

## EXPERIENCIAS RECIENTES EN LA UTILIZACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS Y EQUIPOS

Moderador: Ricardo Laín Huerta  
Presidente del Grupo Especializado de Geotecnia

---

### **Pregunta.- PUNTO DE MÁXIMA ELONGACIÓN**

**Ricardo Laín (Moderador)**

Bueno voy a empezar yo, igual que la sesión anterior. Una pregunta para Javier Andreu respecto a los sensores de fibra óptica. Estos que tenían una gran longitud de 1 m por ejemplo, pues pensando en instrumentar un bulón a lo mejor. ¿Puede detectar este sensor en que punto se está produciendo la máxima elongación o te da un valor en toda la longitud del sensor?

**Respuesta. Javier Andreu. (IIC)**

Te da un valor en toda la longitud, entre los dos puntos de anclaje. En realidad uno se lo puede imaginar como si fuera un extensómetro normal de cuerda vibrante, pero con una longitud de medida entre puntos de anclaje de un metro. Por lo tanto, si lo que se quiere es discriminar en que zona de ese metro se está produciendo un alargamiento mayor no te vale. Precisamente una de las buenas cosas que tiene esto es que te integra en esa base de medida. En una solución tradicional, buscando algo así, pues te verías obligado a poner 10 sensores más pequeños uno detrás de otro y ver cual se deforma más, como se ha hecho tradicionalmente, pero claro eso es una complicación. Eso no tiene una solución, así, que se me ocurra rápidamente y menos utilizando sensores de tipo de fibra óptica.

### **COMENTARIO**

**Víctor Mallada (INMATEN, S.A.)**

Yo le diría precisamente una cuestión muy clara, lo que no se puede pedir a nadie es que tenga experiencia y sea joven, es decir tendrá que ser viejo y experiencia. Es decir aquí queremos una cosa o queremos otra. Queremos precisión, pues hay que ir a lo que hay que ir si queremos rangos, porque luego hay otras cuestiones que yo entiendo por el pulso del mercado, que llegas y te dice alguien, “no, es que yo quiero la milésima del milímetro”; bueno para qué, pues a lo mejor no sabe para qué. Por ejemplo te dicen en una presa, “es que yo quiero hilo de imbar porque ...”, pero vamos a ver: ¿quieres hilo de imbar?. ¿por qué?. Por una parte vale, porque quieres controlar la Z, pero el hilo de imbar se te oxida, es decir no me pidas que tenga todo porque el sensor que tenga todo no existe. Entonces o pedimos que cumpla unas cuestiones, porque nos va bien a lo que vamos a utilizar o digamos nos conformamos con una determinada información tal vez menos acotada pero valiosa. Ahí es donde nos tenemos que mover, porque claro todo esto que estamos hablando cuanto dice Javier indudablemente que tenemos extensómetros de fibra óptica de un metro, hombre claro, y nosotros por ejemplo detectamos incendios en túneles a lo largo de 4 km por el mismo sistema. Pero un momentito, no pida Ud. la décima de

milímetro de donde se ha producido el incendio, y esas cosas. Hay que saber que se les pide a los sensores, dan lo que dan y hasta la siguiente generación que nos suceda a nosotros no van a dar más.

## **P.- MODULOS DE EXCITACIÓN PARA SENSORES DE CUERDA VIBRANTE**

**Juan Antonio Bolaño (GEOCISA)**

Mi pregunta va dirigida a Enrique Giménez Cañete ¿Existe o habéis desarrollado o habéis comprado módulo de excitación para sensores de cuerda vibrante para excitarlos o para leerlos? La pregunta no va con mala leche.

**R.- Enrique Giménez. (OFITECO)**

Si, tenemos módulos para PROFIBUS que permiten la excitación y lectura de sensores de cuerda vibrante. Son dispositivos que están basados en interfaces propias de OFITECO conectados a un módulo, digamos cabecera para PROFIBUS, que es el elemento que se enlaza con el bus y soporta el protocolo PROFIBUS. Estos módulos son comprados a los múltiples suministradores de productos de estas características.

### **Pregunta:**

O sea, que habéis tenido que trabajar en él, desarrollarlo porque comercialmente no existe.

### **Respuesta:**

Lo que comentaba antes, quizá el problema de los elementos de bus de campo, de los diferentes protocolos CAN-BUS, PROFIBUS, etc., es que todos están diseñados para las señales típicas de control del proceso. Nadie ha pensado en leer un sensor de cuerda vibrante, puesto que CAN-BUS por ejemplo, es un bus que se diseñó para

todo lo que es la información interna de vehículos, a nadie se le ha ocurrido que pueda haber un sensor de cuerda vibrante en un coche. Son así elementos que normalmente no encuentras y hay que hacerlos.

