

# Estudio petrológico de los travertinos hidrotermales del sondeo geotérmico de "El Saladillo" (Mazarrón, Murcia).

M<sup>a</sup> ANGELES BUSTILLO (1,\*), ALFREDO APARICIO (2)

(1)Departamento de Geología. Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. José Gutiérrez Abascal 2.Madrid 28006

(2)Departamento de Dinámica Terrestre. Instituto de Geociencias. CSIC-UCM. José Gutiérrez Abascal 2.Madrid 28006

## INTRODUCCIÓN

Un sondeo geotérmico realizado por el IGME en el año 1985 ha provocado la salida continua de agua caliente a la superficie desde su fecha de realización. Este sondeo se ubica en la finca del Saladillo, en la hoja topográfica de Mazarrón (976), en las coordenadas UTM 6-45-60 y 41-69-75. El sondeo alcanzó una profundidad de 535 m, penetrando arenas, margas y arcillas del Mioceno hasta los 441 m, en que se contacta con los materiales pizarrosos del Trias-Paleozoico. La temperatura del agua en el punto de surgencia fue de 51°C y su caudal de 12 l/s (informe IGME). La composición de las aguas ha ido variando en el tiempo, siendo clasificadas como sulfatadas-sódicas o bien como sulfatadas-cloruradas-sódicas (Arana, 2007).



fig. 1. Surgencia del sondeo, y poza anexa con travertinos carbonaticos y costra de hierro.

Como consecuencia de la salida de aguas calientes, las zonas afectadas de alrededor se llenan de depósitos rojos, verdes, amarillentos, pardos y blanquecinos, originando travertinos y otros sedimentos finos asociados que aparecen: 1) en la poza anexa a la surgencia (Fig. 1), 2) en los pequeños canales que se hacen por la escorrentía del agua caliente hacia la rambla próxima y 3) en el borde y fondo de piscinas naturales, que se forman en las zonas donde el agua queda acumulada.

En los canales se observan también fragmentos aluviales de diferentes tipos de rocas, e incluso fragmentos de travertino que, a su vez, manifiestan encostramientos travertínicos. En este trabajo se aborda el estudio petrológico de estos depósitos definiendo su mineralogía y texturas, relacionando los diferentes minerales con la composición de las aguas y su temperatura.

## METODOLOGÍA

La mineralogía se determinó por difracción de rayos X (DRX), con un equipo PHILIPS modelo PW1710, equipado con monocromador de grafito. El estudio petrológico fue realizado por microscopía óptica y electrónica (SEM). Se trabajó mediante SEM con un equipo QUANTA 2000, de la casa FEI. Se llevó a cabo también análisis químicos puntuales, por energía dispersiva (EDS), con un equipo OXFORD-Inca.

Las muestras estudiadas fueron recogidas, durante los años 2005 y 2006, en la poza de la zona de surgencia, en las zonas de escorrentía del agua caliente hacia la rambla, y en las piscinas naturales.

## RESULTADOS

De acuerdo con los datos de DRX, los depósitos localizados en la poza de la zona de la surgencia son travertinos formados por calcita (30-40%), aragonito (70-60%) y goethita (5-10%), estando constituidas las capas exteriores solo por aragonito (85%) y goethita (15%). En la superficie exterior de los travertinos, y sobre fragmentos de roca encostrados, aparecen también oxi/hidróxidos de Fe amorfos y pulverulentos. En los travertinos que se forman en las piscinas, y en los pequeños canales formados por la escorrentía del agua caliente, se

conserva, en esencia, la mineralogía encontrada en los depósitos de la poza, aunque la proporción de aragonito disminuye (30-50%), y la calcita aumenta (45%-65 %); ocasionalmente puede aparecer además cuarzo ( $\leq 5\%$ ), e incluso yeso (indicios). Las zonas de playa de las piscinas, en épocas de verano, pueden manifestar sobre los depósitos de los travertinos eflorescencias de thenardita, hidroglauberita y muy ocasionalmente halita (encontrada solo en SEM).

