

## MEDICIONES DE TEMPERATURA MEDIANTE FIBRAS ÓPTICAS

**Detección precoz de deterioros en diques** • La detección precoz y la localización exacta de deterioros en sistemas de juntas en la construcción hidráulica es indispensable para un saneamiento metódico y a gastos reducidos. Si estos deterioros no son detectados a tiempo los procesos de erosión pueden dañar las construcciones severamente.

Ya desde 1955 mediciones de temperatura son utilizados para la inspección de diques. Mediante el sistema convencional de medición de temperatura (Pat. DE 4127646) más de 500 km de diques en Europa han sido controlados con éxito por GTC. La infiltración de agua en el subsuelo siempre está combinado con un transporte térmico. Por esta razón, en los meses veraniegos la temperatura en las zonas permeables presenta anomalías positivas, mientras que en los meses de invierno dichas anomalías son negativas.

El moderno sistema de mediciones de temperatura mediante fibra óptica posibilita mediciones a lo largo de una fibra óptica de 40 km de extensión. Así son muy adecuados para el control de diques. Integrando una fibra óptica en un dique durante su edificación ó la reconstrucción del sistema de juntas es posible medir mediante la fibra óptica dentro de la construcción a precios razonables. Mediciones convencionales a gran escala pueden ser reducidos considerablemente.

GTC y la "Versuchsanstalt für Wasserbau Oberrhein" (VAO – Instituto de investigación hidráulica de la universidad de Munich) han efectuado numerosas investigaciones sobre la posibilidad de aplicación para la detección precoz de deterioros. El entero método de medición fue probado con éxito bajo condiciones de obras en la planta de investigación del VAO.



En cooperación con la empresa "e-on Wasserkraft GmbH" más de 1.5 km de fibra óptica fueron tendidos debajo de la capa impermeable en la suela del canal "Mittlere Isar" de una central hidroeléctrica. Esta mundialmente primera aplicación en la construcción hidráulica ya es rutinaria.

En el apartadero Eberswalde del canal de navegación Havel-Oder (la figura a la izquierda) tejidos de bentonita fueron usados por primera vez en el sistema de juntas. El diseño técnico y la instalación del control de funcionamiento de este nuevo sistema de juntas fue realizado por GTC con fibras ópticas.

Este método de detección de infiltraciones fue instalado por primera vez en transcurso del saneamiento de un sistema de dobles capas impermeables de asfalto.

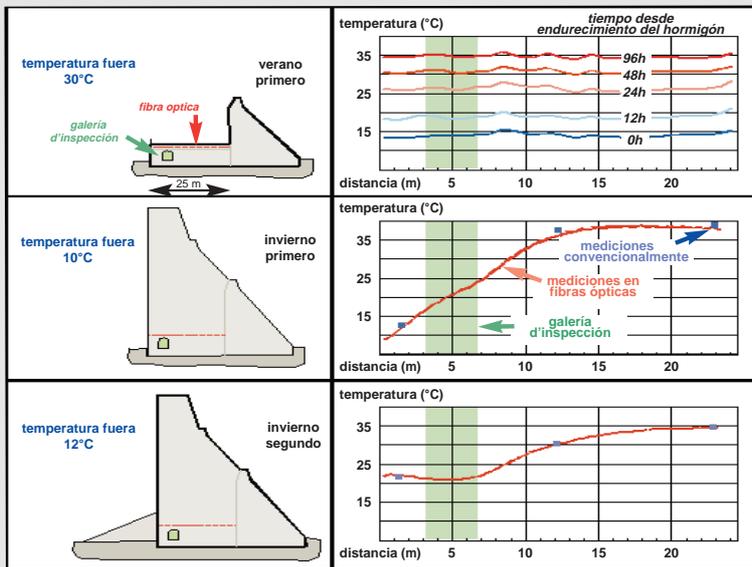
Este método de detección de infiltraciones fue instalado por primera vez en transcurso del saneamiento de un sistema de dobles capas impermeables de asfalto.

