



Webinar

SEGURIDAD DE PRESAS EN EDF EN 2020

Nuestras mejores prácticas e innovaciones

01/12/2020



Vigilancia del comportamiento de presas

***Organización, técnicas de auscultación, tratamiento de datos, análisis,
aplicación “KOALA”***

01/12/2020



Resumen

- 1. Principios de la vigilancia de presas**
- 2. Las técnicas de auscultación de EDF-DTG**
- 3. Beneficios**



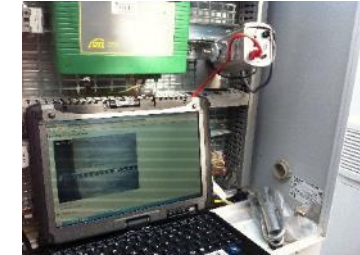
Vigilancia del comportamiento de presas

Los tres pilares de la vigilancia

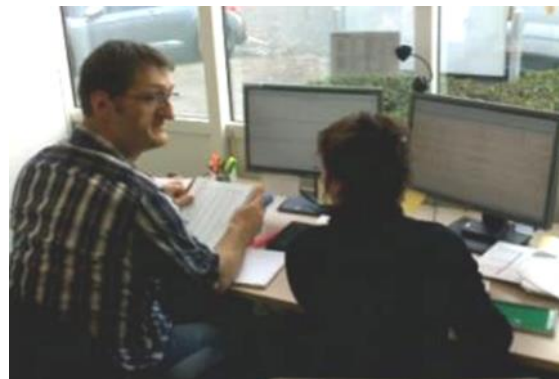
Inspección visual (directa o indirecta)



Auscultación (manual o automática)



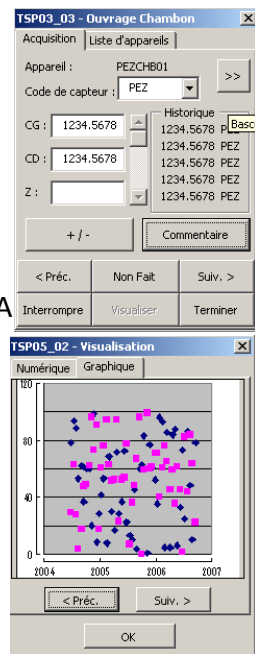
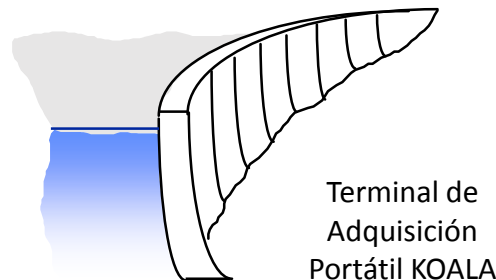
Análisis (tiempo real y diferido)



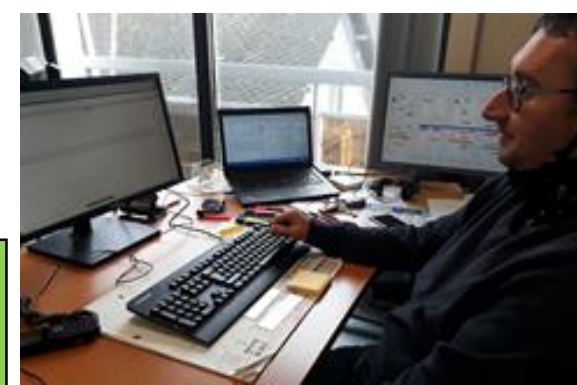
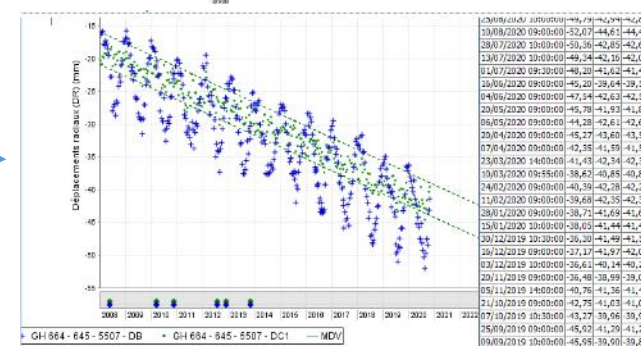
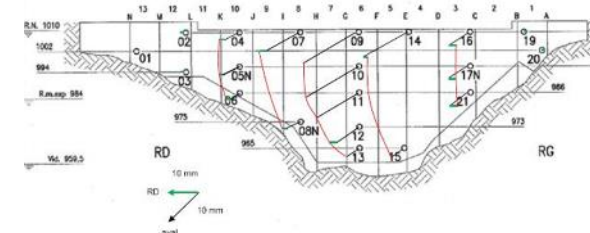
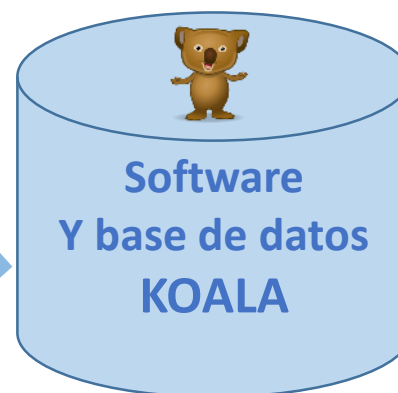
La auscultación para la vigilancia en “tiempo real”

Control de 1^{er} Nivel: Realización y validación de las mediciones brutas.

Control de 2^{do} Nivel: Validación del comportamiento en “tiempo real” por EDF DTG con KOALA.



mediciones



Operadores de la presa

Responsable de Explotación de la presa

intercambio

intercambio

Alertas

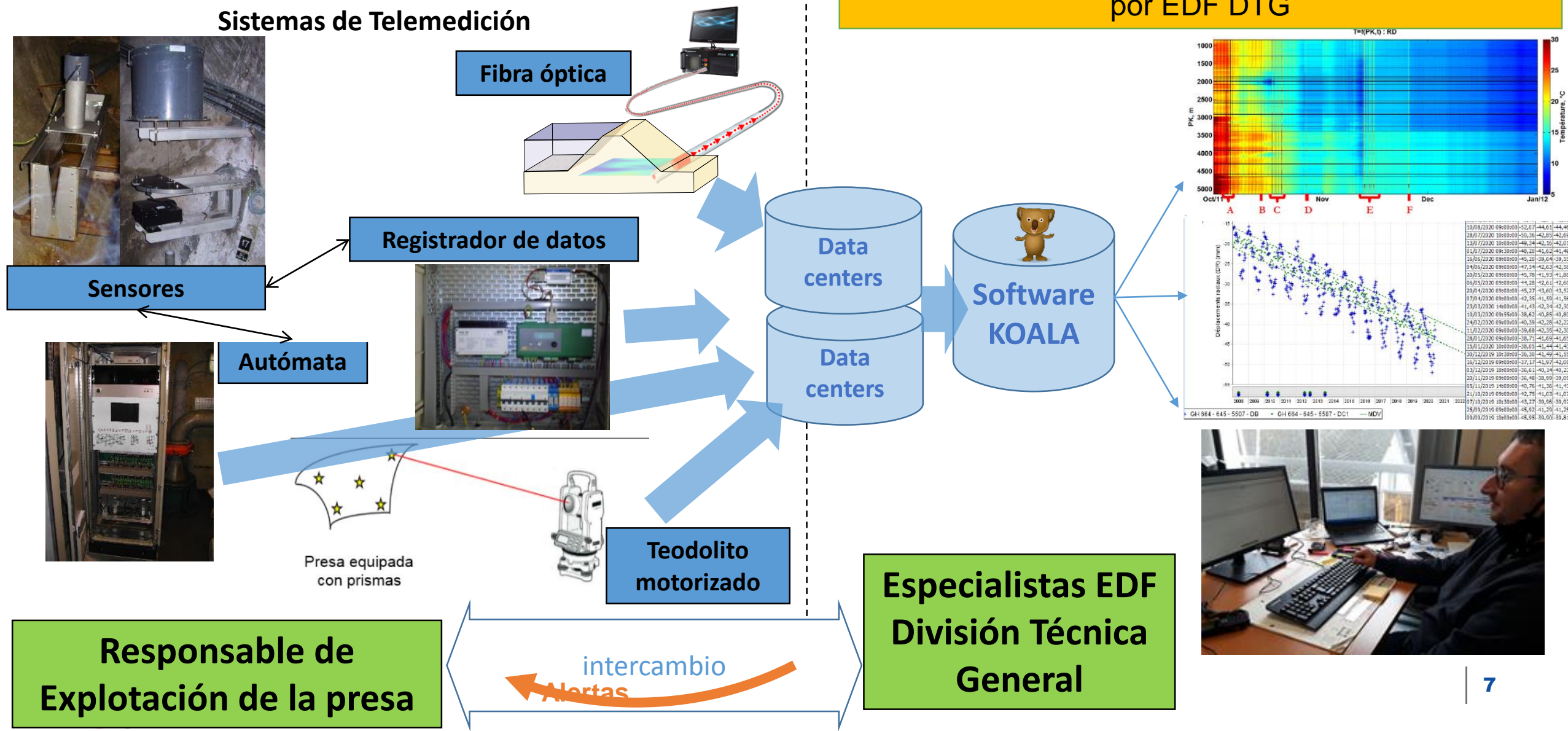
**Especialistas EDF
División Técnica
General**

La auscultación para la vigilancia en “tiempo real”

