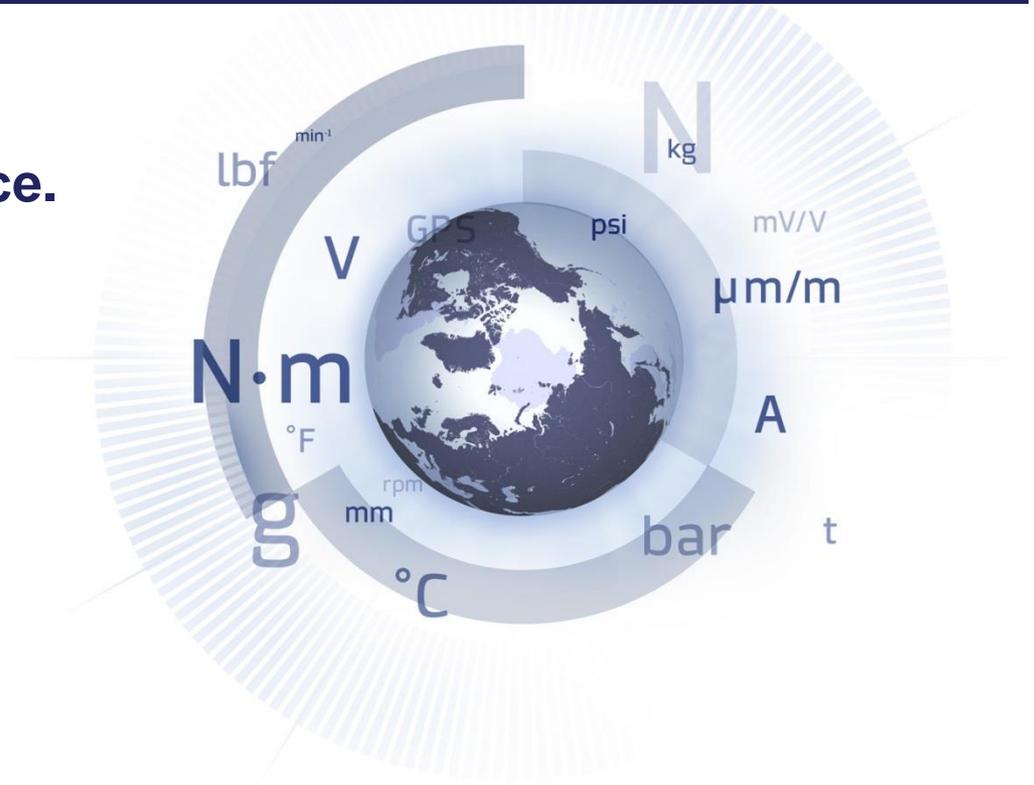
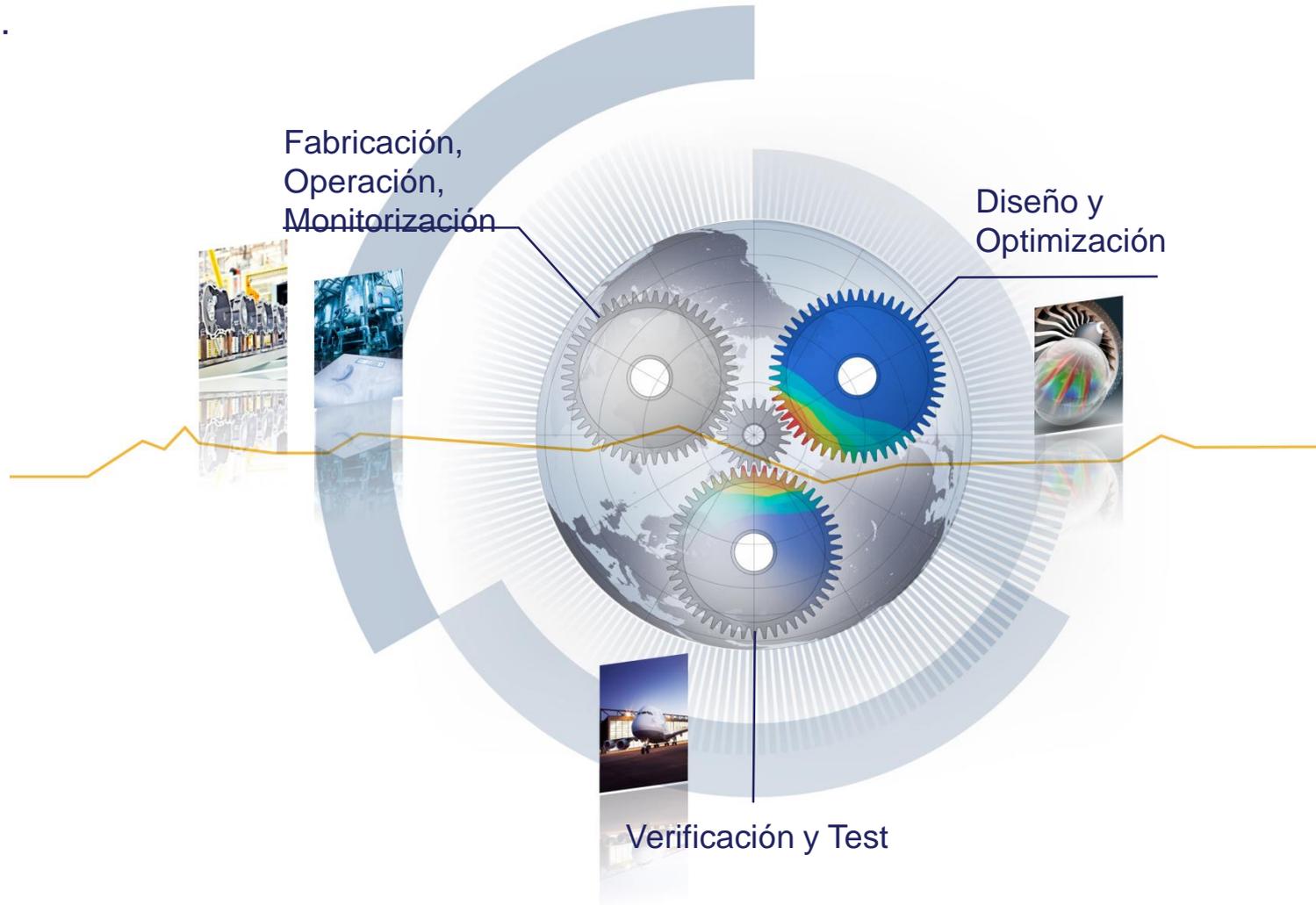


# Medidas en continuo en Monitorización de estructuras

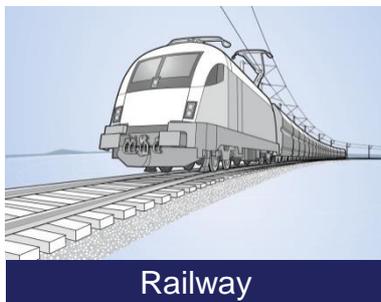
Measure and Predict  
with Confidence.

