

# EL ANÁLOGO NATURAL DE ALMACENAMIENTO Y ESCAPE DE CO<sub>2</sub> DE LA CUENCA DE GAÑUELAS-MAZARRÓN: IMPLICACIONES PARA EL COMPORTAMIENTO Y LA SEGURIDAD DE UN ALMACENAMIENTO DE CO<sub>2</sub> EN ESTADO SUPERCRÍTICO

*Julio Rodrigo-Naharro*<sup>(1)</sup>, *Carmen Clemente-Jul*<sup>(2)</sup>, *Luis Pérez del Villar*<sup>(1)</sup>

*(1)CIEMAT. Avda. Complutense, 40, 28040 Madrid.*

*(2)ETSIMM (UPM). Alenza, 4, 28003 Madrid.*

*julio.rodrido@ciemat.es*

**Palabras clave:** AGP de CO<sub>2</sub>, Acuíferos Salinos Sobresaturados en CO<sub>2</sub>, Análogo Natural de Almacenamiento y Escape de CO<sub>2</sub>, Cuenca Terciaria de Gañuelas-Mazarrón (Murcia).

## 1. Introducción

La cuenca terciaria de Gañuelas-Mazarrón se caracteriza por la existencia de un acuífero salino profundo (>500m) sobresaturado en CO<sub>2</sub> que puede considerarse como un análogo natural de un Almacenamiento Geológico Profundo (AGP) de CO<sub>2</sub> de origen industrial. El CO<sub>2</sub> de dicho acuífero ha permanecido oculto desde su almacenamiento hasta 1960-70, época en que comenzó la sobreexplotación de los acuíferos más someros de la cuenca con fines agrícolas [1]. Actualmente este análogo natural está siendo objeto de estudio con el fin de determinar: i) las principales características de la citada cuenca y acuífero salino, incluyendo el origen del CO<sub>2</sub>; ii) los principales procesos de interacción agua/gas/roca que controlan la evolución de dicho sistema natural, y las principales analogías entre estos procesos naturales y los esperables en un AGP de CO<sub>2</sub>; iii) el comportamiento del sistema como almacenamiento natural de CO<sub>2</sub>; y iv) el comportamiento y la seguridad, a largo plazo, de un AGP artificial de CO<sub>2</sub>, aplicando los resultados del estudio del sistema natural citado.

## 2. Experimental

La experimentación que se lleva a cabo se resume en: i) la contextualización geológica de la cuenca; ii) el inventario de los sondeos realizados en la cuenca, seleccionando aquellos de mayor interés desde el punto de vista de escape artificial de gases; iii) la realización de varias campañas de toma de muestras de aguas y gases en los sondeos seleccionados; iv) el estudio de los carbonatos actuales relacionados con las aguas de algunos de los sondeos de la cuenca; v) el estudio del flujo superficial difuso de CO<sub>2</sub> y del <sup>222</sup>Rn asociado; vi) la realización de un modelo conceptual del sistema a partir de toda la información obtenida; vii) el establecimiento de las analogías entre este sistema natural y un almacenamiento artificial de CO<sub>2</sub> con posibles escapes naturales y/o antropogénicos de este gas; y viii) la aplicación de toda esta información para predecir el comportamiento y evaluar la seguridad a largo plazo del AGP artificial de CO<sub>2</sub>.

## 3. Resultados y discusión

La cuenca de Gañuelas-Mazarrón es una subcuenca de la del Valle del Guadalentín, separada de ésta por un umbral tectónico con dirección ENE, al igual que la falla de Palomares. Esta subcuenca está delimitada, al E, O y S, por fallas normales subverticales por las que han hecho extrusión, hace 6.8-8.2 Ma [2], importantes masas de rocas volcánicas, esencialmente dacitas y riódacitas. El basamento de esta cuenca