Mediciones automáticas

Sistemas de Telemedición

Validación del comportamiento en “tiempo real”
por EDF DTG





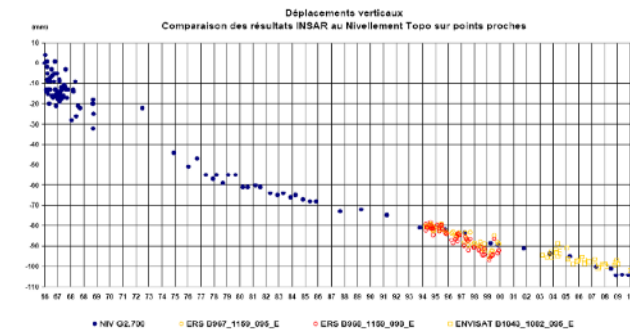
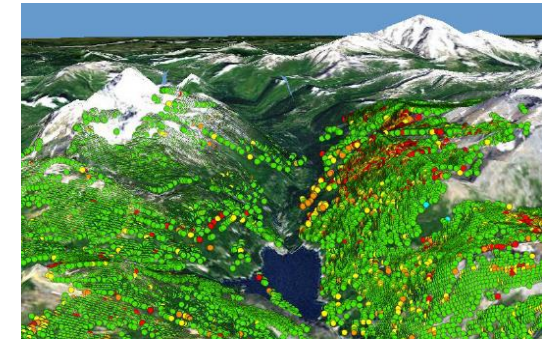
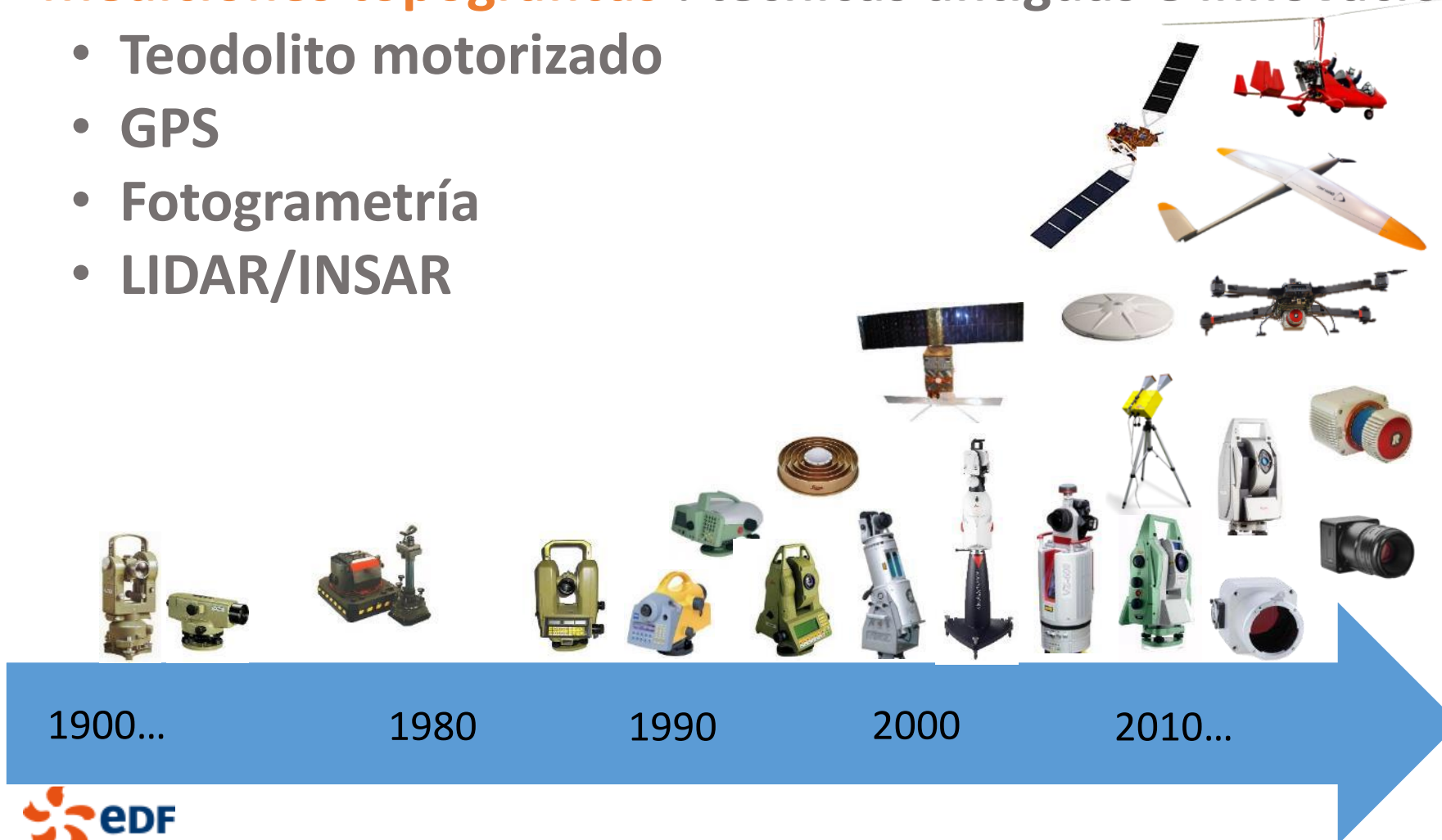
Técnicas de auscultación de presas

- Mediciones especiales e innovaciones
- Instrumentación
- Análisis del comportamiento

Mediciones especializadas de auscultación

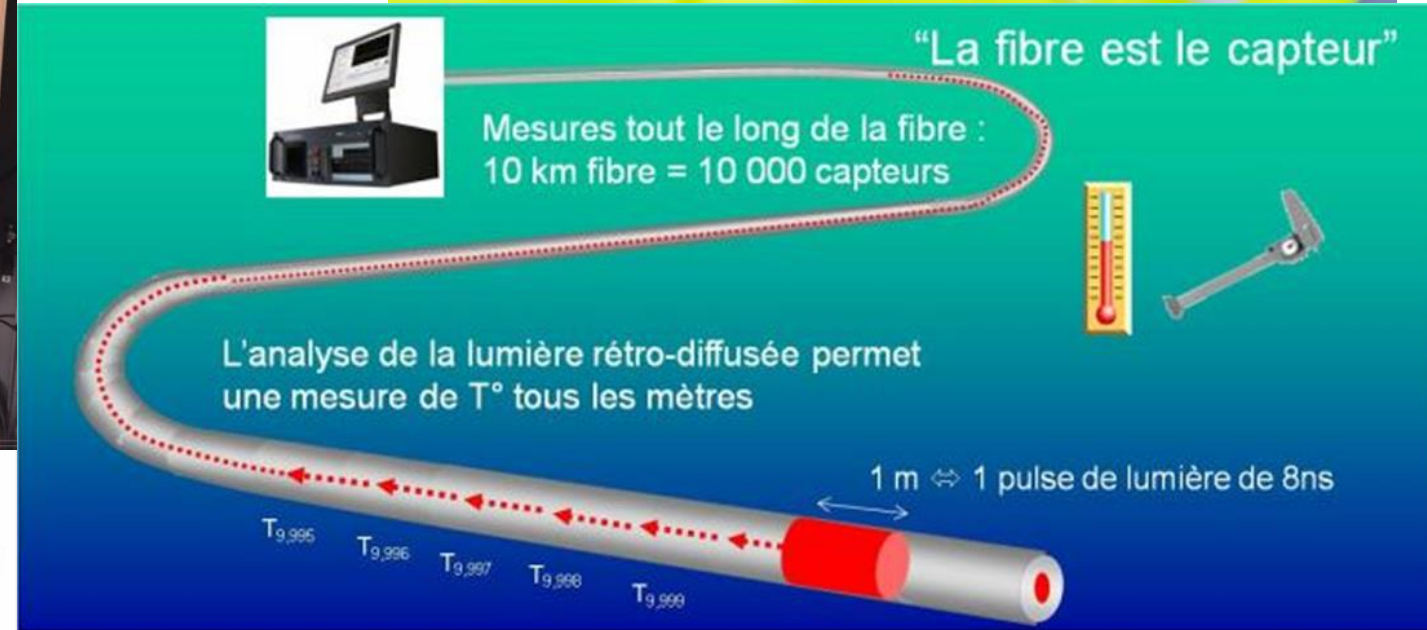
- **Mediciones topográficas** : técnicas antiguas e innovaciones

- Teodolito motorizado
- GPS
- Fotogrametría
- LIDAR/INSAR



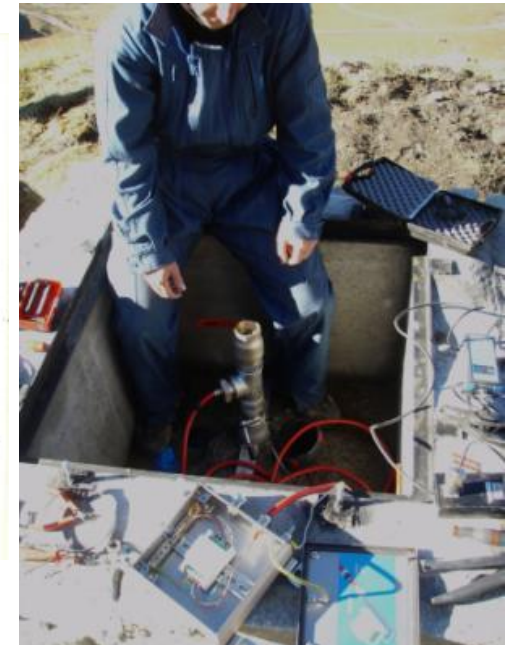
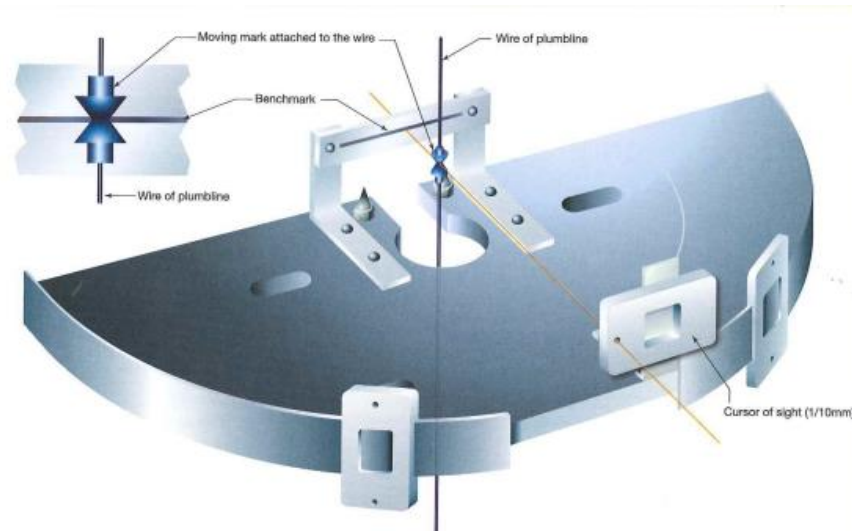
Mediciones especializadas de auscultación