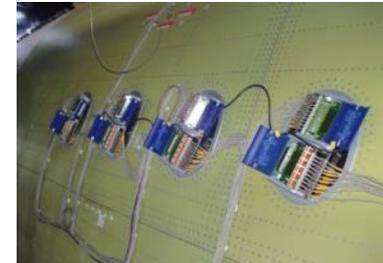


Basándonos en 60 años de experiencia, **HBM** proporciona productos y soluciones de medida, análisis y simulación con el compromiso de **optimizar el ciclo de vida** de los productos de nuestros clientes.



# Soluciones Monitorización. Sectores





**Adquisición óptima, almacenamiento y análisis de miles de puntos de medida.**



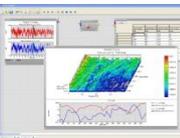
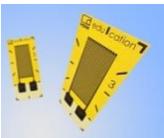


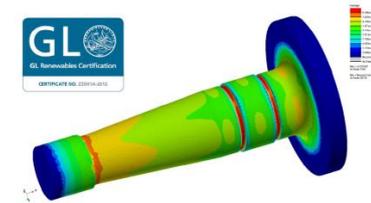
## Medidas dinámicas y Predicción.



- Medidas en componentes o ensayos full-scale.
- Monitorización y medida dinámica, condiciones de vuelo.
- Medida síncrona de hasta 20.000 Galgas
- Adquisición de datos centralizada / descentralizada
- Visualización y análisis **user-friendly**.

- Garantizar seguridad estructural
- Minimizar material.
- Predicción de vida útil e intervalos de mantenimiento.
- Acortar tiempos de desarrollo.



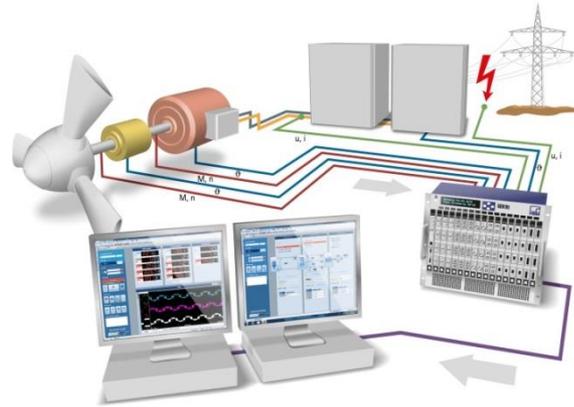


**Mayor disponibilidad, confiabilidad y eficiencia a través de la optimización estructural, y sistemas de potencia.**





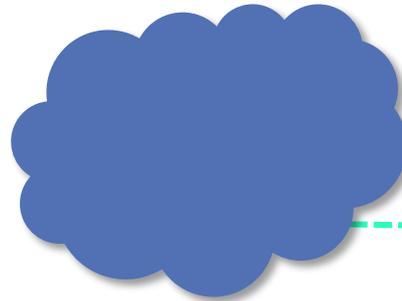
## Medidas dinámicas y predicción



- Medida de tensiones bajo condiciones reales de carga.
- Galgas extensométricas eléctricas u ópticas
- Medida síncrona de hasta 20.000 Canales.
- Medidas dinámicas hasta 2MS/s.
- Monitorización de tensiones en palas, estructura aerogenerador.

- Incrementar eficiencia de producción.
- Predicción/Prolongación de vida útil.
- Asegurar disponibilidad , minimizar tiempos de parada.





Onshore  
Almacenamiento y gestión de información.



Servidor

## Concepto de monitorización.

- Medida dinámica / Control / Almacenamiento de datos local.
- Procesamiento online local (se extrae información).
- Recuperación remota información.



Mayor **seguridad, durabilidad** y control de costes a través de monitorización a largo plazo.



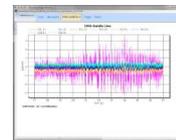
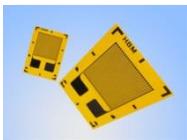


## Medidas dinámicas y predicción.



- Monitorización de cargas operativas y sobrecargas.
- Tensiones, Desplazamientos, temperaturas
- Completamente autónomo (10 año).
- Configuración y visualización sencilla, generación automática de reportes.

- Detección de sobrecargas
- Extender vida útil.
- Asegurar disponibilidad.





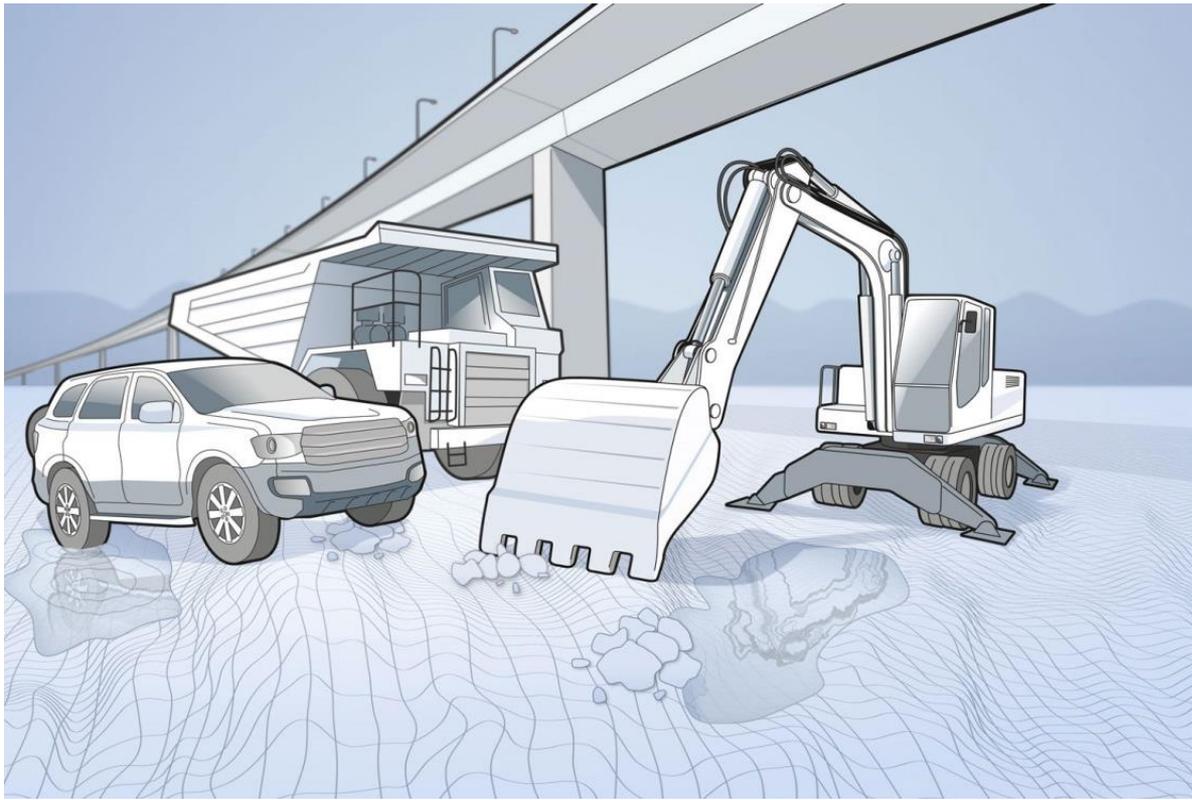
## Medidas dinámicas y predicción.



- Monitorización de la deformación de túneles.
- Monitorización continua / dinámica durante procesos críticos.
- Verificación continua de salud estructural.
- Miles de canales, separados miles de metros.