El estudio en microscopía óptica revela que los travertinos manifiestan estructura laminada, con láminas paralelas al substrato sobre el que crecen. Las láminas tienen diferentes espesores (10  $\mu\text{m}$ -2mm), formas plano-paralelas o festoneadas, diferente mineralogía (calcita y aragonito), y diferentes texturas que, a veces, es imposible asignar a la calcita o al aragonito. Se observan láminas de micrita, de carbonatos micro y mesocristalinos, de carbonatos fibrosos, de árboles aragoníticos con gran porosidad (Fig. 2), de árboles de calcita ondulosa, de textura micrítica grumelar, etc. Las láminas presentan colores claros, pero a veces, son amarillentas por la inclusión de Fe dentro de los cristales de carbonatos. Las láminas de carbonatos alternan, a su vez, con otras de oxi/hidróxidos de Fe, de hasta 0,5 cm de espesor.

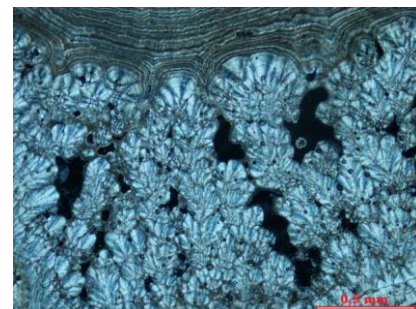


fig. 2. Aragonitos con textura arborescente. Lámina delgada, nicoles cruzados.

**palabras clave:** Aragonito, Calcita, Hidrotermal, Subaereo, Actual.

**key words:** Aragonite, Calcite, Hydrothermal, Subaerial, Recent.

En algunos clastos encostrados se han encontrado huecos esféricos correspondientes a burbujas envueltas con aragonito fibroso y micrita (Fig. 3).

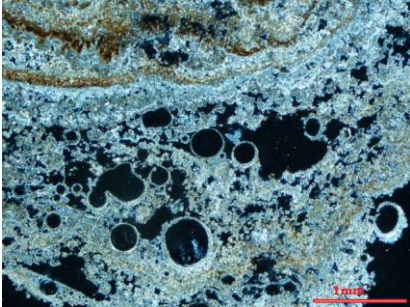


fig. 2. Burbujas rodeadas de aragonito fibroso, en la envuelta exterior de un clasto encostrado. Lámina delgada, nicoles cruzados.

La temperatura del agua, medida en la poza anexa a la surgencia durante el muestreo fue de 47,2 °C y el pH de 6,88. En SEM, se puede observar la neoformación de calcita entre las formas fibrosas del aragonito, (Fig. 3), sobretodo en las láminas más porosas del travertino.

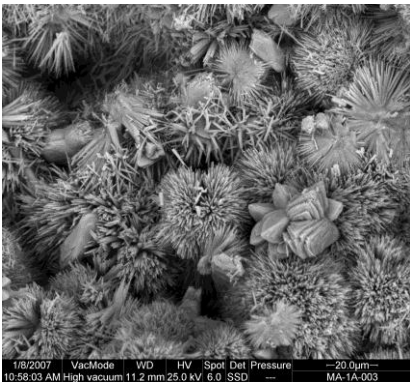


fig. 3. Imagen de SEM. Cristales de calcita neomorfa crecen en un substrato de esferas de aragonito fibroso.

En los depósitos de las piscinas naturales se encuentran también diatomeas entre los cristales de carbonatos (Fig. 4), y algún biofilm. Los oxo/hidróxidos de Fe, cuando están constituidos por goethita, forman costras bien diferenciadas que envuelven los cristales de los carbonatos.

## DISCUSIÓN

Mezclas de calcita y aragonito son los principales constituyentes de los travertinos formados por las aguas calientes del sondeo del Saladillo, tanto en la poza cercana a la surgencia, como en las diferentes piscinas que se forman en el recorrido del agua caliente a la

rambla. Las burbujas envueltas por carbonatos encontradas en cantos travertínicos encostrados pueden ser explicadas por factores abióticos como son la liberación de CO<sub>2</sub> o la dinámica de la escorrentía de los canales de agua caliente que bajan hacia la rambla (Rodríguez-Berriguete et al., 2012). Los precipitados más recientes (1 cm superior del travertino que aparece en la poza) están constituidos solo de aragonito y goethita, por lo que se deduce que el aragonito puede ser el precipitado inicial de las aguas calientes siendo la calcita ya un mineral diagenético.