### **Comentario**

Decía que la pregunta no iba con mala leche, porque a nosotros nos había pasado lo mismo y tuvimos que desarrollar una electrónica específica para poder leer con PROFIBUS para cuerda vibrante, y si la habíais encontrando comercialmente me lo tenéis que decir.

## **P.- PIEZÓMETROS DE CUERDA DE FIBRA ÓPTICA**

**Juan Antonio Bolaño (GEOCISA)**

Otra pregunta va para Javier Andreu. ¿Piezómetros de cuerda de fibra óptica?

**R.- Javier Andreu.**

No, fijaros que hasta este momento lo que está desarrollado es el transductor, eso está la tecnología existe, está probada, hay decenas de aplicaciones de tipo geotécnico y estructural ya hechas. A partir de ese transductor que es el que yo he comentado, uno puede inventar después una serie de sensores. Hoy se ha comentado que hay uno en concreto en ese bulón gordo para una estructura metálica reticulada. Hay otra aplicación hecha con un sensor de membrana para estructuras del estilo de carpas muy grandes, etc..También están los que he comentado que son los de mayor utilización, sea para hormigón, sea para roca, sea para suelos, con un cierto grado alto de preconsolidación. Todavía nadie ha hablado nada de un sensor para utilizarlo en la medida de subpresiones; no, no está hecho, y que yo sepa esta gente no está trabajando en ello en estos momentos. No digo que no se pueda

pensar, también lo he pensado en algún momento dado, ¿por qué no utilizar este transductor de formaciones adosadas en alguna forma de membrana? y todo eso va metido pues igual que un piezómetro de cuerda vibrante. En definitiva que lo que tiene detrás es la cuerda, pues en vez de tener la cuerda podía tener el invento de la fibra óptica. Pero pensar, que esto hace seis años no estaba en el mercado y la gente estaba trabajando en esto. Yo estuve trabajando en el año 1995 con unos alemanes que se les había ocurrido enredar un espiral de cobre alrededor de una fibra óptica de tal manera que cuando se estiraba, la espiral constreñía y disminuía un poquito la sección, le constaba pasar más a la luz y entonces utilizando el método ese que tu has comentado antes el TDR, pues entonces llegaban a correlacionarlo con la deformación. Claro como era un lío, que era una complicación óptica y mecánica y encima tenía problemas de fabricación y era muy difícil de garantizar una calidad en todo aquello, pues esa empresa desapareció. Fuimos siguiendo la pista a esto y entonces esta gente que como os comento son suizos, que por una parte además esta un fabricante de todo lo que son conectores de fibra óptica, que es una empresa potentísima que se llama Diamond, por otra parte un laboratorio de estudios de materiales con gente que sabía de fibra óptica. Bueno pues del conjunto de esos tres entes, puestos a pensar en ello, pues han dado lugar a este desarrollo, que como digo ya no es un desarrollo, ya no es un invento, es una cosa que está en la calle. A partir de ahí se podrá hacer muchas cosas indudablemente, pero como digo es relativamente reciente, la cuerda vibrante lleva 20 años en el mercado y esto pues lleva 5 o 6. Al principio pues con cuidado, yo ya creo que está para ser utilizado y no en todos los casos. Se podrá emplear con buena utilización a lo mejor en el 10% de los casos que se plantean en

geotecnia, estructuras, túneles, no va a resolver toda la casuística, ni nadie lo pretende. Es algo que se puede utilizar cuando viene bien utilizarlo, esta ahí para ello.

**Pregunta:**

Me va a perdonar el auditorio si me salga un poco del guión o de las conferencias o charlas ¿Te suena la aplicación de la fibra óptica en pesaje dinámico? ¿Sabes de qué te hablo?

**Respuesta:**

Yo, no la he utilizado.

**Pregunta:**

Es que yo la he visto ese desarrollo por parte de Alcatel hace muchos años e intenté seguirle la pista y no la encontré. Te hablo de hace más de 10 años.

**Respuesta:**

Básicamente los tres métodos que hay de fibra óptica utilizables para medir deformaciones hoy en día, son el que ha comentado el compañero a primera hora de la tarde, hay otro que utilizan unos franceses, que al final lo que han hecho ha sido trenzar dos fibras una contra otra, es el mismo método que he comentado de los alemanes, igualmente al estirarse lógicamente se disminuye un poquito; ésa tiene alguna ventaja y es que puede medir en dinámico, eso es lo que dicen, pero sin embargo tiene muchos problemas. Y luego la que nos hemos decantado nosotros.

**Pregunta:**

Si, la pregunta iba porque en este caso, aunque se salga del hilo de lo que estamos hablando aquí, es una aplicación dinámica.

**Respuesta:**

Si, si, y puede ser que con el tipo de sensor que ha comentado este compañero,

puede ser. Porque primero tiene una precisión altísima, por lo tanto es utilizado como traductor en algo que produzca esa deformación, es decir un pesaje dinámico, pudiendo medir en dinámico. Pues probablemente se pueda inventar una báscula dinámica basada en ese principio.