- Reducción periodo de construcción
- Asegurar standards de seguridad.
- Extender la vida de servicio.
- Reducir mantenimientos.





Seguridad, funcionalidad y eficiencia a través de tecnologías robustas.





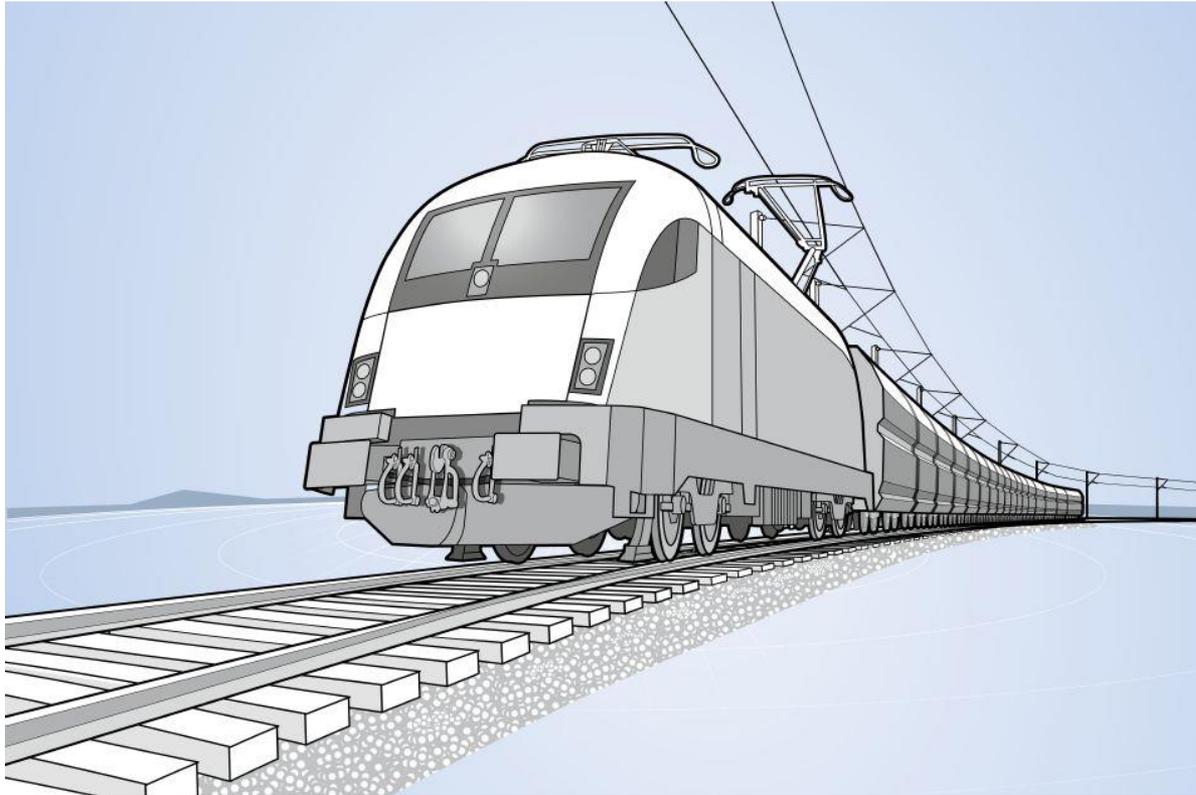
## Medidas dinámicas y predicción.



- Instrumentación directamente sobre el specimen.
- Medida de cargas en condiciones reales.
- Multiplicidad de puntos de medida y localizaciones.
- Almacenamiento y procesado en el mismo hardware.
- Reportes de tendencias, y sumarios informativos

- Medida de señales en entornos hostiles.
- Medidas en tiempo real de durabilidad y eficiencia.

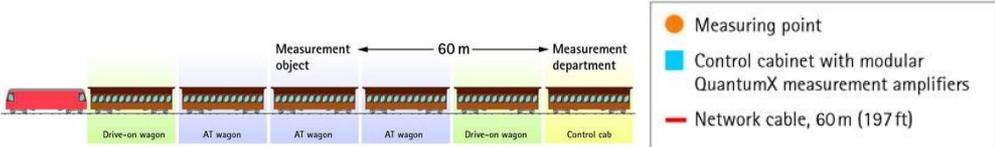
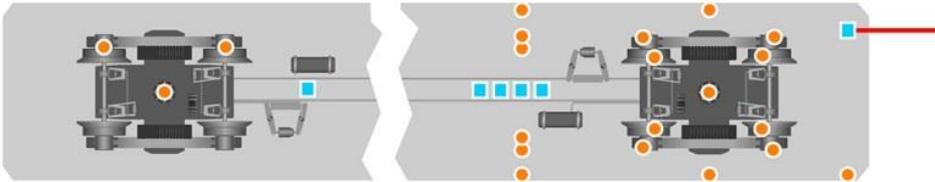




**Mayor disponibilidad, confianza y eficiencia, mediante sistemas de monitorización.**

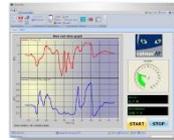
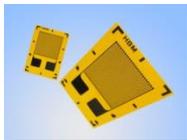


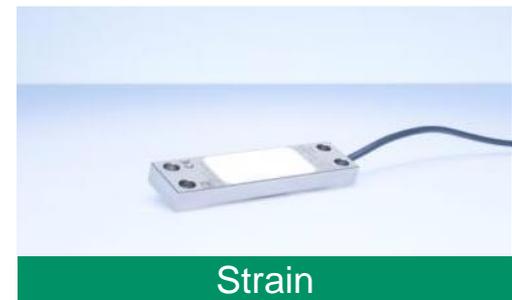
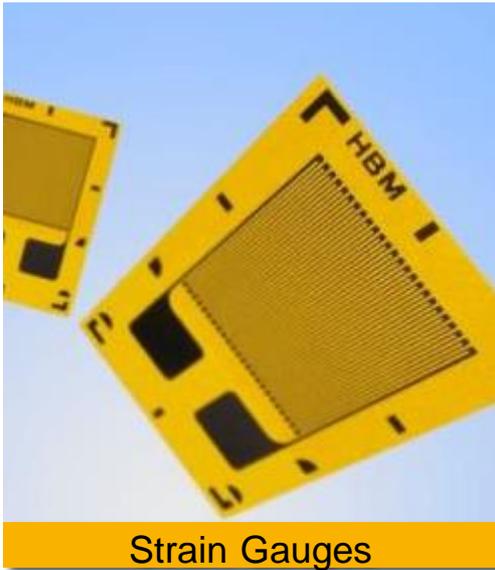
## Monitorización estructural dinámica.



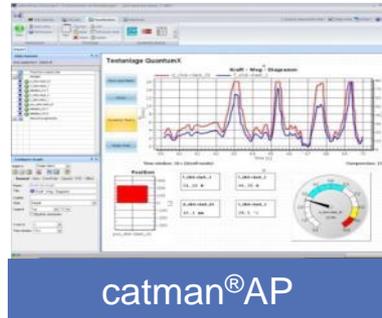
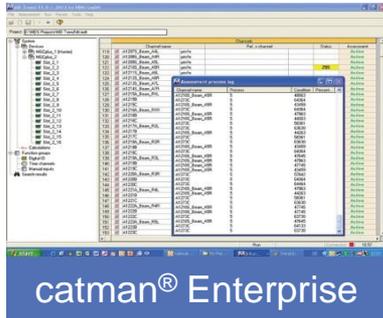
- Medida distribuida dinámica.
- Tensión , desplazamiento, aceleraciones, bajo condiciones reales y adversas.
- Estructura típica, 20 módulos distribuidos a lo largo del vehículo.

