

Sulfuros Complejos Asociados al Depósito Evaporítico de Tuzla (Bosnia Oriental)

/ GALIBA SIJARIC (1), JÚLIA FARRÉ-DE-PABLO (2) SÒNIA JOU-CLAUS (2), LENA PORTELL-RAMÍREZ (2), JÚLIA SOLER-CAPDEVILA (2), VLADIMIR BERMANEC (3), JOAN-CARLES MELGAREJO (2*)

(1) Faculty of Sciences,, University of Sarajevo, Zmaja od Bosne 35, Sarajevo, Bosnia-Herzegovina.

(2) Departament de Cristal·lografia, Mineralogía i Dipòsits Minerals. Universitat de Barcelona. c/Martí i Franquès, s/n 08028 Barcelona (España)

(3) Faculty of Science. University of Zagreb. Horvatovac BB. HR-4100 Zagreb. Croacia

INTRODUCCIÓN

En las cercanías de la ciudad de Tuzla (NO de Bosnia-Herzegovina) hay una cuenca sedimentaria miocena con depósitos de evaporitas, explotados hasta 2002 mediante galerías y actualmente mediante sondeos. En estos depósitos se conocen complejas asociaciones de cloruros, sulfatos, carbonatos y boratos, como la tuzlaíta, $\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_8(\text{OH})_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, definida por primera vez en este depósito (Bermanec et al., 1994). El objetivo de este trabajo es aportar nuevos datos petrográficos sobre la mineralogía del depósito y discutir su modelo genético.

MARCO GEOLÓGICO REGIONA

La cuenca de Tuzla es un graben del Mioceno, y forma parte de la cubeta Sur-

Panónica, de dirección aproximada E-W. Esta cubeta del Neógeno se encuentra rellena principalmente por margas y areniscas de grano muy fino del Mioceno Medio-Superior, y ha sido interpretada como una cuenca de retroarco; el horst situado al suroeste contiene secuencias ofiolíticas, con serpentinitas (Hrvatović, 2006). El paleoambiente de deposición de las series es muy complejo, pues existen episodios lacustres asociados a un gran lago del Mioceno conocido como Sistema Lacustre Dináride, pero también episodios de transgresión marina desde el dominio del Paratethys (de Leeuw et al., 2012).

La cuenca de Tuzla, en particular, se encuentra rellena por hasta 1300 m de sedimentos, los cuales son depósitos detríticos de grano grueso en los bordes

de la cuenca, incluyendo en algunos casos niveles de lignito (Smajić et al., 2009), y depósitos finos (principalmente margas) en el depocentro, donde se ubican los tramos evaporíticos, explotados en la mina de Tusanj. Estos depósitos consisten en tramos con glauberita dominante en la base de la serie, que hacia techo evolucionan a halita con thenardita, mientras que hacia el borde de la cuenca predomina la anhidrita (Fig. 1, Jovanović & Vujović, 1976). Hay episodios piroclásticos hacia la parte alta de la serie.

MINERALOGÍA Y TEXTURAS DE LAS MINERALIZACIONES DE SULFUROS

Los minerales evaporíticos primarios principales de la mina de Tuzla son halita, northupita $[\text{Na}_3\text{Mg}(\text{CO}_3)_2\text{Cl}]$, searlessita $[\text{NaBSi}_2\text{O}_5(\text{OH})_2]$ (Fig. 2), bradleyita $[\text{Na}_3\text{Mg}(\text{PO}_4)(\text{CO}_3)]$, thenardita $[\text{Na}_2\text{SO}_4]$ y glauberita $[\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2]$. Estos minerales forman cristales o nódulos dispersos en las margas, o bien forman niveles de potencia variable entre pocos milímetros y decenas de metros. Aparecen también en vetas.

Los minerales metálicos se encuentran dispersos en la matriz de las margas, también reemplazan a la northupita en asociación con siderita y searlessita (Figs. 3 y 4) o bien se encuentran en vetas muy finas de searlessita. Se reconocen mineralizaciones con Ni-Cu-Pb-Zn-Mo-Ag, además de micronódulos de barita. Excepto la pirita, que forma cristales esqueléticos de algunas decenas de micras de diámetro, la mineralización de sulfuros es de grano muy fino y comprende calcopirita (Fig. 4), acantita (Ag_2S ; Fig. 5), galena, esfalerita pobre en Fe y en Cd, y diversos sulfuros ricos en Ni, posiblemente villamaninita $((\text{Cu},\text{Fe},\text{Ni},\text{Co})\text{S}_2$; Fig. 6) y smythita $((\text{Fe},\text{Ni})_{3+x}\text{S}_4$; Fig. 7). Se han identificado, además, pequeños granos de wulfenita,