- **Innovación en sensores :**
Fibra óptica para la vigilancia de caudales



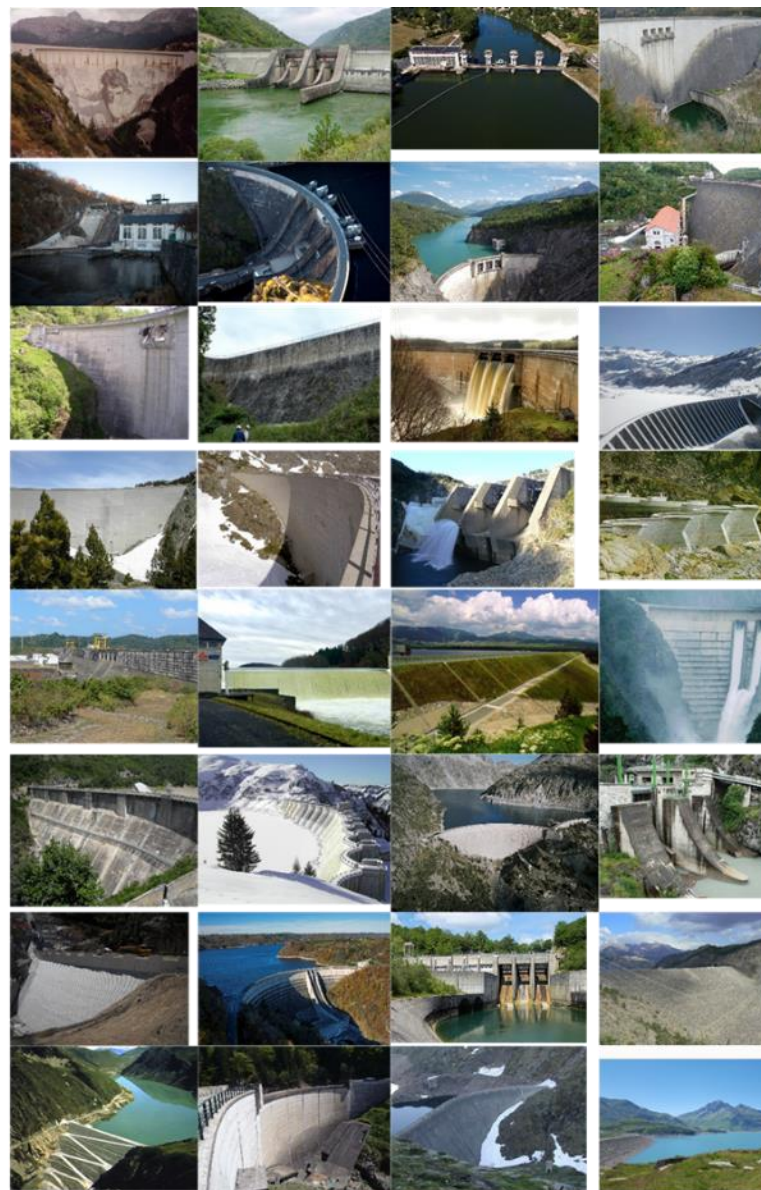
Instrumentación

- **Selección de nuevos sensores** (criterios metrológicos)
- **Control Metrológico** (calidad de las mediciones para evitar errores de interpretación de datos : problemas de sensor vs comportamiento real de la presa)
- **Mantenimiento** de los dispositivos (continuidad de las mediciones)



Tratamiento de datos y análisis del comportamiento

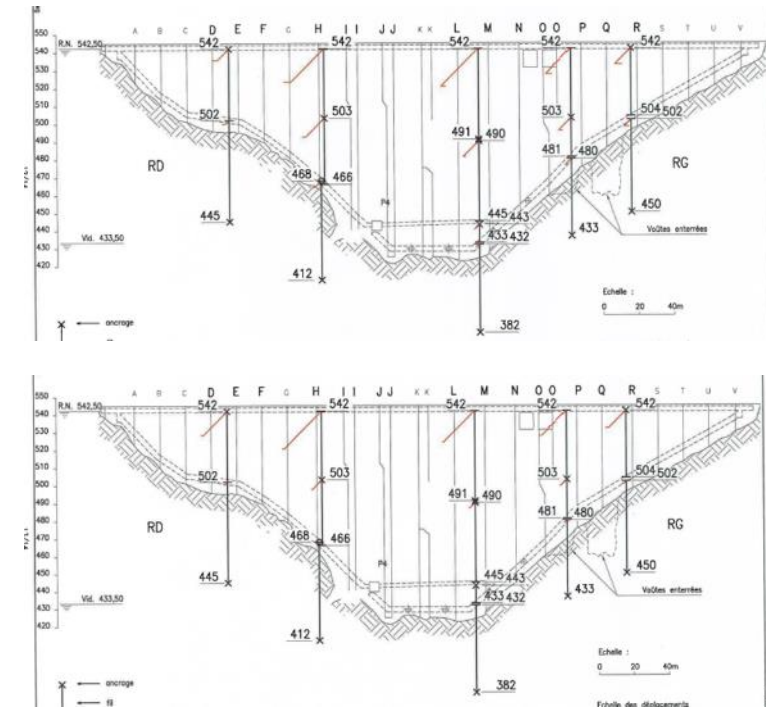
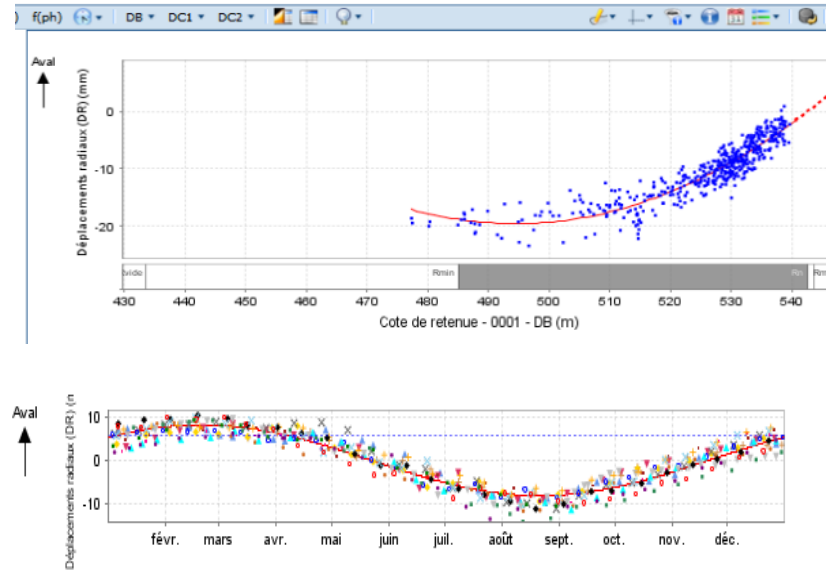
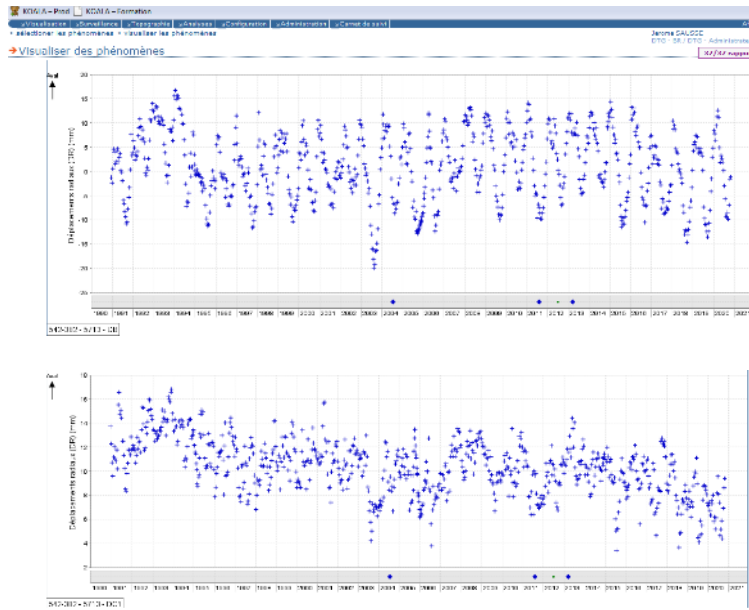
- EDF = conocimiento de **350 presas** equipadas con sistema de auscultación
- **75 años de experiencia** en el análisis del comportamiento de **todos los tipos de presas** y afectados por **todas las formas conocidas de patologías**



Tratamiento de datos y análisis del comportamiento

Herramientas para procesamiento de datos y modelos de comportamiento

Modelo HST desarrollado desde 1967 (Willm et Beaujoint)