- Validación de trenes de acuerdo a UIC/EN railway standards

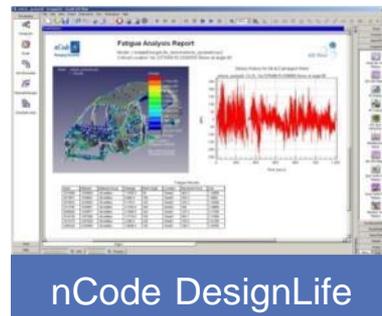
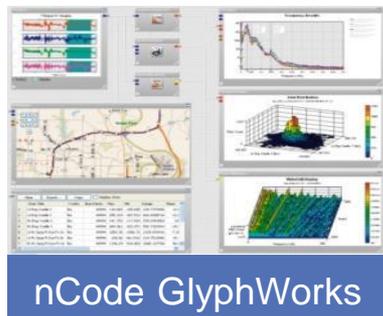




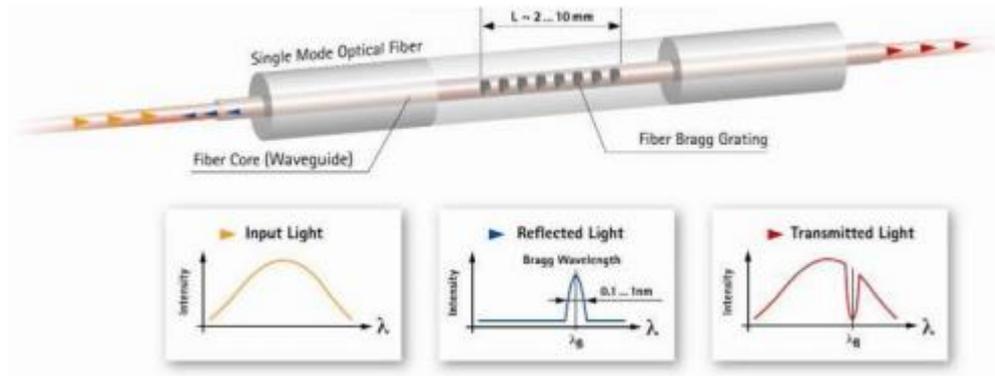
## Software de Adquisición de Datos

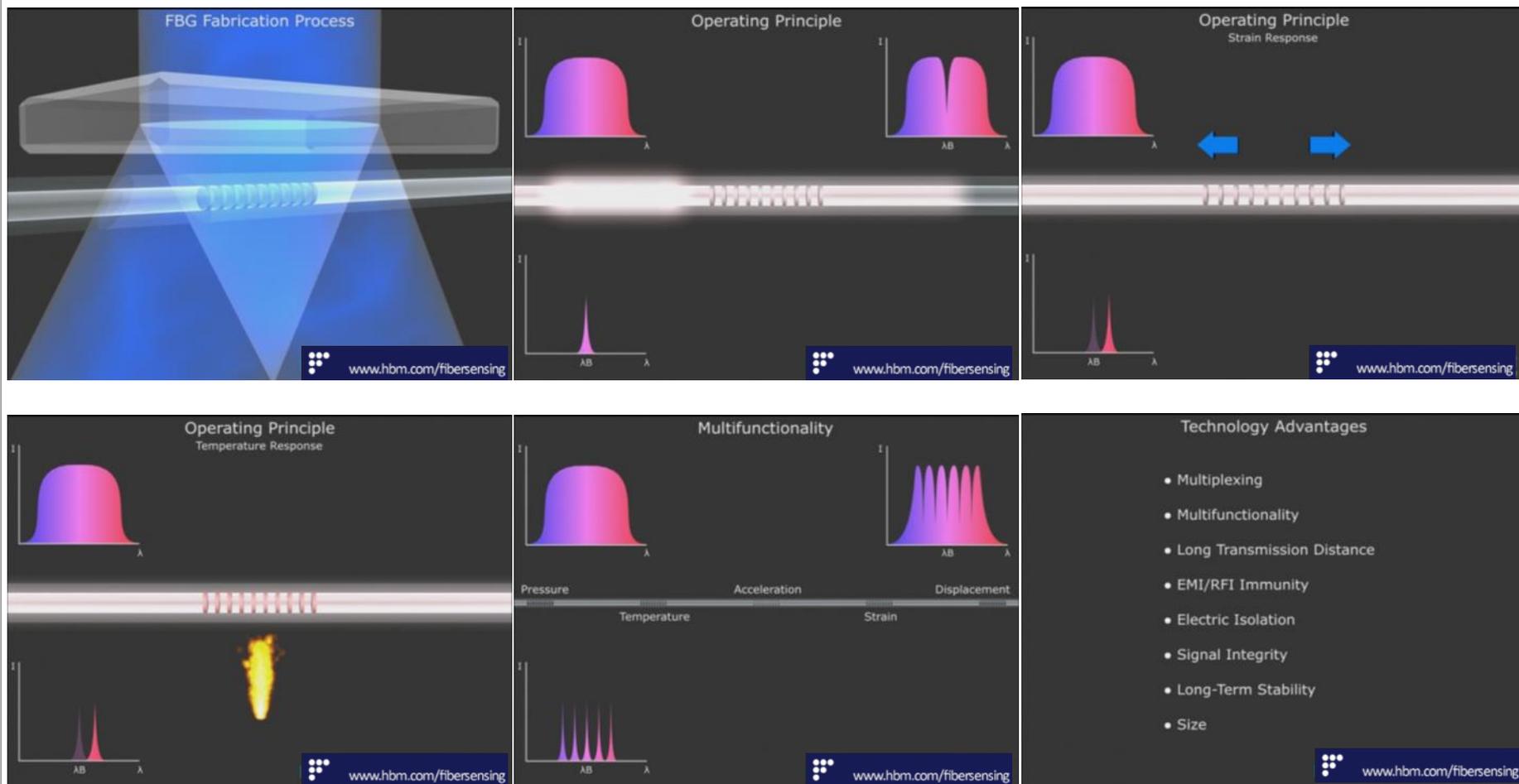


## Software de Simulación y Análisis



## Medidas basadas en FBG's



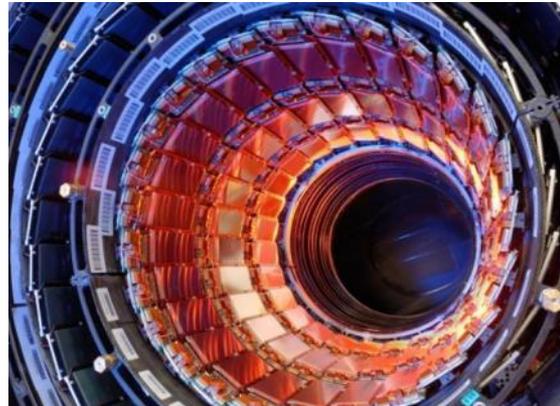


Vídeo disponible en:  
<https://hbm.wistia.com/medias/c0kjr98ilg>

- Características de los sensores
  - Inherentemente sensible a temperatura y deformación. Otras magnitudes a través de medidas extensométricas (acelerómetros, presión, inclinómetros... )
  - Insensibles a pérdidas de potencia (medidas en longitud de onda)
  - Identificación intrínseca de cada sensor por su longitud de onda de operación
  - Múltiples sensores diferentes en una única fibra óptica (multiplexación)
- Fácil instalación en grandes estructuras
  - Distancia elevada (varios km), reducción de cableado, redes más simples
  - Económicamente competitiva en proyectos medios/grandes (€/sensor)
  - Arrays con decenas de sensores pre-fabricados y listos para instalar
- Condiciones ambientales
  - Inmunidad EMI/RF, y eléctricamente pasivos (entornos peligrosos)
  - Buena resistencia a la humedad (incluido medio salino)
  - Adecuados para alta presión (probados hasta 400 bar)
  - Operación en condiciones de temperatura extremas (criogenia, alta temperatura)
- No es necesaria la calibración de interrogadores (referencia absoluta integrada)
