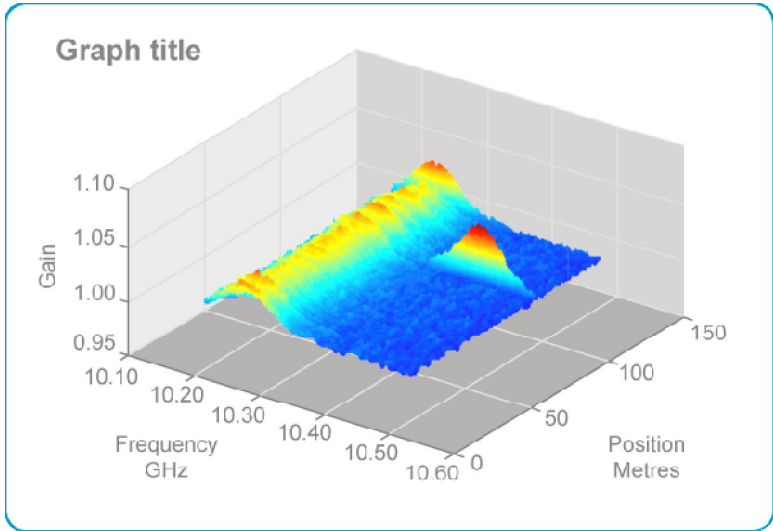




...HARDWARE...SOFTWARE...
TEAMWARE



SGI 2201612

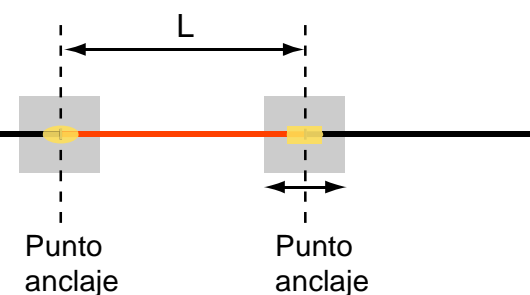


RESOLUCIÓN ESPACIAL

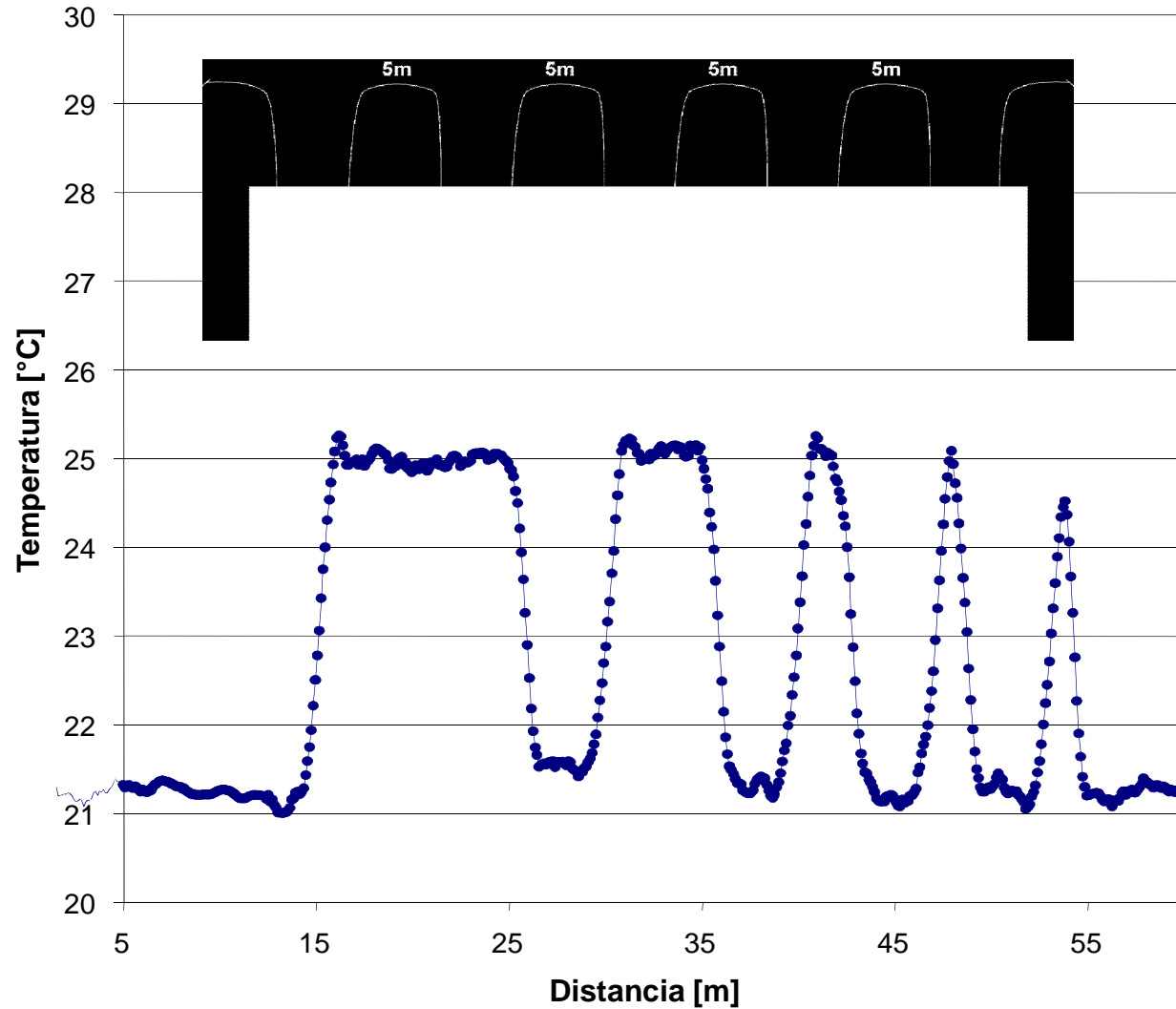
- ✘ Es la habilidad de poder discriminar entre dos localizaciones adyacentes
- ✘ Habilidad de detectar, localizar y cuantificar los cambios de strain y/o temperatura

10 ns Pulso óptico

Fibra sensible



RESOLUCIÓN ESPACIAL



...HARDWARE...SOFTWARE...
TEAMWARE



SGI 2201612

4.- CONCLUSIONES - VENTAJAS

CONCLUSIONES – VENTAJAS DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE FIBRA ÓPTICA

- POSIBILIDAD DE MEDIDAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS CON LOS MISMOS SENSORES
- AMPLIO RANGO DE MEDIDA (desde varios centímetros hasta 40 km)
- FACILIDAD EN EL MONTAJE
- FÁCIL COMPENSACIÓN TÉRMICA DE TODOS LOS SENSORES
- NO LE AFECTAN LAS INTERFERENCIAS/CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS
- NO NECESITAN AMPLIFICADORES DE SEÑAL NI ACONDICIONADORES EXTERNOS
- POSIBILIDAD DE CONEXIONADO DE SENSORES EN SERIE → EN UN CABLE, MUCHOS SENSORES
- LARGA VIDA ÚTIL DE LOS SENSORES, más de 20 años
- NO HAY NINGÚN TIPO DE SEÑAL ELÉCTRICA



SEGURIDAD
INTRÍNSECA



...HARDWARE...SOFTWARE...
TEAMWARE



SGI 2201612

OTRAS APLICACIONES DE LA FIBRA ÓPTICA

DETECCIÓN
DE
PRESENCIA

TRABAJOS
NO
PERMITIDOS

ACCESO A
ZONAS
PROHIBIDAS

VANDALISMO EN
OBRAS LARGAS
(oleoductos)





**MUCHAS
GRACIAS**

...HARDWARE... SOFTWARE...
TEAMWARE



SGI 2201612