

CONSIDERACIONES SOBRE LOS SISTEMAS FIJOS DE CONTROL Y ALMACENAMIENTO DE DATOS

Antonio Pulido Bosch*

RESUMEN

Los avances de la electrónica han permitido simplificar notablemente la adquisición de datos hidrogeológicos en continuo. Pero estos avances no permiten descuidar la necesidad de calibrado y seguimiento de la bondad del dato. Al mismo tiempo, el aparataje ubicado en campo es vulnerable a diversas actitudes. Se pasa revista a algunos de los problemas más frecuentes a los que se puede hacer frente, para plantear finalmente lo que posiblemente el científico desearía disponer.

Palabras clave

Aguas subterráneas; climatología; urgencias; sondeos; cavidades; sensores; vandalismo; retrasos; mantenimiento.

ABSTRACT

The electronics progresses have allowed to simplify the acquisition of continual hydrogeological data. But these advances do not allow to neglect the needs of calibration and monitoring of their goodness. At the same time, devices in the field are vulnerable to vandalism acts. The most frequent problems are reviewed and finally the scientific wishes are exposed.

Key words

Groundwater, climatology, springs, wells, caves, sensors, vandalism, delays, maintenance.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la electrónica parece tener una respuesta a todas y cada una de las necesidades científicas y técnicas en lo que a las posibilidades de control de parámetros hidrogeológicos se refiere, mediante dispositivos fijos, aunque hay algunos mucho más usuales que otros. La irrupción del mercado internacional que ha supuesto la red permite el acceso a cualquier tipo de aparataje en un tiempo mínimo con una gama de precios que bajan día a día y con una oferta extremadamente diversificada.

Frecuentemente cuando no se es un experto conocedor y no se dispone de una base adecuada, la adquisición del material en la red no es una labor fácil, ante el desconocimiento de aspectos que pueden tener una importancia clave en el funcionamiento y en las prestaciones reales del equipamiento adquirido. Además, con frecuencia existen notables dudas sobre el funcionamiento del servicio postventa, aunque esto último es común a cualquier adquisición.

Cuando no se dispone de unos servicios técnicos adecuados que puedan dar respuesta a las necesidades científicas y técnicas de los investigadores queda uno en manos de los proveedores. Se trata de tecnologías patentadas o de aparatos específicamente diseñados que, en casi todos los casos contienen una tecnología no dominada por el investigador o por los usuarios, con lo que ello conlleva, en un aparataje que suele tener unos precios muy elevados en la mayor parte de los casos.

En lo que sigue voy a tratar de resumir la experiencia personal en este complejo dominio, y reseñaré otra serie de apreciaciones y deseos que se me han planteado a lo largo de los últimos años. Como investigador

quisiera lo mejor, al menor precio, fácilmente manejable y reparable, y de gran calidad y fiabilidad...

EQUIPOS MÁS USUALES

Prácticamente cualquier parámetro susceptible de ser medido in situ sería susceptible de ser objeto de un sistema de registro, almacenamiento y eventual envío a cualquier punto para su lectura en tiempo real. Nuestra experiencia mayor ha sido en el dominio de las estaciones meteorológicas, con registro de parámetros tales como precipitaciones (foto 1), temperaturas, humedad, radiación de diversa naturaleza, viento, insolación, etc (Martín Rosales, 1997; Martín Rosales et al., 1996; Pulido Bosch et al., 1996).

Otro conjunto de aparatos se refiere al registro de parámetros en surgencias frecuentemente asociados a los registros meteorológicos- con el seguimiento de altura de lámina de agua (foto 2), como base para el posterior cálculo de caudales, conductividad y temperatura del agua y, en



Foto 1. Estación climatológica en Sierra de Gádor



Foto 2. El manantial de la Villa, drenaje principal del sistema de El Torcal es objeto de control desde 1998, así como un sondeo cercano, por parte del grupo de investigación "Recursos Hídricos y Geología Ambiental"

pocos casos, el pH (Lopez Chicano et al., 1996). La medida de altura de lámina de agua y de niveles es también práctica rutinaria en el caso de sondeos, en donde también disponemos de estaciones de medida de conductividad y temperatura a profundidades diferentes, especialmente en los acuíferos costeros, en donde los registros se hacen en el agua dulce, en la franja de transición y en el agua salada (Fotos 3 y 4).