- Medidas de alta deformación
  - Límites de fatiga muy altos, adaptados a materiales modernos
  - Integrables en CRP, GRP



Ingeniería Civil



Energía



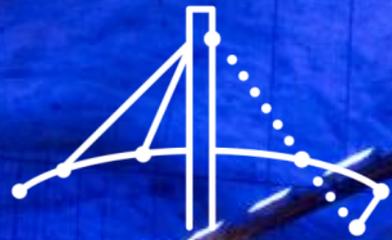
Eólica



Aeroespacio



Otros ejemplos



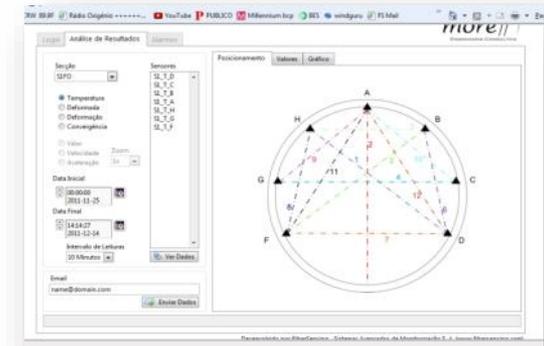
# Ingeniería Civil

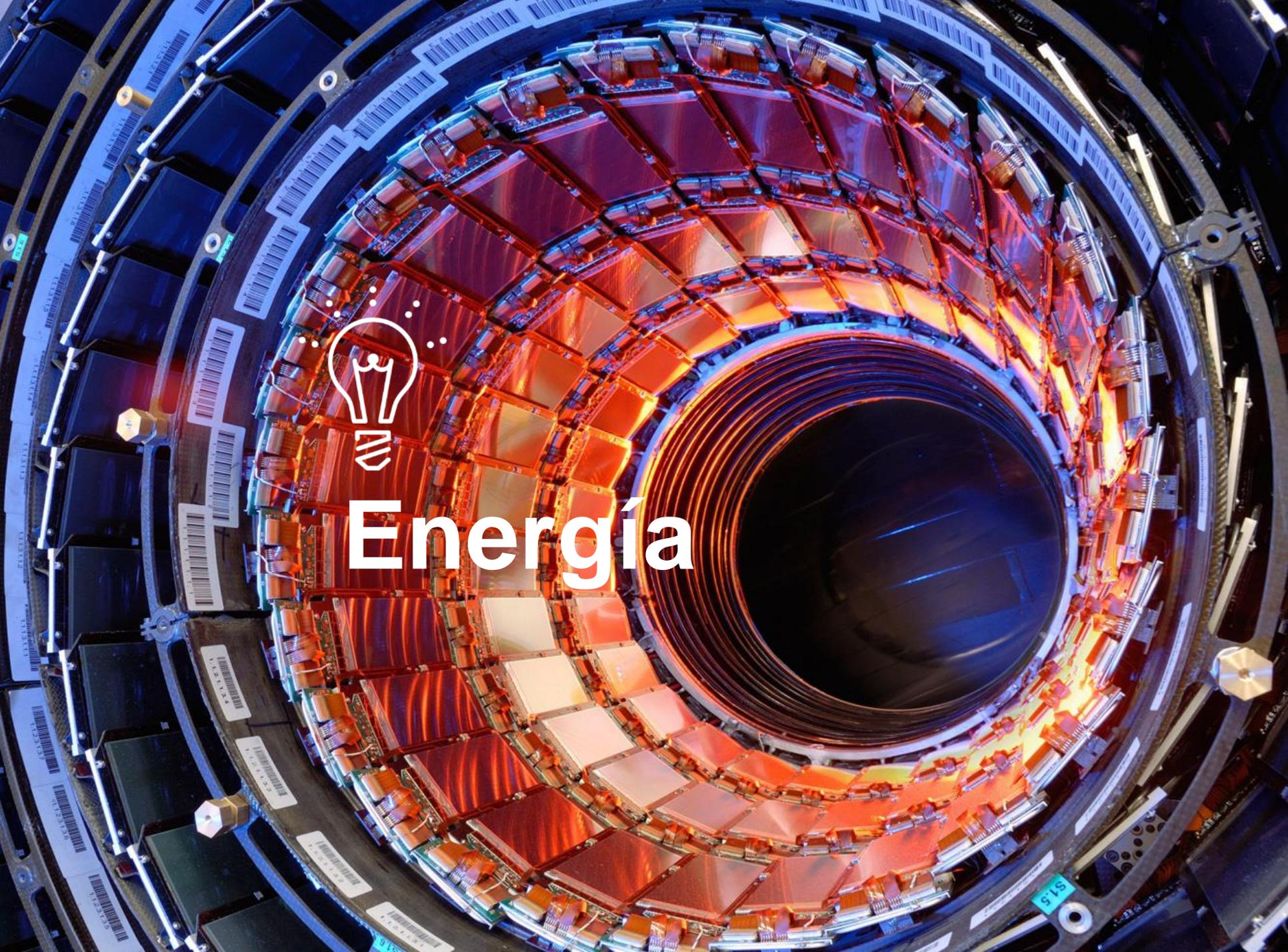
- **Ventaja principal: reducción del cableado**
- **Diseño, producción y soporte a instalación de sistemas avanzados de monitorización estructural**
  - Determinación de los modos de vibración, distribución de deformación, distribución de temperatura, hundimientos y desplazamientos, convergencias, etc.
  - Diferentes tipos de estructuras: puentes, edificios, torres, presas, túneles, estructuras especiales (grandes grúas, flotadores, etc)
  - Diferentes materiales: hormigón, metal, compuestos
  - Diferentes momentos del ciclo de vida de la infraestructura: construcción, pruebas de carga, en servicio
  - Sistemas de adquisición tanto dinámicos como cuasi-estáticos



# SHM – Ejemplo de instalación

- **Túnel ferroviario (Rossio, Portugal)**
- Medida de deformación y convergencia
  - Centenario túnel ferroviario de REFER. 2.7km
  - 872 sensores soldados: 763 deformación+109 temperatura
  - Más de 18km de cable de fibra óptica
  - 1 BraggMETER + multiplexor de 128 canales
  - SW de gestión de datos dedicado e interfaz web
  - Consorcio: FiberSensing/EPOS/CEGEO-IST
  - Instalación: 2007/8