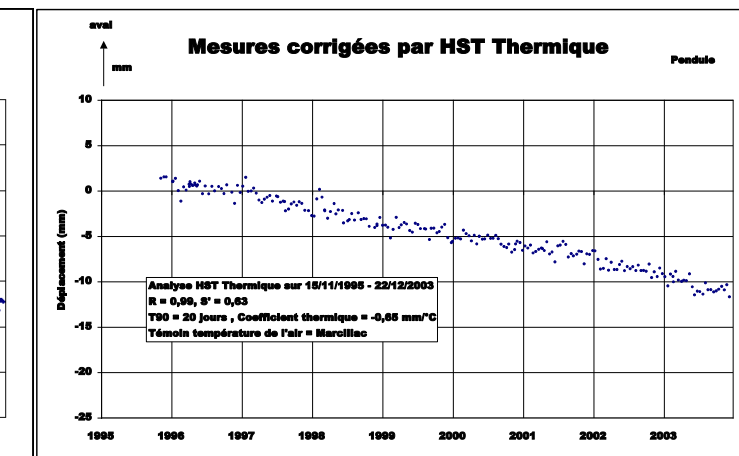
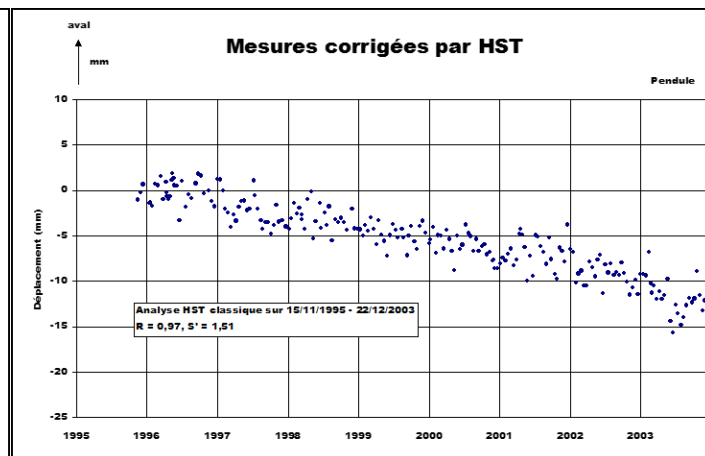
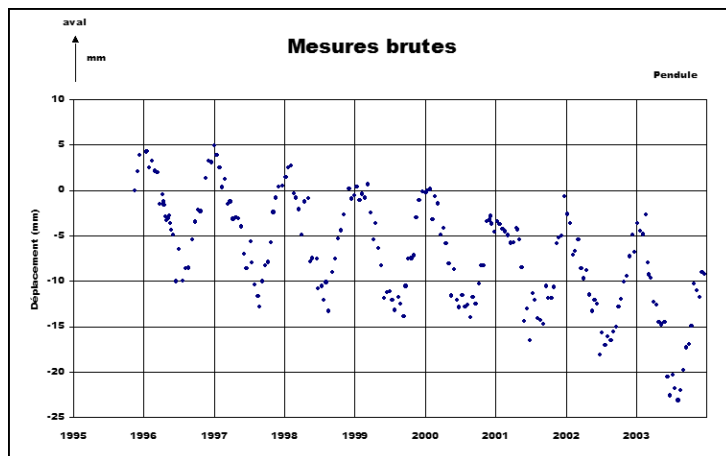
Implementado en el software KOALA



Tratamiento de los datos y análisis del comportamiento

Otras herramientas para afinar la comprensión de comportamientos complejos

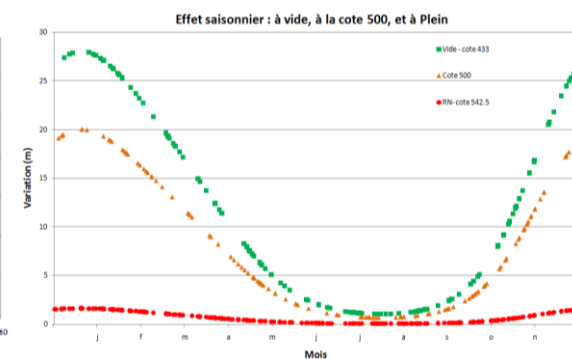
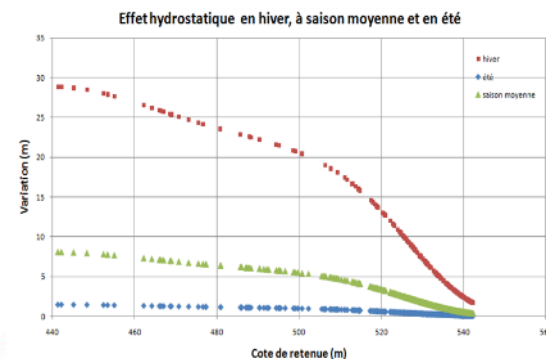
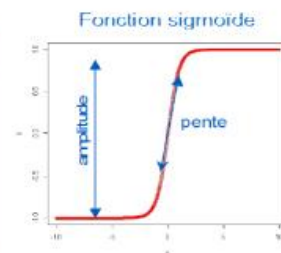
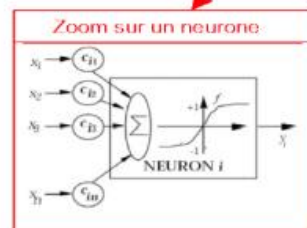
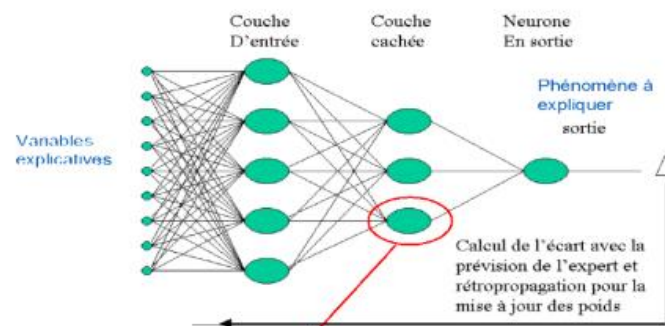
Modelo
HST
Térmico



Efectos Retrasados

Efectos no-lineales

Redes neuronales



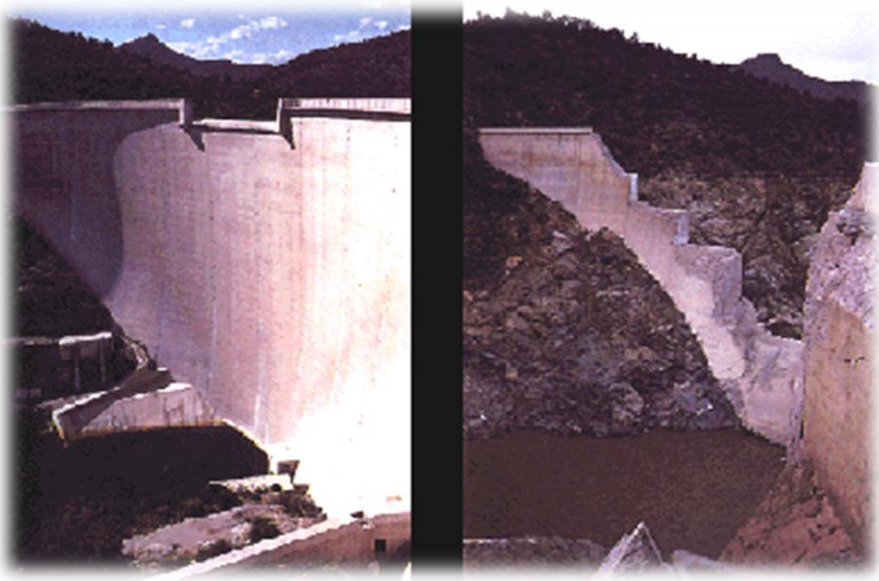


Beneficios

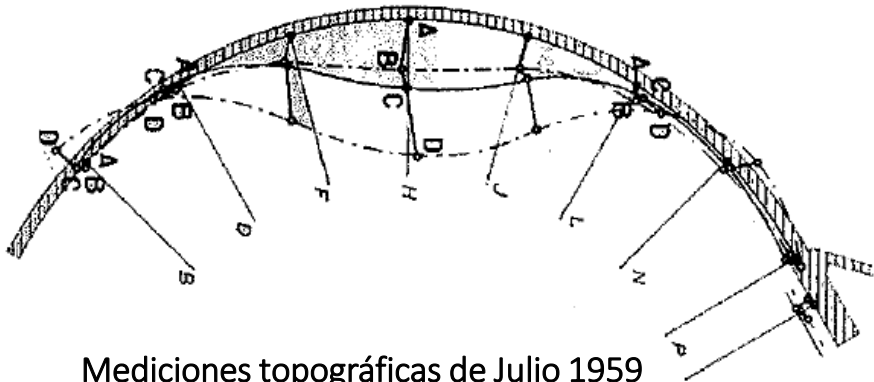
Ejemplos de beneficios de la auscultación de presas

Presa de MALPASSET (Francia)

Impacto de la rotura



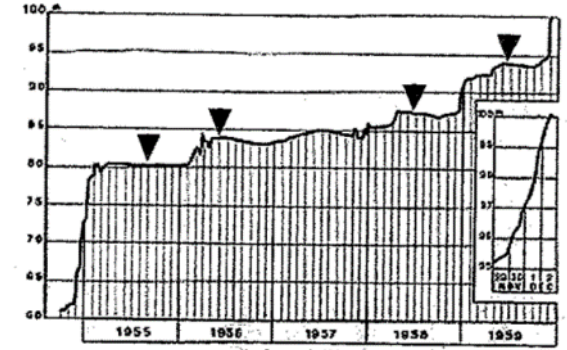
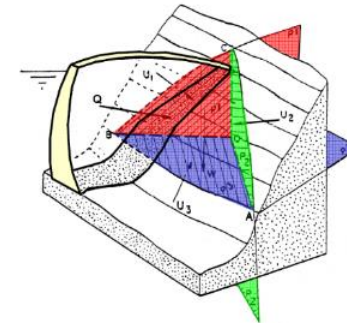
Presa de Malpasset antes y después de su rotura el 02/12/1959



Mediciones topográficas de Julio 1959

Origen de la rotura: debilidad geológica en el primer llenado completo del embalse en crecida...