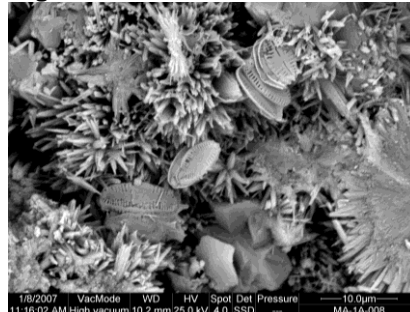


fig. 4. Imagen de SEM. Diatomeas junto a los precipitados de aragonito fibroso y calcita.

La temperatura del agua facilitaría la precipitación del aragonito, porque es superior a 40°C (Jones y Renaut, 2010). Según estos autores, la composición de las aguas es otro factor determinante, y relaciones Mg/Ca superiores a 1:1 favorecerían también su precipitación. De acuerdo con los datos aportados por Arana (2007), esta relación ha variado con el tiempo (Mg/Ca entre 0,25 y 0,47) pero nunca se ha acercado a 1 por lo que la proporción de magnesio sería excesivamente pequeña como para favorecer la precipitación de aragonito.

Las texturas observadas, en lámina delgada y SEM, determinan que existan transformaciones aragonito-calcita. Sin embargo, no se puede descartar que algunas capas de los travertinos se formaran directamente por calcita, ya que ambas fases pueden precipitar en travertinos a partir de aguas calientes (Jones y Renaut, 2010). De acuerdo con los datos de temperatura medidos en las aguas: 48°C (Pinuaga et al., 2000), 48,4°C, (Moreno-Merino y Martínez-Parra, 2003), y 47,2°C (en la poza y en el momento de recogida de las muestras superiores del travertino), vemos que las variaciones en la surgencia son pequeñas y no se puede afirmar que estas variaciones sean la consecuencia de posibles alternancias de calcita y aragonito. En las piscinas, donde la temperatura del agua baja, si

puede haber sido un factor condicionante, y de hecho, la cantidad de aragonito en ellas es más pequeña (llegando a valores del 30% en las muestras de polvo total). Al bajar la temperatura en las piscinas se fomenta el desarrollo, en algunos casos, de flora de diatomeas. En las playas de las piscinas aparecen eflorescencias en épocas de verano, y estas tienen composiciones similares a las encontradas a lo largo de la rambla (Bustillo et al., 2010).

## CONCLUSION

La fuente hidrotermal del Saladillo es un lugar de indudable interés para el estudio de las condiciones de precipitación de aragonito y calcita, y sus transformaciones en travertinos de agua caliente. Los diferentes ambientes resultantes de la surgencia, hacen de este lugar un ámbito incomparable para el desarrollo del conocimiento de los depósitos travertínicos.

## AGRADECIMIENTOS

Financiación: Proyecto CGL-2011-27826-C02-02 del Ministerio de Economía y Competitividad.

## REFERENCIAS

- Arana Castillo, R (2007): *El patrimonio geológico de la región de Murcia*. Academia de Ciencias de Murcia, 69 p.
- Bustillo, M. A., Aparicio, A., García, R. (2010): *Surface saline deposits and their substrates in a polluted arid valley (Murcia, Spain)*. *Environ. Earth Sci.*, **60**, 1215-1225.
- Jones, B., Renaut, R.W. (2010): *Calcareous spring deposits in continental settings, in "Carbonates in continental settings"*. *Developments in Sedimentology* **61**, 177-224.
- Moreno-Merino, L., Martínez Parra, M. (2003): *Contenido en algunos elementos minoritarios de interés terapéutico o ambiental en las aguas minerales de la región de Murcia*. *Schironia* **2**, 10-17.
- Pinuaga Espejel, J.I., Martínez Parra, M., Gonzalez Casal, I. (2000): *Potencial hidromineral de la región de Murcia*. en "Panorama actual de las aguas minerales y minero-medicinales en España", López Geta J.A. y Pinuaga Espejel J.L. ed. Ministerio de Medio Ambiente IGME. 361-373.
- Rodríguez-Berriguete, A., Alonso-Zarza, A.M., Cabrera, M.C., Rodríguez-González, A. (2012): *The Azuaje travertine: an example of aragonite deposition in a recent volcanic setting, Gran Canaria Island, Spain*. *Sedimentary Geology* **277-278**, 61-71.