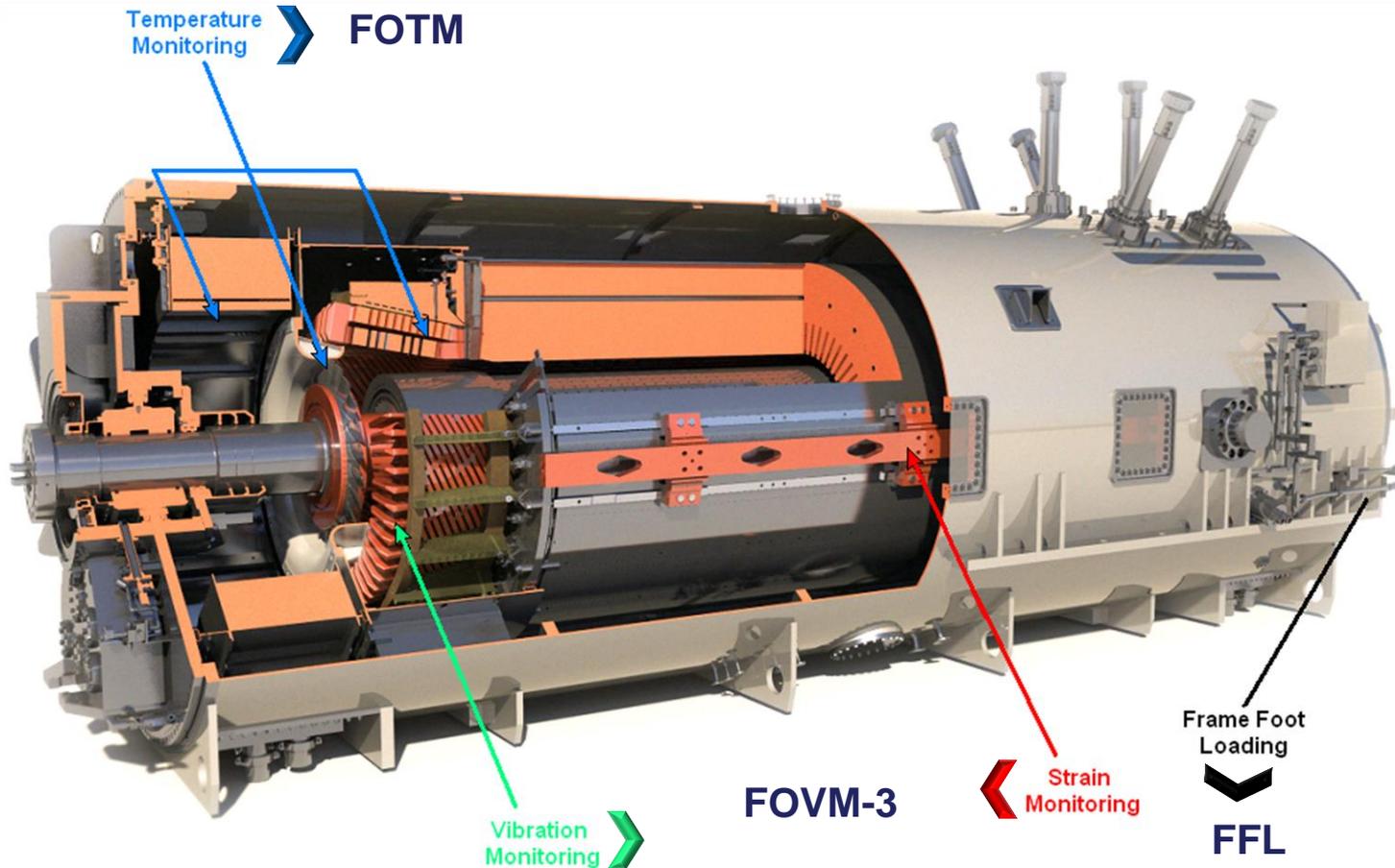


Energía

# OEM – Siemens Energy, USA



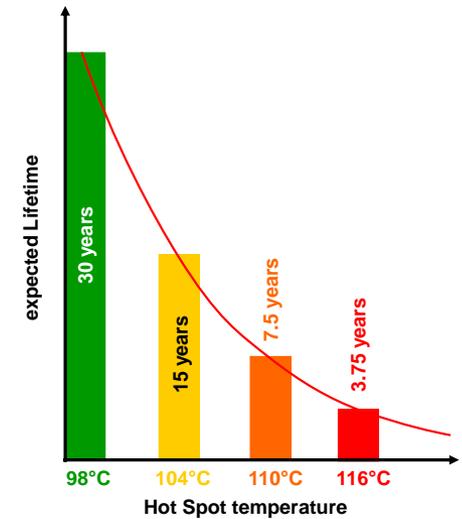
- Ventaja principal: inmunidad EMI y pasividad eléctrica
- Vibración, temperatura y deformación en generadores de potencia



SIEMENS

# OEM – Transformadores de potencia

- **Ventaja principal: inmunidad EMI y pasividad eléctrica**
- **Puntos calientes en transformadores de potencia**
- Monitorización de los puntos calientes en el devanado
  - 8 sondas sensoras multipunto
  - Interrogador con 8 canales
    - Comunicación ModeBus
    - Caja sin ventilación
    - Conforme a estándares aplicables a los transformadores
  - Adaptador con 8 pasa muros sellados
  - Cable de salida





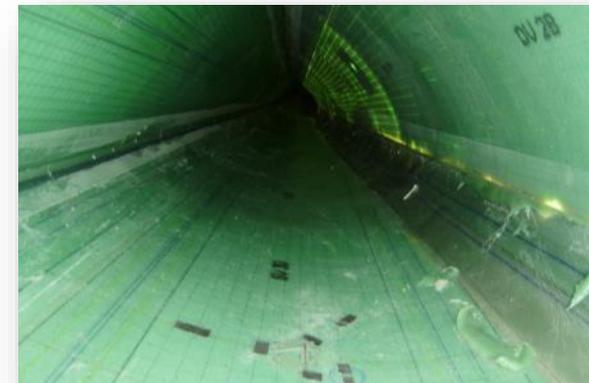
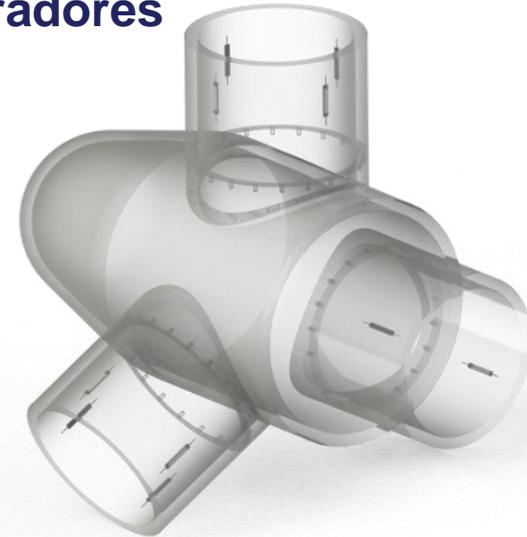
Eólica