PERO...



Habían mediciones de auscultación topográfica que fueron analizadas luego del accidente !

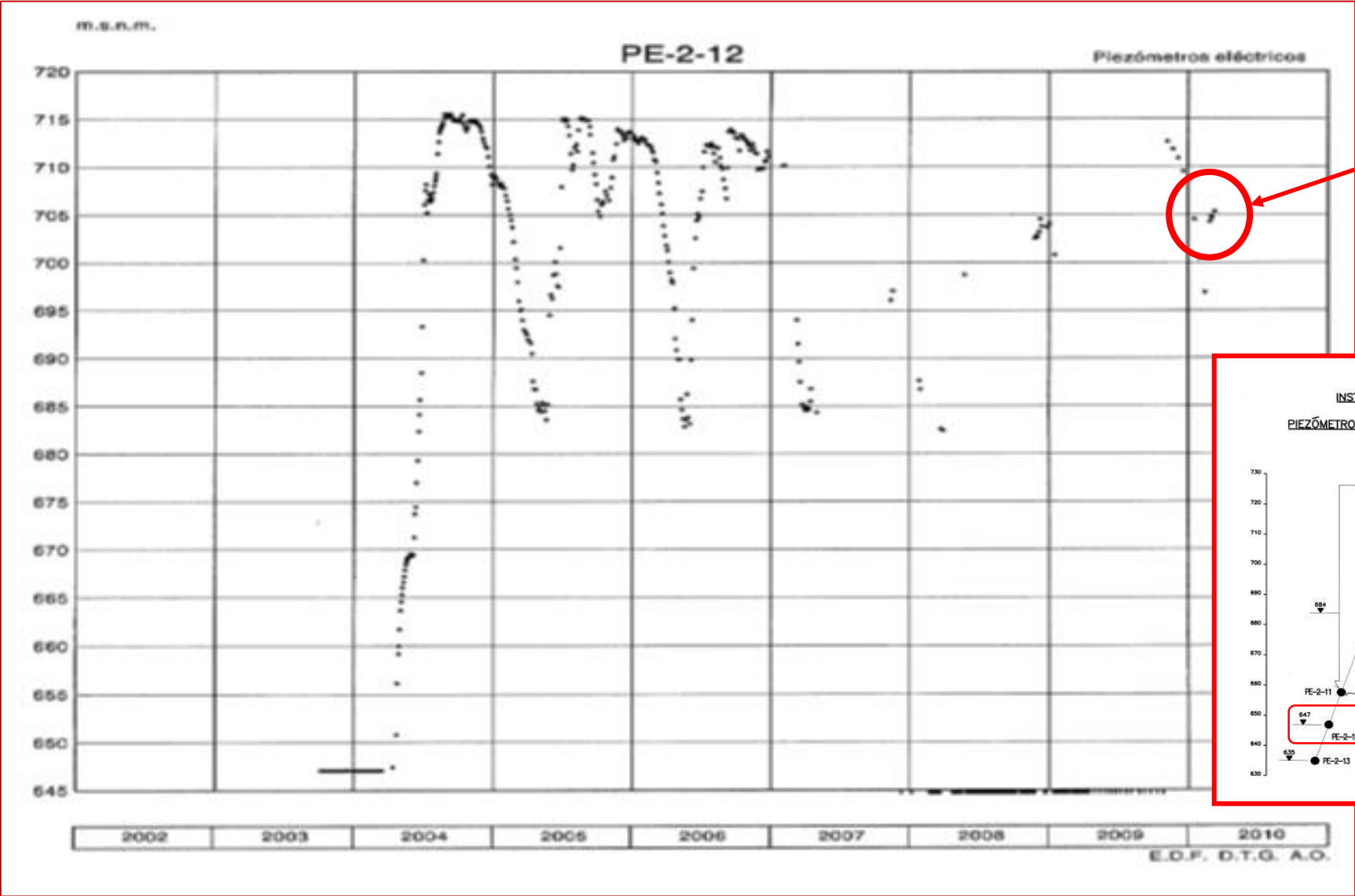
La auscultación es fundamental para anticipar los riesgos y evitarlos

Presa de RALCO (Chile)

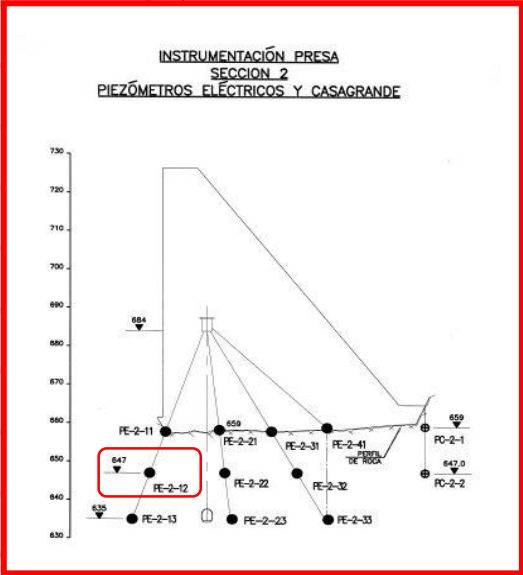
Ejemplo de detección y tratamiento de la anomalía de comportamiento

Presa de gravedad, de HCR, de 155 metros de altura sobre su fundación, 360 metros de longitud de coronamiento y 1.222 Hm³ de capacidad de embalse

GRÁFICO DE “MEDICIONES BRUTAS”



Mediciones post terremoto del 27/02/2010



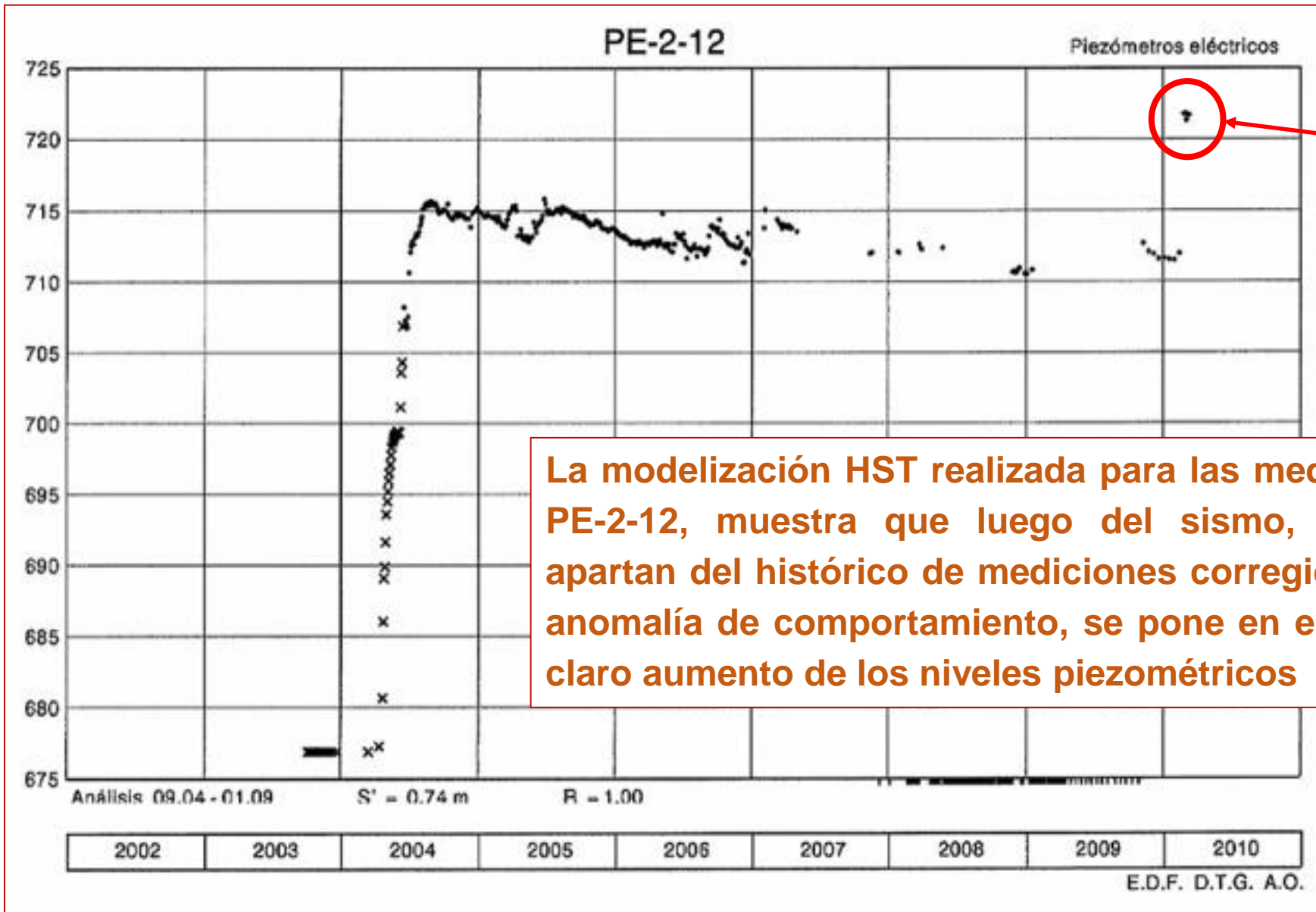
Presa de RALCO (Chile)