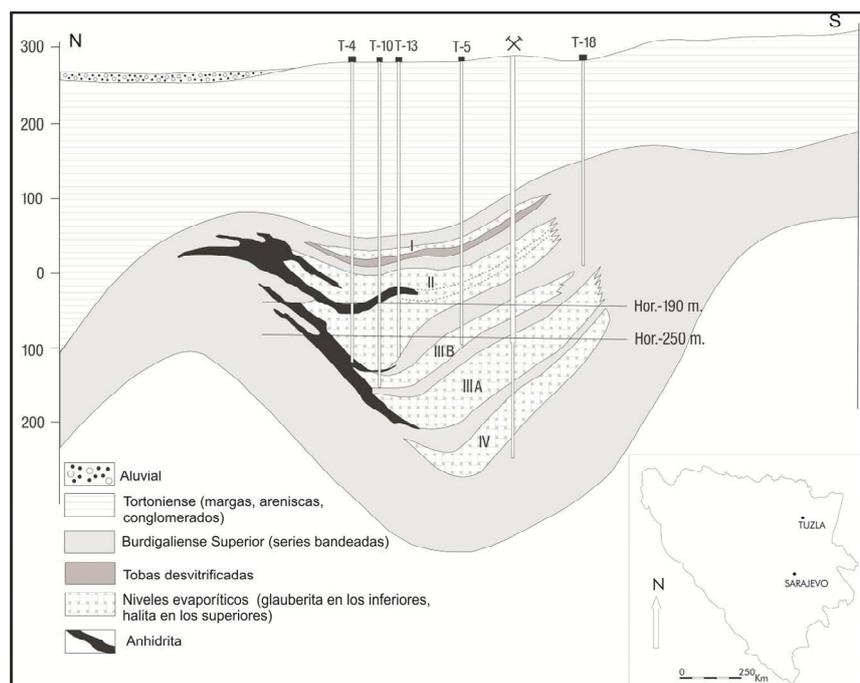


fig 1. Perfil de los niveles evaporíticos en la cuenca de Tuzla. Adaptado de Jovanović y Vujović (1976).

palabras clave: Evaporita, Boratos, Hidrotermal, Sulfuros, Níquel.

key words: Evaporite, Borate, Hydrothermal, Sulfides, Nickel

resumen SEM/SEA 2012

* corresponding author: joan.carles.melgarejo.drapar@ub.edu

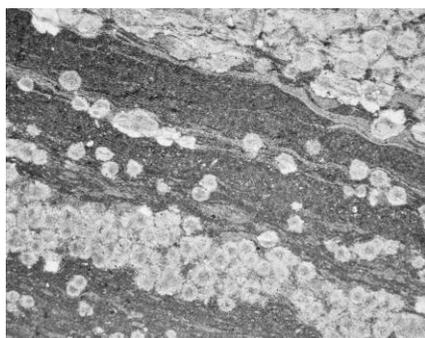


fig 2. Micronódulos de searlesita en margá. Luz transmitida, sin analizador. Campo, 2,8 mm

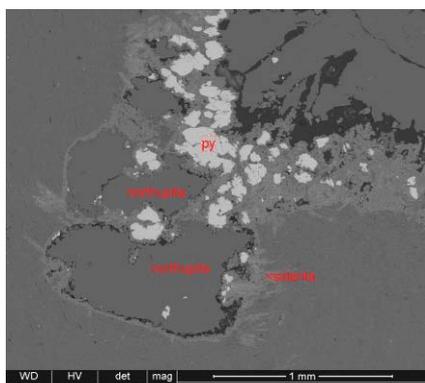


fig 3. Cristales de northupita reemplazados por siderita y pirita. Imagen de SEM, modo BSE.

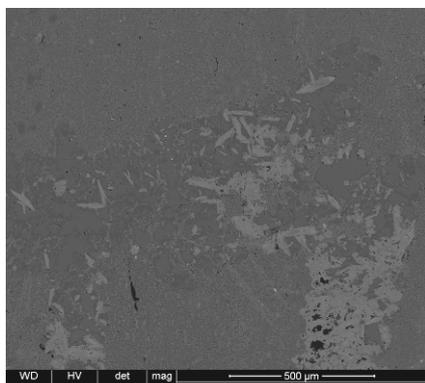


fig 4. Calcopirita relleno vetas (blanco) que cortan northupita (gris oscuro), en asociación con siderita (gris más claro). Imagen de SEM, modo BSE.