31M

# WindMETER

- **Ventaja principal: naturaleza dieléctrica, alta fatiga, embebimiento**
- **Sistemas de monitorización estructural para generadores eólicos**
  - Palas (transporte, operación)
  - Torre
  - Cimientos (on-shore, off-shore)
- **Adaptados para integración en sistemas para:**
  - Control dinámico de operación: Control Individual del Pitch y detección de hielo
  - Sistemas de monitorización estructural
  - Sensores pegados o embebidos



# WindMETER – Ejemplo de instalación

- **Aerogenerador, USA**
- Monitorización de deformación en palas
  - Parque eólico de FirstWind, generador CLIPPER
  - Sistema WindMETER
    - 1 x interrogador WindMETER (4 canales)
    - Sensores:
      - 4 deformación y 4 temperatura en cada raíz de pala
      - 4 deformación y 4 temperatura en la sección intermedia de una pala
  - Contratista: WindESCo
  - Implementación: Dic 2014





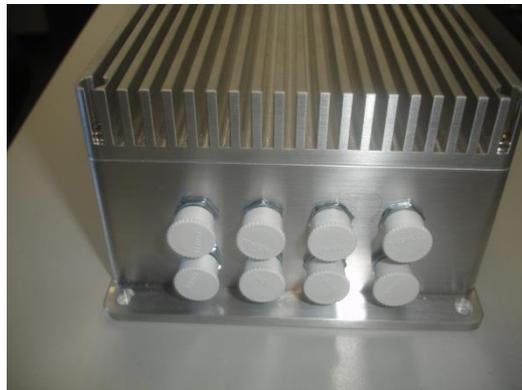
# Aeroespacio



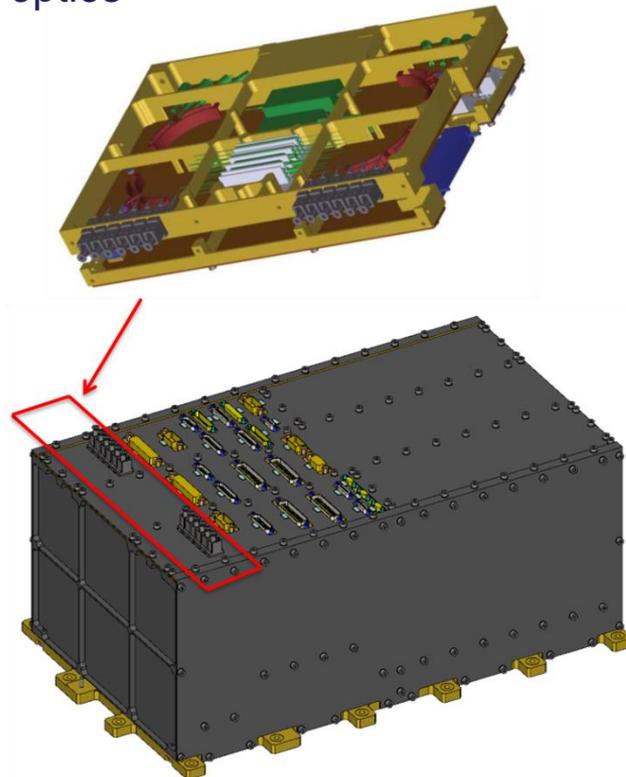
- **Ventaja principal: naturaleza dieléctrica, EMI, cableado**
- Desarrollo de sistemas de medida para vuelo
- Desarrollos a través de varios proyectos CleanSky y contratos privados
  - Para Alenia Aeronautica (Italia), 2010.
    - Adaptación para operación en vuelo (cabina) de un equipo comercial
      - 4 canales
      - 500S/s
      - 65nm de barrido
      - Aprox 70 sensores
    - Pruebas de vuelo en un C-27 Spartan



- Desarrollo de sistemas de medida para vuelo
- Desarrollos a través de varios proyectos CleanSky y contratos privados
  - Para Airbus, desarrollo en curso
    - Diseño específico para un equipo de vuelo (instalación de sensores en áreas críticas)
      - Diseño miniaturizado
      - 8 canales
      - 2048S/s
      - 100nm de barrido
      - Capacidad para 160 sensores
    - En fase de pruebas del prototipo alfa
    - Pruebas en vuelo en Q4 2016

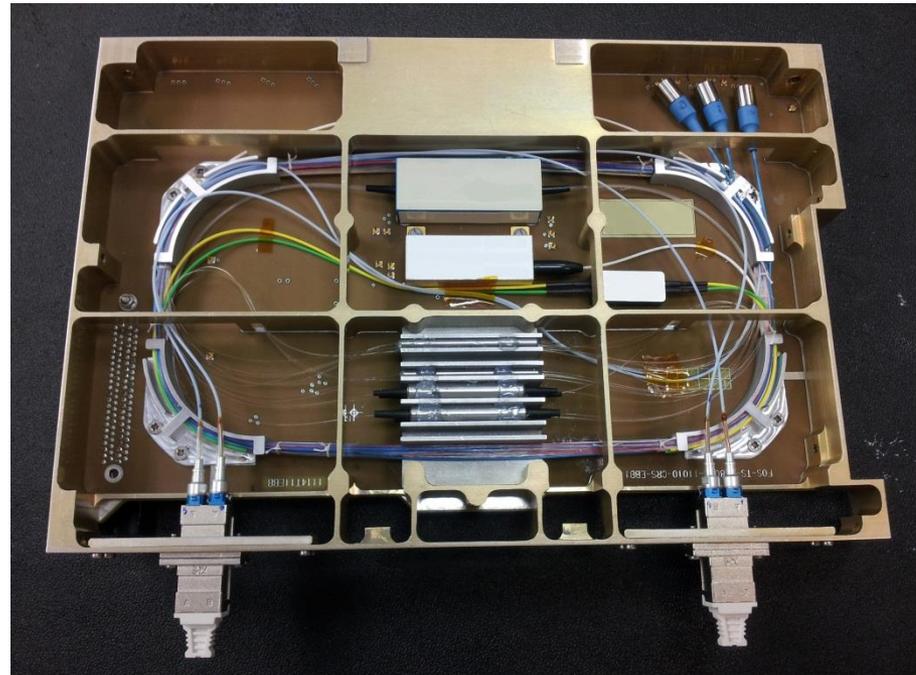


- **Ventaja principal: EMI, cableado**
- Desarrollo de sistemas de medida para vuelo
  - Desarrollo conjunto con Airbus DS – Crisa a través de varios proyectos ESA
  - Sistema desarrollado como una tarjeta dentro de la RTU modular (RTU2015) de Crisa.
  - Sensores de fibra óptica como parte de un sistema de monitorización híbrido eléctrico-óptico



Parameter	Value
Scanning range	1500-1600nm
Number of channels/module	6 (extendable to 8)
FBG sensors/channel	20 temperature
Sampling frequency	10 S/sec
Accuracy	±2pm
Operating temperature	-35°C to 60°C
Power Consumption	12.3W (~10W@20°C)
Mass	1200gr
Dimensions	160 x 233.5 x 52 mm
Sensor calibration formulas stored internally	
Tolerant to one-point fiber failure/channel	