Ejemplo de detección y tratamiento de la anomalía de comportamiento

GRÁFICO DE
“MEDICIONES
CORREGIDAS”



LUEGO DE HABER
APLICADO EL
MODELO HST



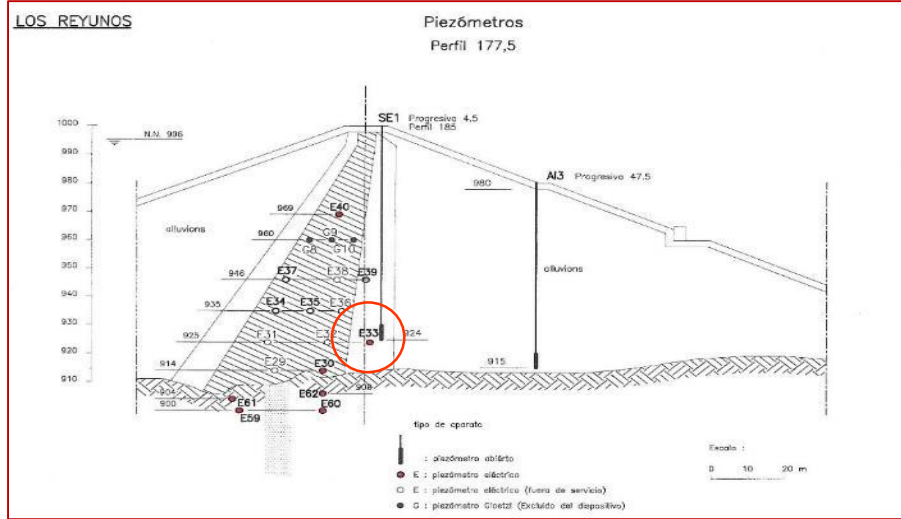
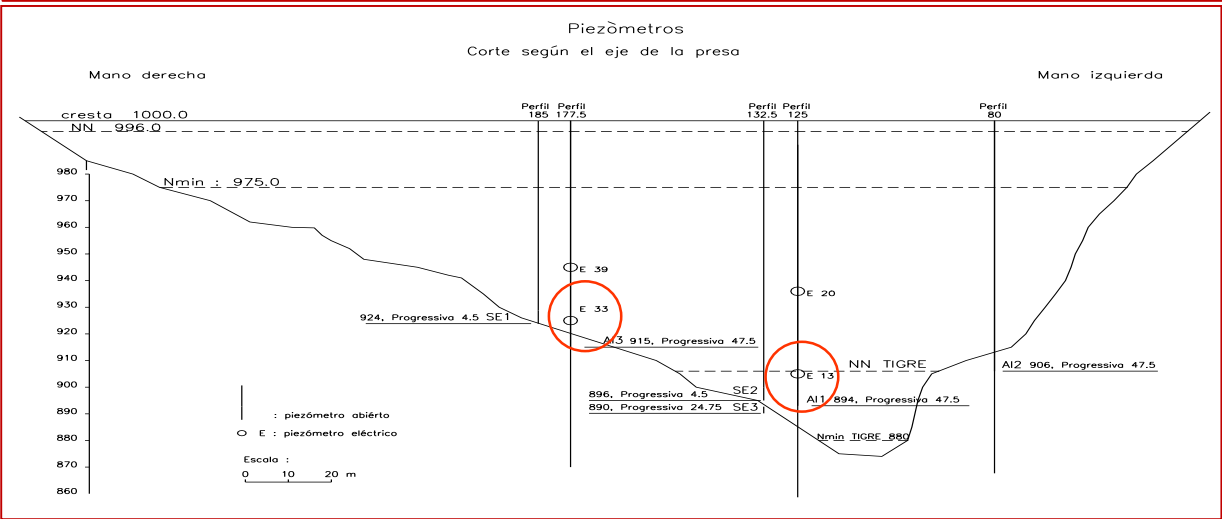
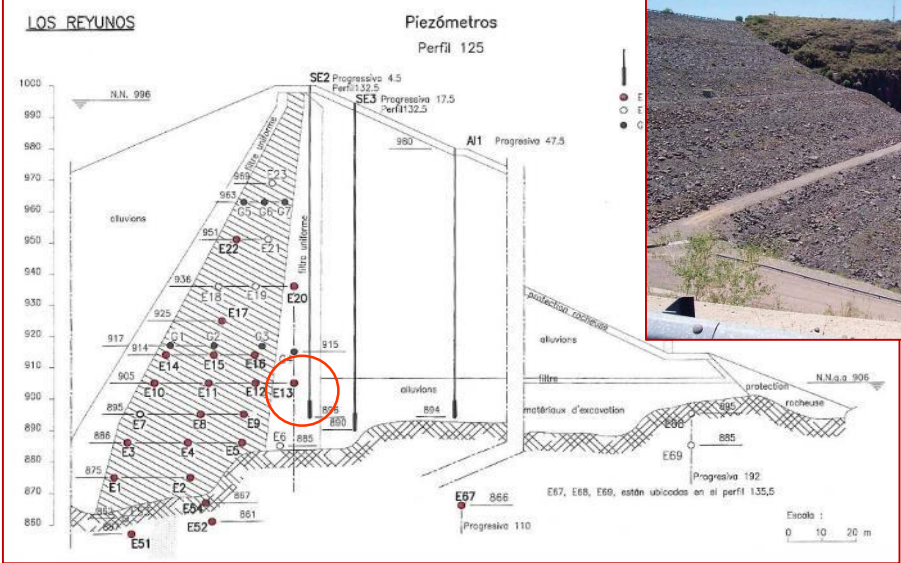
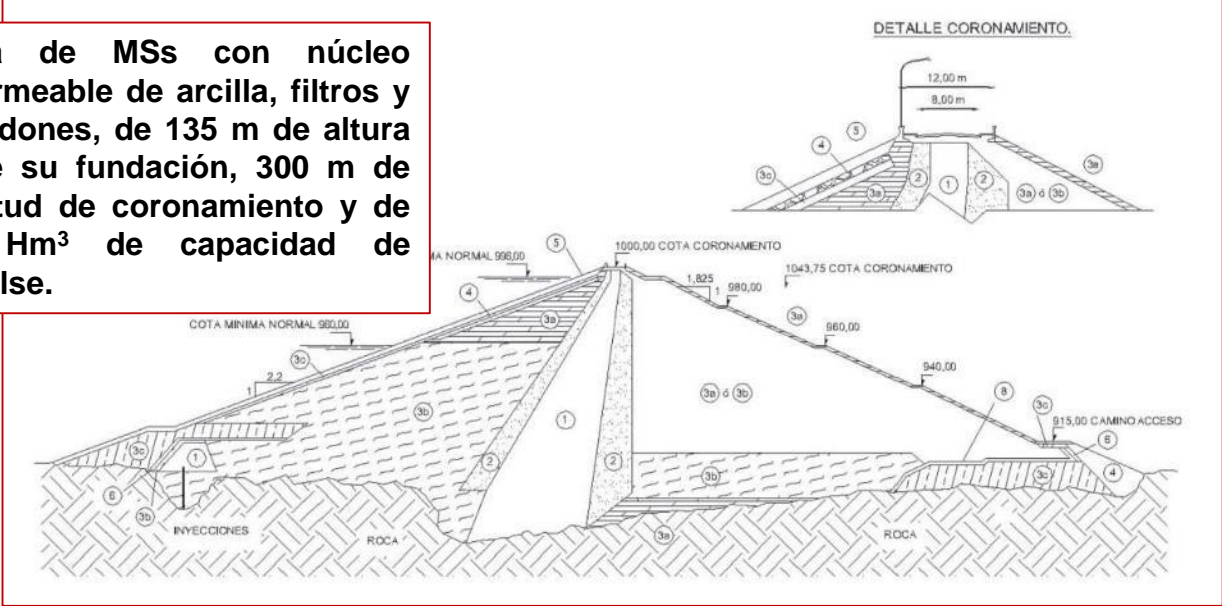
Mediciones
post
terremoto del
27/02/2010

La modelización HST realizada para las mediciones del PE-2-12, muestra que luego del sismo, los NP se apartan del histórico de mediciones corregidas y como anomalía de comportamiento, se pone en evidencia un claro aumento de los niveles piezométricos

Presas LOS REYUNOS (Argentina)

Ejemplo de detección y tratamiento de la anomalía de comportamiento

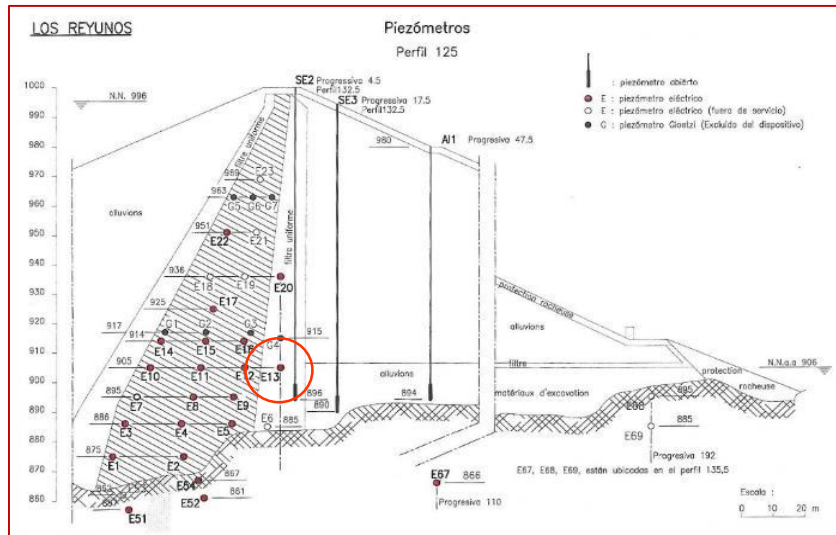
Presas de MSs con núcleo impermeable de arcilla, filtros y espaldones, de 135 m de altura sobre su fundación, 300 m de longitud de coronamiento y de 256 Hm³ de capacidad de embalse.