está constituido por materiales permotriásicos del Complejo Nevado-Filábride, con estructura en bloques, siendo los materiales de relleno una formación margosa del Mioceno-Pleistoceno, con abundante yeso. La profundidad de esta cuenca es variable, siendo superior a 710 m en las proximidades del umbral tectónico, y haciéndose más profunda hacia el SO. Los análisis de las aguas de los distintos sondeos seleccionados han permitido distinguir una gran variedad de hidrofacies, destacándose 4 en los 3 acuíferos más representativos de la cuenca (La Ermita del Saladillo, Gañuelas y Totana), siendo la del primero (Na-Ca sulfatadas-bicarbonatadas) la de mayor interés. Dichas hidrofacies presentan una alta conductividad eléctrica, son ligeramente ácidas y reductoras, contienen elevadas cantidades de CO<sub>2</sub> disuelto y libre, y están sobresaturadas en calcita y aragonito. El análisis isotópico de las aguas ha proporcionado información acerca de su origen. Así, los valores  $\delta^{18}\text{O}_{(\text{V-SMOW})}$  y  $\delta^2\text{H}_{(\text{V-SMOW})}$  indican que son aguas de lluvia procedentes de nubes del área mediterránea o áreas continentales; el  $\delta^{13}\text{C}_{(\text{PDB})}$  del HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> disuelto en el agua (DIC) sugiere que el C es de origen fundamentalmente inorgánico, aunque ligeramente contaminado por C orgánico; y las firmas  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{34}\text{S}$  de los SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> disueltos en las aguas parecen confirmar que proceden de la disolución del yeso de la cuenca.

La mineralogía de los carbonatos actuales asociados con las hidrofacies de los acuíferos citados sugieren que no existe una clara relación entre ellos y sus respectivas aguas madre. Así, independientemente de las características físico-químicas de estas últimas, se puede precipitar aragonito, calcita o ambos. Esto confirma la controversia existente en relación con la precipitación de aragonito o calcita [3]. Sin embargo, la hidrofacies correspondiente al acuífero de la Ermita del Saladillo parece reunir las características físico-químicas idóneas para la precipitación del aragonito. No obstante, e independientemente del polimorfo del CaCO<sub>3</sub> formado, la rápida precipitación actual de estos minerales a partir de aguas ricas en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> constituiría una señal de alarma inequívoca en caso de fugas de CO<sub>2</sub>, en forma de DIC, desde un AGP artificial. El estudio estadístico del flujo superficial difuso de CO<sub>2</sub>, mediante el método de la cámara de acúmulo, y del <sup>222</sup>Rn asociado, demuestra que la formación margosa actúa como un sello eficaz, evitando fugas significativas del CO<sub>2</sub> naturalmente almacenado en el acuífero salino profundo de La Ermita de El Saladillo, ni del <sup>222</sup>Rn derivado del decaimiento radiactivo del <sup>238</sup>U existente en las rocas volcánicas citadas. Las únicas anomalías detectadas están asociadas a perturbaciones antropogénicas de la cuenca [4].

La información obtenida de este sistema natural análogo ha permitido establecer las analogías entre éste y un almacenamiento artificial de CO<sub>2</sub>, concluyéndose que cualquier almacenamiento artificial que se realizara en una cuenca semejante a la estudiada podría ser seguro a largo plazo, siempre que no fuese perturbada antropogénicamente. Además, se corrobora que el estudio de los análogos naturales constituye una poderosa herramienta para evaluar el comportamiento y la seguridad, a largo plazo, de un AGP de CO<sub>2</sub>.

#### 4. Bibliografía

- [1] J.C. Cerón, M. Martín-Vallejo, L. García-Rossell, *Estudios Geol.* 1998; 54: 199-207.
- [2] T. Rodríguez-Estrella, in: C. Conesa (Ed.), *El medio físico de la Región de Murcia*, Universidad de Murcia, Murcia, 278 pp.
- [3] B. Jones, R.W. Renault, *Developments in Sedimentology* 2010; 66: 177-215.
- [4] J. Rodrigo-Naharro, B. Nisi, O. Vaselli, L.S. Quindós, L. Pérez del Villar. *Geo-Temas* 2012; 13: 1978-1981.