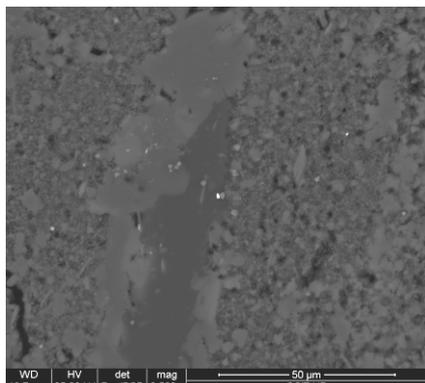


fig 5. Cristales de acantita (más brillante) en una veta en margá, con albita en el borde y searlesita (oscura) en el centro. Imagen de SEM, modo BSE.

que pueden haberse formado por meteorización de molibdenita.

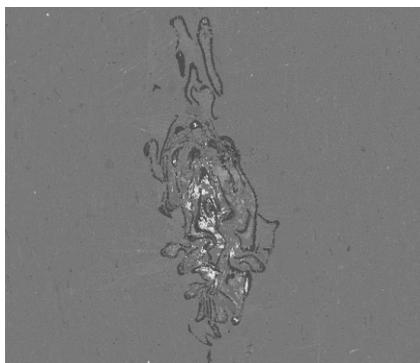


fig 6. Nódulo compuesto por cristales de villamaninita de grano fino Imagen de SEM, modo BSE.

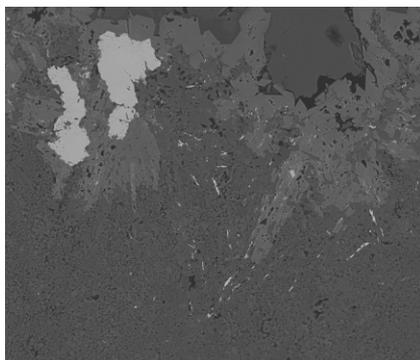


fig 7. Cristales tabulares de smythita (brillante) asociados con pirita de grano más grueso y siderita (gris intermedio) reemplazando northupita. Imagen de SEM, modo BSE.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como regla general, los depósitos evaporíticos no presentan concentraciones significativas de sulfuros, excepto en aquellos casos en que se dan también concentraciones de boratos asociados a la actividad de fuentes termales. De este modo, en el caso de Tuzla, la presencia de mineralizaciones de boratos en el depósito sugiere que puede existir un cierto componente hidrotermal. Además, algunos sulfuros se asocian con searlesita. Este componente hidrotermal podría estar asociado con el volcanismo contemporáneo a la cuenca, cuyo testimonio son los depósitos cineríticos. De hecho, incluso en la actualidad se conocen algunas manifestaciones termales en las proximidades de Tuzla.

La precipitación de estos sulfuros se produciría en estadios tardíos de la diagénesis de los sedimentos o posteriormente a la misma, pues la

mayor parte de los sulfuros se encuentran en vetas o como producto de reemplazamiento de otros minerales diagenéticos, como la northupita.

La presencia de níquel o cobre podría justificarse por el lavado de las rocas ultrabásicas de las series ofiolíticas por los fluidos hidrotermales. No obstante, la presencia simultánea de estos metales pero también de Mo, Ag, Zn y Pb sugiere que los metales podrían proceder del lavado de series ricas en materia orgánica presentes en la cuenca, pues muchos de estos elementos son elementos sensibles a procesos de redox (redox-sensitive elements, RSE).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es apoyado por el proyecto SGR 444 de la Generalitat de Catalunya.

REFERENCIAS

Bermanec, V., Armbruster, Th., Tibljas, D., Sturman, D., Kniewald, G. (1994): Tuzlaite, $\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_{13}(\text{OH})_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, a new mineral with a pentaborate sheet structure from the Tuzla salt mine, Bosnia and Herzegovina. *Am. Mineral.* **79**, 562-569.

de Leeuw, A., Mandić, O., Krijgsman, W., Kuiper, K., Hrvatić, H. (2012): Paleomagnetic and geochronologic constraints on the geodynamic evolution of the Central Dinarides. *Tectonophysics* **530-531**, 286-298.

Hrvatić, H. (2006): Geological guidebook trough Bosnia and Herzegovina. Sarajevo. Geological Survey of Federation Bosnia-Herzegovina, Ustanicka, Sarajevo.

Jovanović, P. & Vujović, M. (1976): Salt deposit and salty water sources. *Mineralogical raw material (Sarajevo), Geoinzjering*, **25**, 381-391.

Smajić, S., Kulenović, S., Pavić, D. (2009): Geographical Consequences of the Surface Exploitation of Coal on the Area of Tuzla Basin (Bosnia and Herzegovina). *Geogr. Pannonica* **13**, 32-40.