**Descripción del método** • El método de mediciones de temperatura mediante fibras ópticas fue desarrollado en los años ochenta para el control de cables de muy alta tensión. Dicho sistema facilita mediciones de temperatura a lo largo de fibras ópticas hasta una distancia de 40 km con una exactitud de medición de  $\pm 0.2K$  y una resolución de  $\pm 0.5$  m. En los últimos años este sistema fue perfeccionado y es aplicado en diversos ramos industriales.

El principio de las mediciones se base en la emision de un corto impulso de luz laser (< 10 ns) en una fibra óptica. La determinación de la temperatura se efectua mediante la Raman espectrografía de la luz reflejada. La temperatura es calculada mediante el coeficiente de la intensidad Stokes / Anti-Stokes. La localisación exacta resulta en la medición del tiempo considerando la propagación de la luz en la fibra óptica. Este método proporciona un perfil de la temperatura completo a lo largo de la fibra óptica.

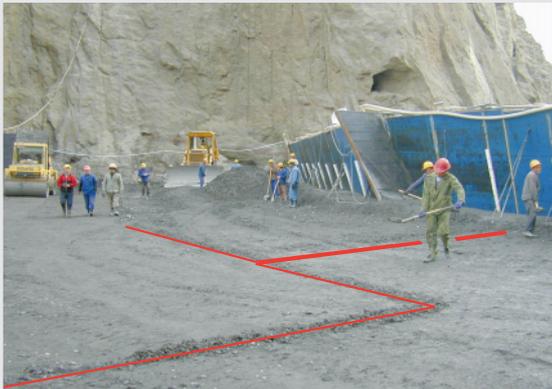
**Observación del calor de hidratación en hormigón** • En la ingeniería hidráulica el método de mediciones de temperatura mediante fibras ópticas fue aplicado por primera vez para la detección de fugas. El método es igualmente aplicable para el control de la temperatura de fraguado en hormigón.

El desarrollo del calor de hidratación en hormigón y especial en la construcción de diques, es decisivo en la formación de tensiones térmicas y en consecuencia de fisuraciones. Con medio de las mediciones en fibras ópticas es posible el registro simultáneo de la temperatura durante el endurecimiento del hormigón en varios miles de puntos en distribución espacial a gastos menores.



*Distribución y desarrollo de la temperatura en hormigón en masa 0,12,24,48 y 96 horas después de verter el hormigón durante la construcción de la presa Birecik, Turquía.*

En la figura en lo alto se puede observar el desarrollo de la temperatura en una sección de 20 metros de largo en la presa de Birecik (Turquía). El ahí ubicado corredor de control causa un enfriamiento del hormigón y a consecuencia un alto gradiente de temperatura. Estas mediciones fueron realizadas por GTC y VAO en cooperación con las empresas constructoras STRABAG, Philipp Holzmann AG y GAMA.



*Presa RCC de Shimenzhi, China*

**Campos de aplicación**

- INGENIERÍA HIDRÁULICA
- Detección de zonas vulnerables en diques y otras construcciones hidráulicas
- Control del desarrollo del calor de hidratación en hormigón
- Prueba de la formación de tensiones térmicas
- Detección de escape en tuberías subterráneas
- Fluid-logging térmico en pozos

**Referencias**

- Mittlerer Isarkanal reach 1, hydro power supply canal e-on Wasserkraft GmbH, D
- HOW ship-tournout Eberswalde, navigational canal WSA Eberswalde, D
- Ohratalsperre, rockfill dam Thüringer Talsperrenverwaltung, D
- Fish pass, Rhine dam Iffezheim earthfill dam EnBW, D
- Bevertalsperre, earthfill dam Wupperverband, D
- MLK ship-lock Hohenwarthe, navigational canal WNA Magdeburg, D
- DEK sector 15, navigational canal WSA Rheine, D
- Mittlerer Isarkanal reach 4b, hydro power supply canal e.on Wasserkraft GmbH, D
- HOW reach "Alte Fahrt G", navigational canal, WSA Eberswalde, D
- Brändbachtalsperre, dam Stadt Bräunlingen, D
- Birecik, gravity dam South East Anatolia, Turkey
- Shimenzhi, RCC dam, P.R. of China