



Granada, viernes 24 de noviembre de 2023

## Las aguas termales podrían servir como alerta ante nuevos terremotos

- Un estudio realizado en Granada por investigadores del Instituto Geológico y Minero (IGME-CSIC) destaca la relación de los cambios hidroquímicos de las aguas termales con la frecuencia de terremotos
- Este trabajo supone un paso más para encontrar precursores sísmicos en la zona más peligrosa de España, donde hace un par de años se registraron más de 3000 terremotos en 9 meses



Falla de Sierra Elvira, a la que está ligada unos baños termales. / Rosa María Mateos (IGME-CSIC)

Uno de los grandes retos de la ciencia es identificar precursores sísmicos que permitan alertar con tiempo de la ocurrencia de un terremoto. Los esfuerzos de la comunidad investigadora no han dado grandes frutos hasta el momento. A día de hoy, es imposible predecir cuándo sucederá un sismo. Ahora, investigadores del Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC) publican en la revista *Journal of Hydrology* un estudio que muestra la relación entre las variaciones de parámetros químicos de las aguas termales y la ocurrencia de terremotos. En especial, destaca la presencia de altos niveles de ión sulfato en los momentos previos a los sismos de mayor magnitud.

La cuenca de Granada representa la zona de mayor peligrosidad sísmica de España al encontrarse muy cerca del límite de las placas tectónicas europea y africana. Los terremotos están asociados a las fallas activas que delimitan la cuenca de Granada, así como a un conjunto de fallas que atraviesan la Vega, entre las que destacan la falla de Santa Fe, la de Sierra Elvira y la de Escúzar, entre otras. El terremoto de Albolote de 1956 (de magnitud 5.0 Mw), que causó 7 víctimas mortales y grandes destrozos, estuvo asociado a una de estas fallas de la Vega de Granada.

Estas fallas que seccionan la corteza terrestre son también las responsables de la presencia de manantiales termales en el entorno de Granada, como los históricos baños de Sierra Elvira, ya que las fallas permiten el ascenso a la superficie de aguas procedentes de acuíferos profundos, y por lo tanto calientes.

Esta dualidad de las fallas de Granada –generadoras de terremotos y caminos de ascenso para las aguas termales– impulsó a dos investigadores del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), un centro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), a muestrear un par de sondeos termales durante la crisis sísmica que se vivió en Granada durante algo más de ocho meses (2020 y 2021), en plena pandemia de covid-19. De igual manera que otras experiencias previas de investigadores italianos e islandeses, **Juan Antonio Luque** y **Rosa María Mateos** supieron aprovechar la oportunidad única que les ofrecía la secuencia de terremotos para buscar ese indicio precursor que abriera una nueva línea de investigación.

La secuencia sísmica estuvo relacionada principalmente con el movimiento de la falla de Santa Fe y contabilizó 3.110 terremotos, 6 de ellos de magnitud superior a 4.1 Mw (Magnitud momento). El de mayor magnitud (4.5 Mw) tuvo lugar el 12 de agosto de 2021 y dio por finalizada la serie. Los hipocentros de los terremotos fueron muy superficiales, de ahí que gran parte de ellos (353 terremotos) se sintieran por la población, generando una gran alarma social.

Los dos sondeos termales, muy cercanos a la falla de Santa Fe, se muestrearon en 19 ocasiones, cubriendo muy bien el periodo de mayor concentración de terremotos y de mayor magnitud, que tuvo lugar en enero y febrero de 2021. En cada ocasión, se analizaron más de 45 parámetros químicos, así como la temperatura, la conductividad y el pH del agua termal in situ.

### Un posible precursor sísmico: el ión de sulfato

Los resultados de este estudio pionero son esperanzadores, ya que ponen de manifiesto variaciones hidroquímicas relevantes según la frecuencia y la magnitud de los terremotos, especialmente de parámetros como la sílice (SiO<sub>2</sub>), el ión cloruro (Cl), el hierro (Fe) y el calcio (Ca). Destaca claramente el ión sulfato (SO<sub>4</sub>), cuyos picos preceden a los terremotos de mayor magnitud. “Este hecho indica que, previamente a la ocurrencia del terremoto, hay una rápida entrada de agua del acuífero profundo, muy rico en sulfatos, ligado a la dilatación de la falla. En un argot menos científico podría decirse que se produce una inyección de sulfatos antes del terremoto de gran magnitud”, afirma Rosa María Mateos, del IGME-CSIC.

La investigación representa un gran paso en la búsqueda de precursores sísmicos. En el caso de Granada, el ión sulfato puede ser el delator de terremotos inminentes. “Este estudio abre pues un nuevo panorama que requiere de una monitorización continua de la composición química del agua procedente de acuíferos termales que aprovechan las fallas sismogénicas para aflorar”, concluye el investigador del IGME-CSIC Juan Antonio Luque.

Juan Antonio Luque Espinar y Rosa María Mateos. **Hydrochemical changes in thermal waters related to seismic activity: The case of the 2020–2021 seismic sequence in Granada (Spain)**. *Journal of Hydrology*. DOI: [doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130390es](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130390es).

Erika López / CSIC Comunicación Andalucía y Extremadura

[comunicacion@csic.es](mailto:comunicacion@csic.es)