Foto 3. Caseta y torre con placa solar en el sondeo de Bayano (Sierra de Gádor)



Foto 4. Instalación de sensores a diferentes profundidades en el sondeo de Bayana (Sierra de Gádor)

Aquí cabrían también el aparataje para eventual seguimiento de determinados iones o indicadores de contaminación y de su evolución espacial y temporal, aunque personalmente carezco de experiencia en ese dominio, aunque pienso que pueden ser notables los problemas derivados de la bondad del dato registrado.

La franja no saturada es asimismo objeto de gran interés y hay una notable experiencia acumulada. Desde humedad, pasando por temperatura, conductividad, etc, y todo ello a diversas profundidades también.

Aunque menos hidrogeológico en sentido estricto, los registros en el interior de cavidades son también frecuentes en nuestro grupo de investigación, añadiendo a los parámetros ya citados, la medida del CO₂. Su interés es claro en todo estudio de conservación de cavidades turísticas (Martín Rosales et al., 1997; Fernández Cortés et al., 2000; Calaforra et al., 2001; Foto 5).



Foto 5. Antena cerca de Covadura (yesos de Sorbas)

PROBLEMÁTICA GENERAL

La problemática de estas instalaciones es muy variable y depende en cada caso de numerosos factores. Frecuentemente los problemas derivan de la propia escasez de experiencia de los investigadores, aunque otras veces el problema mayor puede ser mucho más prosaico, como es por ejemplo la facilidad de acceso al emplazamiento y, en consecuencia, la vulnerabilidad a actos vandálicos de desaprensivos de fin de semana o de cazadores aburridos. Pluviógrafos y sensores diversos colocados en aparentemente lugares seguros perdidos en la sierra de Gádor, por ejemplo, han sido objeto de destrozo gratuito o de intentos de robo.

Otro grupo de problemas derivan del sistema de alimentación, a su vez muy vulnerable, especialmente si se trata de placas solares en instalaciones relativamente cercanas a aglomeraciones urbanas. Las placas solares, una vez que son conocidas por los “cacos” se convierten en la pesadilla del usuario, pues sistemáticamente son visitadas por el amigo de lo ajeno; se puede ganar tiempo cambiando a un sistema de alimentación más seguro.

En otros casos los problemas con la alimentación corresponden a la escasa garantía del suministro, especialmente en medio rústico y con líneas bastante marginales, con frecuentes caídas de tensión e incluso cortes frecuentes que provocan el descalibrado de los sensores (López Chicano et al., 1996). Ello obliga, en el caso de no recibir la medida en el laboratorio, a frecuentes desplazamientos de comprobación, si no se quiere que los datos del volcado mensual sean inutilizables.

Algo más complejos son los problemas derivados de la ubicación de sensores en condiciones poco adecuadas. Por ejemplo, si se pretende medir la conductividad, temperatura y altura de lámina de agua en un manantial que eventual o periódicamente se seca, la permanencia de los sensores durante ciertos períodos fuera del agua puede favorecer cuando menos- su descalibrado y en muchos casos su deterioro.

Pero probablemente donde los problemas pueden ser casi insalvables es cuando la fluctuación del parámetro medido puede ser alta o muy alta. Tal es el caso los registros en sondeos en los que el nivel piezométrico se encuentra a elevada profundidad y en el que las fluctuaciones pueden ser grandes (Andreu, 1997). La precisión del equipo, frecuentemente expresada como porcentaje de la medida o del valor de la fluctuación, puede hacer inútil

el intento de medida. Este hecho es especialmente flagrante en medidas de conductividad en aguas saladas en las áreas costeras, por ejemplo (foto 6). La precisión de la medida puede ser $\pm 2\%$; cuando la conductividad en la franja de mezcla puede superar 14.000 $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ y 50.000 en el agua salada, parece que se pierde la esperanza de obtener buenos resultados. Los sensores tienen, asimismo, que ser resistentes a la agresividad del agua.

Otro grupo de problemas en este tipo de material se relaciona con los servicios de mantenimiento, que en ciertos casos deja mucho que desear cuando se trata de responder del material vendido, sin contar las eventuales complicaciones derivadas del cierre de ciertas empresas suministradoras, los envíos al fabricante a veces en otro país, con el tiempo que consume, etc...

Y lógicamente, los costes. La ausencia de una tecnología propia puede crear una dependencia tecnológica y unos precios abusivos, aumentados considerablemente por el “representante” en el país. Recuerdo el caso de una sonda para medida de cuatro parámetros en aguas, de pequeña dimensión, incluyendo 100 m de cable, por un importe que en ese tiempo superaba el de un vehículo nuevo de la gama media-alta. “Si pongo uno junto a otro, no entiendo realmente cómo pueden valer lo mismo” me decía este compañero con consternación. El argumento de que nos encontramos frente a tecnologías de escaso consumo, difícilmente manufacturadas en serie es el más utilizado, aunque parece que la “globalización” puede restringir su validez con la ayuda de Internet.



Foto 6. Enjambre de cuatro piezómetros en el delta del Andarax (Almería), que serán equipados para seguimiento de la evolución del nivel, temperatura y conductividad del agua en el agua dulce, franja de transición y agua salada.

CONSIDERACIONES FINALES

Reservo esta línea finales para exponer lo que me gustaría tener a mi disposición, en ausencia de unos sólidos servicios técnicos universitarios que pudieran resolver nuestras necesidades "a la carta". En primer lugar quisiera la mejor calidad posible, a unos precios justos y razonables, que requieran lo menos posible del recurso de las reparaciones y que en caso necesario- sean rápidas, bien hechas y causando la mínima distorsión en las investigaciones en curso. Asimismo, quisiera una tecnología en continua evolución, aumentando prestaciones y ganando en garantía y precisión.

Como contrapartida, la administración tiene que ser ágil en sus pagos y compromisos, reduciendo la burocracia a los niveles razonables, lo cual no siempre es así.

BIBLIOGRAFÍA

- Andreu, J.M. (1997). Contribución de la sobreexplotación al conocimiento de los acuíferos kársticos de Crevillente, Cid y Cabeço d'Or (provincia de Alicante). Tesis Doct. Univ. Alicante.
- Fernández Cortés, A., Calaforra, J. M., Pulido Bosch, A., López Chicano, M., Sánchez Martos, F., Ruiz Porterq, C., Vallejos, A., Molina, L., Martín Rosales, W. (2000). Estudio de la temperatura del aire en cavidades kársticas mediante métodos geoestadísticos (Sorbas, Almería). I Congreso Andaluz de Espeleología. Actas, pp: 109-113
- Calaforra J.M; Pulido-Bosch A; De Waele J; Di Gregorio F; Sánchez-Martos F; Fernández-Cortés A. (2001). Esempi de gestione, monitoraggio e tutela di cavitá carsiche in Andalucía e in Sardegna. Atti del convegno di studio Il Carsismo e la ricerca speleologica in Sardegna (Dipartimento Scienze della Terra dell' Università degli studi di Cagliari, eds.), pp: 3-29
- López Chicano, M., Pulido Bosch, A., Cherif, L. y Castillo, A. (1996). Interpretación preliminar de las variaciones de temperatura y de conductividad del agua en dos manantiales correspondientes al sistema hidrogeológico kárstico de Sierra Gorda. TAHICU'96, 87-105.
- Martín Rosales, W. (1997). Efectos de los diques de retención en el borde meridional de la Sierra de Gádor (Almería). Tesis Doct. Univ. Granada.
- Martín-Rosales, W., Pulido Bosch, A., Vallejos, A. y López-Chicano, M. (1996). Precipitaciones máximas en el Campo de Dalías y vertiente meridional de la Sierra de Gádor (Almería). Geogaceta, 20 (6): 1251-1254.
- Martín Rosales, W., López Chicano, M., Pulido Bosch, A. y Vallejos, A. (1997). Contrôle automatique de plusieurs paramètres dans la Grotte des Merveilles (Aracena, SW de l'Espagne). 6th Conference on Limestone Hydrology and Fissured Media. Proceedings of the 12th International Congress of Speleology, Switzerland, Vol. 2: 43-46.
- Pulido Bosch, A., Martín Rosales, W. y Vallejos, A. (1996). Precipitación, escorrentía, avenidas y protección de las actividades agrícolas en el Campo de Dalías. TAHICU'96, 53-66.