Presa LOS REYUNOS (Argentina)

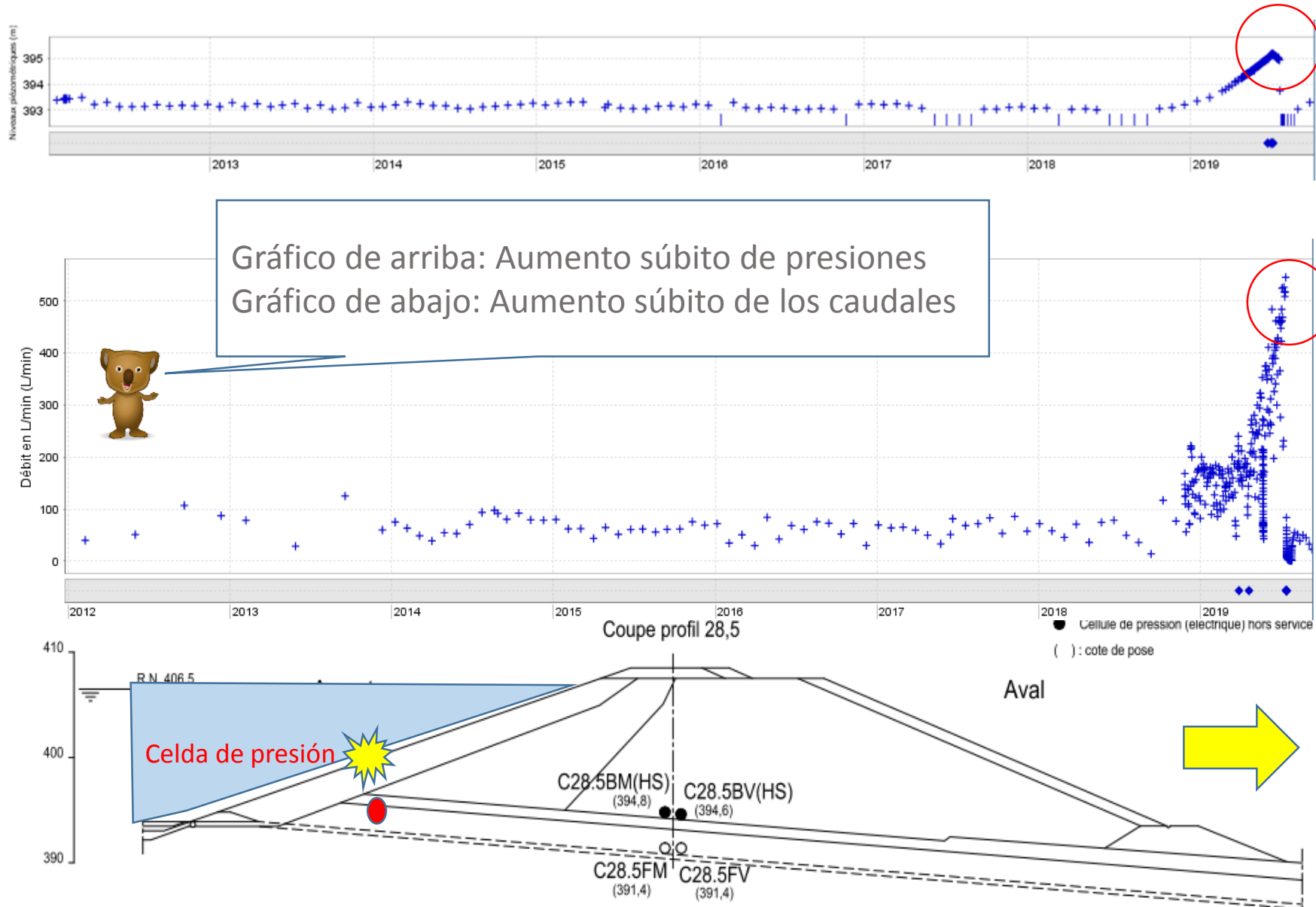
Ejemplo de detección y tratamiento de la anomalía de comportamiento

ANOMALÍA EN 2002: EVOLUCIÓN DE LA PRESIÓN EN EL FILTRO DE AGUAS ABAJO



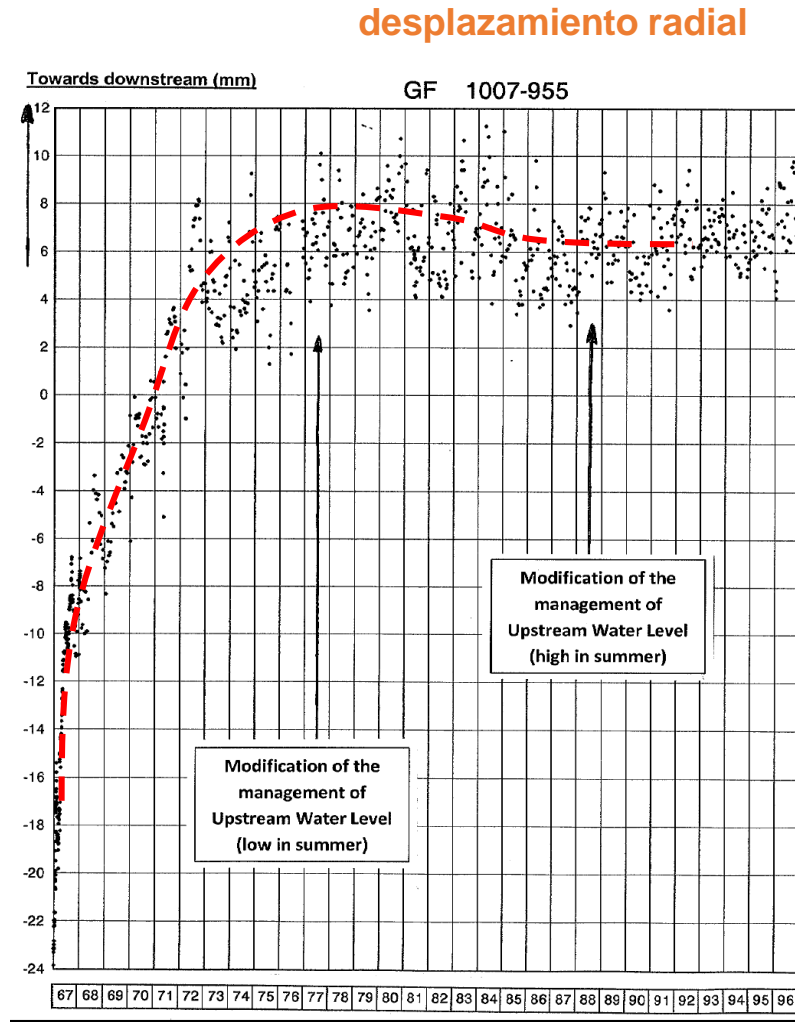
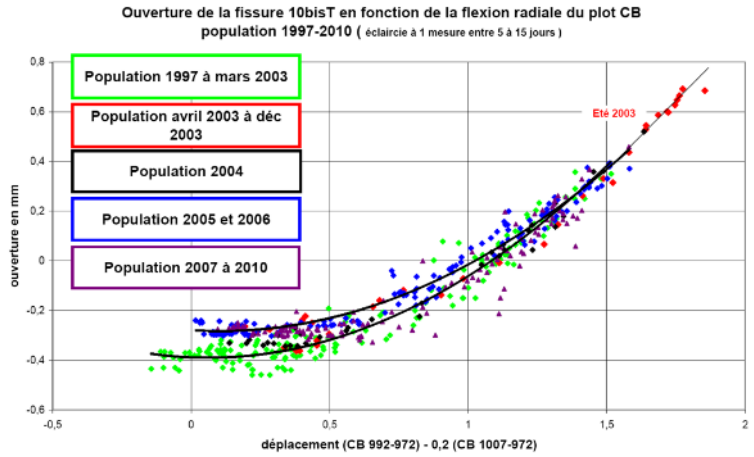
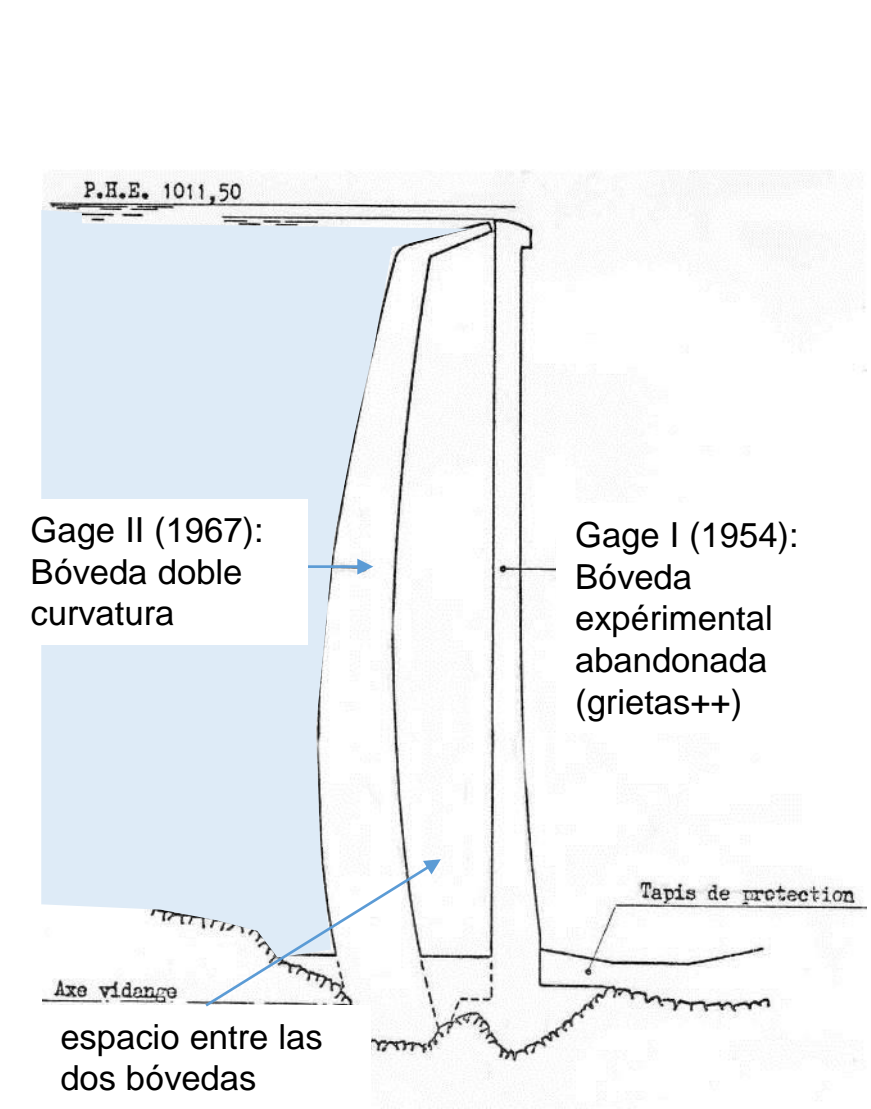
Presa EDF de tierra con máscara de hormigón asfáltico