- Desarrollo de sistemas de medida para vuelo
  - Pruebas funcionales a nivel de tarjeta:
    - 20 sensores por fibra
    - $\pm 2\text{pm}$  precisión
    - 30dB rango dinámico
    - Protección contra cortes de fibra
  - Integración con la RTU y pruebas funcionales ya realizadas.
  - Actualmente en fase de realización de pruebas ambientales (temperatura, vibración y choque, EMC y vacío)



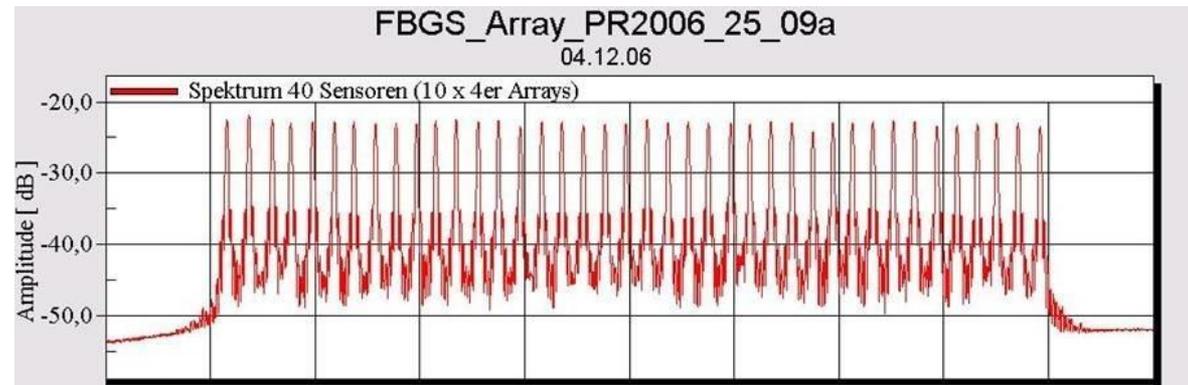
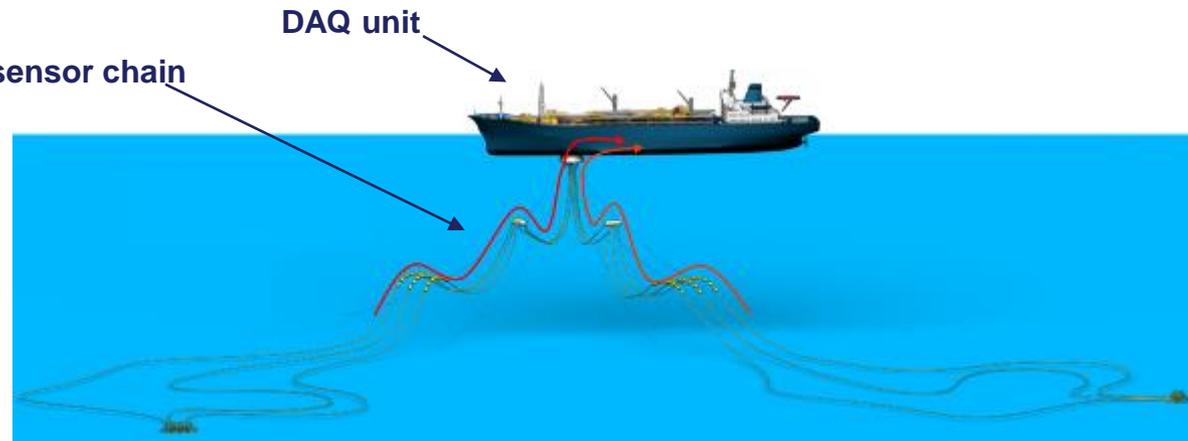
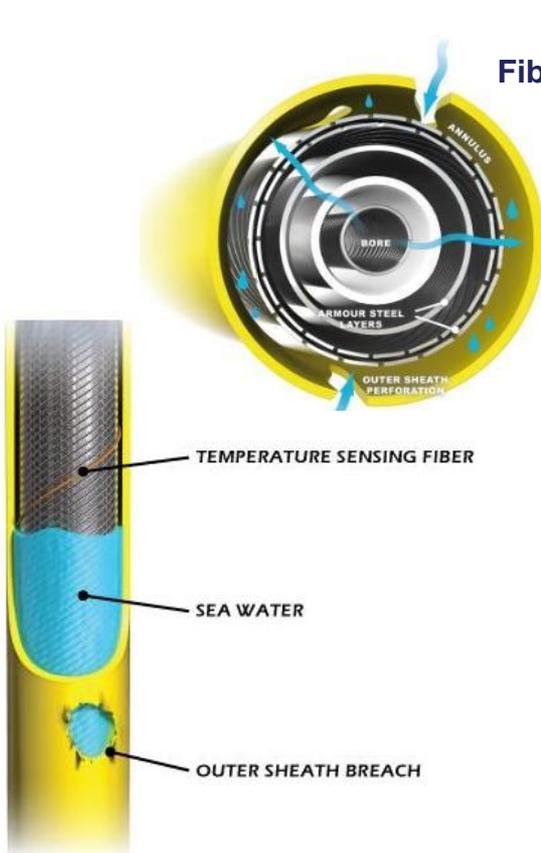


# Otros ejemplos

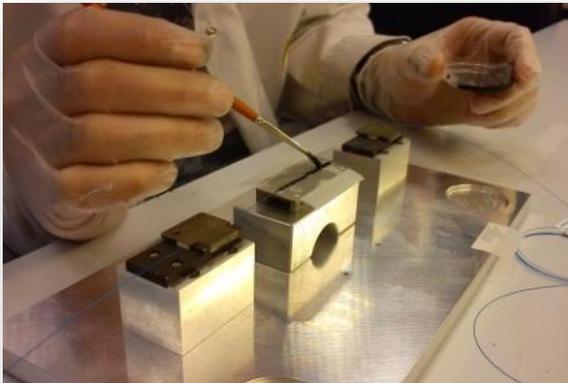
- **Monitorización de tuberías, España**
- **Medidas de deformación**
  - Instalación y puesta en marcha
  - 15 Sensores
    - 3 arrays con 4 FBGs de deformación y uno de temp
    - 3 secciones en una tubería hidráulica
  - Sistema de adquisición a medida
    - FS22 Industrial BraggMETER, Quad Channel, 1S/s
    - PC Industrial
    - Modulo con relés
  - Software a medida
    - Interfaz gráfico
    - Definición de niveles y disparo de alarmas
    - Grabación de datos
  - HBM FiberSensing/HBM Ibérica
  - Usuario: Endesa
  - Implementación: Dic 2014



- **Tubos ascendentes, Dinamarca**
- Medidas de deformación y temperatura en tubos ascendentes flexibles para cálculos de fatiga
- 40 sensores



- **ITER, Francia**
- Reactor experimental de fusión (reactor Tokamak)
- Monitorización de los imanes superconductores a temperaturas criogénicas (4K)
  - Medidas de deformación, desplazamiento y temperatura
  - Entorno de alta radiación y vacío
- En consorcio con Smartec (Suiza)



**Thanks for your attention !**

**José Luis Lozano**

Sales North Spain

[Jose-luis.lozano@hbm.com](mailto:Jose-luis.lozano@hbm.com)

**Silvia Abad**

HBM FiberSensing R&D Project Manager

[silvia.abad@hbm.com](mailto:silvia.abad@hbm.com)