## COMENTARIO

De hecho tengo los apuntes, lo que no sé, es quién lo desarrolló.

## COMENTARIO

### Víctor Mallada (INMATEN, S.A.)

Estamos en geotecnia y en aplicaciones a obras civiles, o me he confundido. Lo que quiero decir es que los mercados tienen que estar maduros. Nuestro mercado, cuando digo nuestro es el de todos creo yo, los que estamos aquí. Para esto que estamos hablando en este momento es inmaduro. Es decir si nosotros vamos a petroquímica, los petroquímicos con lo que nosotros trabajamos muchísimo, tienen toda una serie de desarrollos, de equipos de protocolos y de personas preparadas y capacitadas, para abordar de lo que estamos hablando y no les suena nada nuevo. Es decir eso es una cosa lo nuestro, y perdonar que barra para casa, nosotros en este campo vamos en madreñas a las obras todavía, es decir bastante tenemos con algo que funciona muy bien y que va muy bien, porque luego ni el contratista tiene, ni la administración tiene y nosotros si tenemos. Unos poquitos que saben, con lo cual la obra queda digamos inutilizada durante un tiempo, cada vez que haya una emergencia o un problema. Antes yo inconscientemente, como todo lo que hago en esta vida, pregunté que si estaba tan disponible siempre el señor que va a soldar la fibra óptica, porque hay túneles que quedan parados durante mucho tiempo y que tiene que venir un alemán a soldar la

fibra con todo el golpe Siemens que está por ahí, ya que tenemos que poner nombres porque estamos mayorcitos. Pues el señorito de la Siemens está en Alemania y tienes el túnel quince días fuera de uso, luego haber si nos centramos en esto de lo que estamos. ¿no?. Es decir, que mandas a un tío allí, a cualquiera desde aquí, y un soldador, un soplete, “pum pum” suelda y sigues teniendo datos.

## COMENTARIO

### Juan Antonio Bolaño (GEOCISA)

No, no, era curiosidad porque me ha sorprendido que en estas Jornadas se hable de la fibra óptica aplicada a hidrogeología, riesgos geológicos, etc. Me ha gustado además las Jornadas y además me ha enriquecido y creo que se ha hablado una serie de cosas que a mí me ha sorprendido que se iban hablar en estas Jornadas. Pensaba que se iba hablar de cosas más sencillas y se han hablado de cosas muy interesantes. Mi pregunta iba por ahí. Y he dicho que me he quedado muy sorprendido de todos los campos y todas las charlas que he oído aquí y de hecho no me he perdido prácticamente ninguna. Gracias.

## COMENTARIO

### Javier Andreu (IIC)

Por abundar un poco más en este tipo de sensores le pasa una cosa y es que es muy ligerito, porque en definitiva pues es un plástico, ¿no?. Esto les está llevando en Italia y en Suiza a utilizarlo bastante en temas de conservación del patrimonio artístico, es decir en bóvedas de iglesias que se están abriendo, en capillas, en cosas de éste estilo porque es menos dañino que otro tipo de sensores de los que colocamos habitualmente. Es decir distorsiona un poco menos, requiere menos medios auxiliares desde el punto de vista de instalación.

## COMENTARIO

### Enrique Giménez (OFITECO)

Realmente estos sensores se pueden aplicar para muchas cosas. Nosotros hemos intervenido con OFITECO en la restauración de una iglesia y ciertamente la instrumentación geotécnica ahí tenía mucho que decir.

### Moderador: Ricardo Laín Huerta

¿No hay ninguna intervención más? Bueno pues antes de levantar la sesión, le cedo la palabra a José María Pernía que quería comentarnos algo.

## COMENTARIO

### José María Pernía (Comité Organizador)

Una noticia que aunque la comentaremos mañana en la clausura, os la anticipo por si

alguno de los expertos del mundo de la geotecnia en todos sus aspectos no pudiera asistir. Ayer durante la inauguración de la exposición, a las dos de la tarde, nos llamaron por teléfono de la Sección de Productos Industriales y Tecnología del Instituto Español de Comercio Exterior, solicitando y confirmando posteriormente lo siguiente, os leo textualmente el e-mail recibido "... que confirman el interés en recibir la información que obra en nuestro poder, referente a las empresas españolas fabricantes de equipos geotécnicos tanto de exploración como de ensayos". Les vamos a proporcionar los datos que tenemos en nuestro poder, ya que son para introducir a las empresas de geotecnia españolas en el ámbito de Venezuela y en el mundo de America del Sur, si no hay ningún inconveniente. Repito si alguien tiene algún inconveniente que nos lo diga. Por mi parte nada más. Muchas Gracias.