Ejemplo de detección y tratamiento de la anomalía de comportamiento



Presas GAGE (EDF)

Ejemplo de detección, comprensión y tratamiento de la anomalía

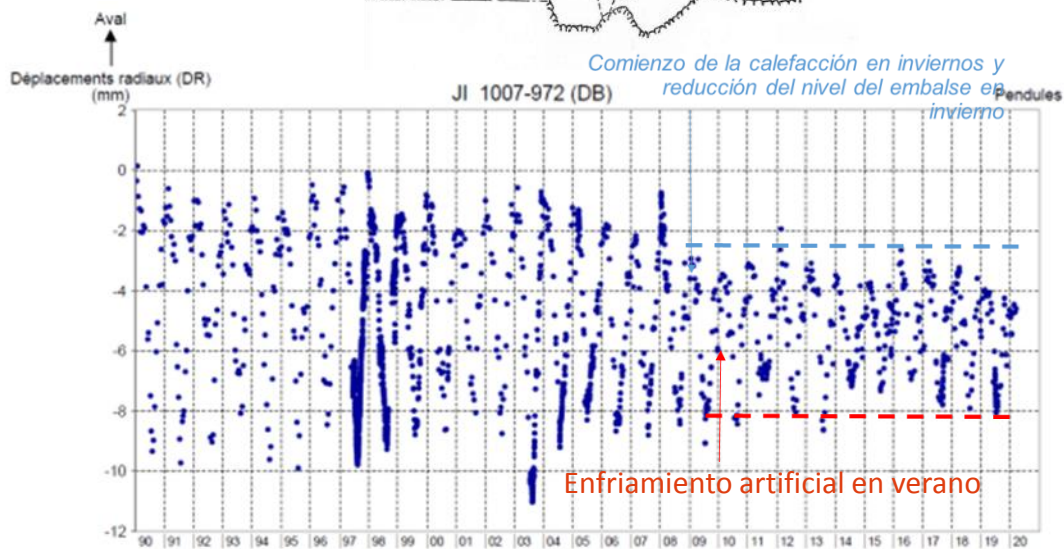
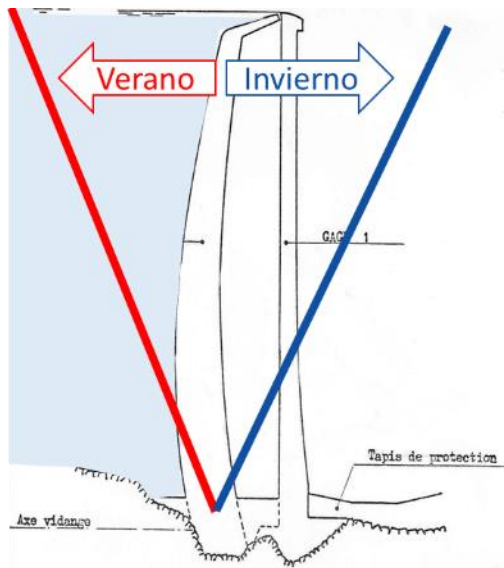


Aberturas de las grietas vs desplazamiento radial

Presa GAGE (EDF)

Ejemplo de detección, comprensión y tratamiento de la anomalía

Necesidad de **limitar los desplazamientos radiales extremos** que incrementan las aberturas de fisuras



Calefacción artificial en invierno



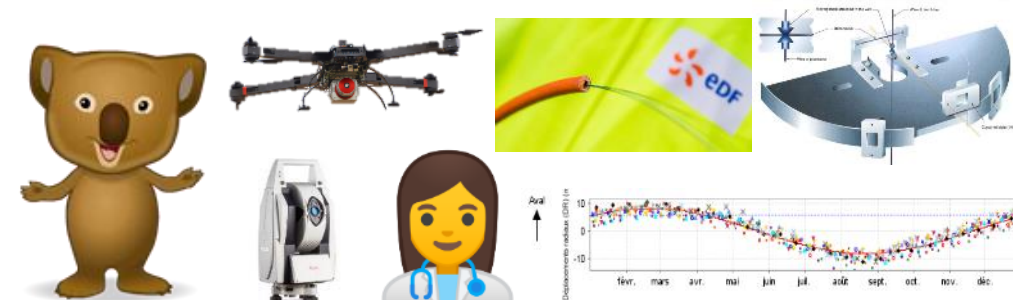
Control del nivel del embalse para evitar efectos térmicos e hidrostáticos acumulativos (irreversibles)

Enfriamiento artificial en verano



Conclusiones

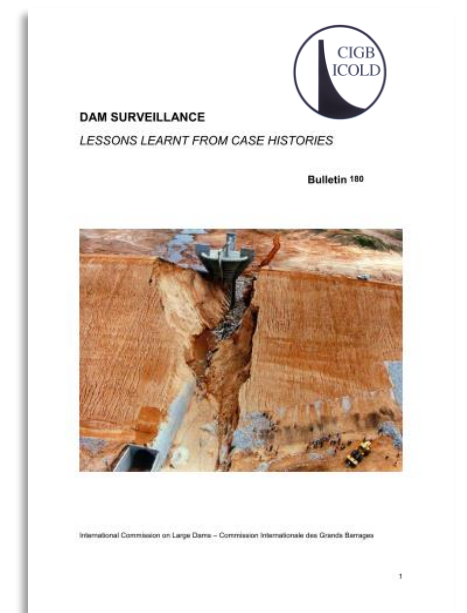
La Auscultación debe aplicarse con rigor, seriedad, calidad y una buena organización afín de tratar **óptimamente y de manera eficaz incidentes significativos.**



Para ello, existen Herramientas de auscultación que nos ayudan a garantizar la seguridad de las presas.

Referencias

- **Método HST** : *Methodes de surveillance des barrages au service de la production d'EDF* – Willm & Beaujoint – 9th ICOLD Congress Istanbul 1967 - Q34 R30
- **Método HSTT** : *Analyse et modélisation du comportement des ouvrages de génie-civil par la prise en compte de la température de l'air : Méthode HST Thermique* – Penot, Fabre, Daumas - 23th ICOLD Congress Brasilia 2009 - Q91 R60
- **Método EFR** : *Analysis method for the monitoring of pore water pressure in embankment dams* – Simon, Guilloteau -International Symposium on “Appropriate technology to ensure proper Development, Operation and Maintenance of Dams in Developing Countries” - Johannesburg South Africa 2016
- **Innovaciones** :
- *Évolutions récentes du concept et des moyens d'auscultation des barrages* – Fabre, Sausse, Boudon, Hoonakker - 25th ICOLD Congress Stavanger 2015 - Q99.R55
- *Retour d'expérience de la surveillance d'ouvrages hydrauliques en terre de long linéaire par capteur à fibre optique* – Beck, Courivaud, Fry, Guidoux, Cassard - 25th ICOLD Congress Stavanger 2015 - Q98.R11
- *Les nouvelles techniques topographiques 3D surfaciques pour optimiser le suivi des ouvrages hydrauliques* – Boudon et al. 25th ICOLD Congress Stavanger 2015 - Q99.R55
- **Ejemplos de los beneficios de la auscultación**
- *CIGB Bulletin n°180 - 2018*
- *Seguimiento automático por teodolito motorizado de los desplazamientos tri-direccionales de la presa bóveda de Sainte Croix* – Martin, Sausse, Boudon, Geffraye - IX Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos – Mendoza Argentina 2018
- *Lessons learned from monitoring the behavior of arch dams* – Fabre, Geffraye – 2nd International Symposium on Modern Technologies and Long-term Behavior of Dams - Zhengzhou China 2011
- *Synthesis of hydraulic structures behavior, Lessons learned from monitored dams of EDF in France* - Mauris, Fabre, Sausse, Bourgey, Martinot– 3rd International Symposium on Modern Technologies and Long-term Behavior of Dams - Nanjing China 2015
- *Diagnosis of dams affected by swelling reactions* – Sausse, Fabre – Waterpower & dams – September 2011





Gracias por su atención!

Nos vemos en Francia:

