

Mineralogía y texturas de bauxitas kársticas del Cretácico inferior de la Sierra de San Mamet (Lleida) y aplicaciones cerámicas

Alfonso Yuste (*), Guillermo Herrero, Ismael Monterde, Blanca Bauluz, Elisa Laita, María José Mayayo

Área Cristalografía y Mineralogía, Departamento de Ciencias de la Tierra - IUCA. Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna, 12, 50009, Zaragoza (España)

* corresponding author: alfon@unizar.es

Palabras Clave: Bauxitas kársticas, Cerámica refractaria, Cretácico inferior. **Key Words:** Karst bauxite, Refractory ceramics, Lower Cretaceous.

INTRODUCCIÓN

El análisis de bauxitas tiene gran interés por las implicaciones geológicas e industriales que tienen estos materiales. Las bauxitas son paleosuelos que se forman en condiciones climáticas cálidas y húmedas, además de materias primas para la fabricación de cerámicas refractarias por sus altos contenidos en aluminio. En esta investigación, se ha caracterizado desde el punto de vista mineralógico y textural, por difracción de rayos X (XRD) y microscopía electrónica de barrido (FESEM), un depósito de bauxitas kársticas localizado en la Sierra de San Mamet, en las proximidades de Alòs de Balaguer (Lleida). Desde el punto de vista geológico, el depósito se localiza en las Sierras Marginales de la Unidad Surpirenaica Central. Se trata de una unidad de edad Aptiense-Santoniense (Cretácico inferior), que descansa sobre un sustrato dolomítico karstificado jurásico (Dogger) y al que se superponen areniscas y gravas del Santoniense (Combes, 1969). Además, se han estudiado las transformaciones minerales y texturales de este material bauxítico durante la cocción a diferentes temperaturas y su influencia en la variación de las propiedades físicas del material cocido. Para ello, se mezcló el material bauxítico con arcilla caolinítica de la Fm. Escucha en una proporción 90/10 y se fabricaron probetas cilíndricas por prensado que fueron cocidas a 1000, 1200 y 1300 °C.

MINERALOGÍA Y TEXTURA DE LA BAUXITA

El depósito bauxítico presenta aproximadamente 6 m de espesor. La bauxita presenta color rojo a violáceo y son apreciables, a simple vista, abundantes pisolitos que pueden alcanzar hasta 7-8 mm de diámetro. Las muestras están formadas principalmente por caolinita (20-46%), boehmita (22-47%; en una muestra está ausente) y hematites (16-38%). Acompañando a estas fases aparecen goethita, anatasa, rutilo, gibbsita, cuarzo, calcita y diásporo, como accesorios. Los pisolitos presentan contenidos en caolinita y hematites dentro de los rangos comentados (26 y 28 %, respectivamente), contenidos más elevados en goethita (25%) y un contenido en boehmita mucho más bajo (7%). Con respecto a la fracción <math><2\mu\text{m}</math>, todas las muestras están formadas exclusivamente por caolinita.

Al FESEM la caolinita se observa de idiomorfa a subidiomorfa, como cristales tipo “platy” o agregados laminares, de tamaño nanométrico y frecuentemente con contorno hexagonal. Estas características, junto con la presencia de agregados de tipo “book”, indicarían su carácter autigénico. Los hidróxidos de Al (fundamentalmente boehmita) se observan como cristales idiomorfos a subidiomorfos, finamente mezclados con caolinita, con apariencia de estar cementándola, así como entre las láminas de agregados de tipo “book” de caolinita, lo que indicaría que también son fases autigénicas, formadas, al menos en parte, posteriormente a la caolinita. Tanto la caolinita como los hidróxidos de Al se han observado también rellenando cavidades. Los óxidos de Fe (fundamentalmente hematites), de tamaño nanométrico, aparecen finamente diseminados entre la caolinita y los hidróxidos de Al, presentándose como cristales redondeados de contorno irregular o con hábito laminar. A veces aparecen entre las láminas de agregados de caolinita, indicando que, al menos en parte, son posteriores a ésta.

Los pisolitos, en algunos casos con diámetro <math><100\ \mu\text{m}</math>, son fundamentalmente esferoidales y, en menor medida, presentan morfología alargada o más irregular. Ocasionalmente se han observado fragmentos de pisolitos. Es frecuente observar fracturas radiales en los pisolitos, semejantes a grietas de desecación. Desde el punto de vista

mineralógico, están formados por las mismas fases identificadas en la matriz y con características texturales similares, predominando los óxidos de Fe. Los más pequeños suelen ser masivos. Los de mayor tamaño suelen presentar un núcleo rodeado de varias envueltas concéntricas. El núcleo puede ser masivo, de aspecto similar a la matriz, y contener clastos irregulares o fragmentos de pisolitos de menor tamaño, o puede estar formado por un pisolito de menor tamaño o por una partícula de morfología irregular. Las envueltas concéntricas vienen marcadas por la diferente concentración relativa de las distintas fases minerales.

Los resultados anteriores indican que la bauxitización tuvo lugar in situ, probablemente en varios episodios, caracterizados por condiciones físico-químicas distintas, incluyendo cambios en las condiciones de saturación de agua. No obstante, algunos rasgos texturales indican un cierto retrabajamiento del material.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS CERÁMICOS

La mineralogía de la muestra resultante de la mezcla de la bauxita con arcillas caoliníferas de la Fm. Escucha (90/10) es similar a la de la bauxita, siendo la diferencia sustancial la presencia de cuarzo y de mica, presentes en cantidades importantes en el material de la Fm. Escucha (32% y 40%, respectivamente). La cocción de la muestra a 1000 °C provoca, la desaparición de las arcillas, los hidróxidos de Al y goethita y la neoformación de mullita, corindón, γ -alumina, ilmenita y cristobalita, junto a pequeñas cantidades de cuarzo y hematites. La formación de corindón se justificaría por la existencia de una solución sólida completa entre Al_2O_3 y hematites a esa temperatura y por la deshidratación de boehmita que se transforma a γ -alumina a 500 °C. No obstante, con el aumento de la T hasta 1000 °C, la fase más estable del Al_2O_3 es el corindón (Jbara et al., 2016), más abundante que la γ -alumina en la muestra cocida a esa temperatura. Con el aumento de la T de cocción, se produce la desestabilización de cuarzo y, en menor medida, hematites, junto a la desaparición del resto de fases formadas a 1000 °C, y la formación de mullita en proporciones elevadas (>80% en las muestras cocidas a 1200 y 1300 °C). Por otro lado, el proceso de cocción implica una homogeneización textural con el aumento de la T. Las observaciones al FESEM han permitido observar que a 1000 °C no se aprecia vitrificación y la cocción promueve la transformación de los filosilicatos en mullita en estado sólido. A 1200 y 1300 °C se observa la formación de una fase vítrea a partir de la cual se produciría la cristalización de mullita, a juzgar por las relaciones texturales entre ambas. Con el aumento de la T de cocción el tamaño de los cristales de mullita es mayor (alcanzando longitudes micrométricas frente a las nanométricas a menores temperaturas) y su composición química se aproxima más a la empírica.

Las transformaciones minerales comentadas producen cambios en las propiedades físicas de los productos cocidos: descenso de la densidad y aumento de la contracción lineal y de la pérdida de peso por la pérdida de H_2O y OH presentes en arcillas y oxihidróxidos. En general, las propiedades físicas de las muestras cocidas a 1200 y 1300 °C son muy similares, siendo más importantes los cambios entre 1000 y 1200 °C. El cambio en el color de las muestras se asocia con la formación inicial de hematites a 1000 °C y su subsecuente desestabilización a mayor T, así como con la formación de cantidades importantes de mullita. Con el aumento de T también se aprecia un descenso en el tamaño medio de los poros, lo cual está relacionado con la formación de fase vítrea y cristalización a partir de ella de mullita. El test de carga puntual ha mostrado que el aumento de la temperatura de cocción se relaciona con un aumento de la resistencia. La mezcla utilizada resulta adecuada para la fabricación de materiales refractarios siendo 1300 °C la T de cocción óptima, de entre las consideradas en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional y el Gobierno de Aragón (Grupo Aragosaurus, CGL2017-85038-P), así como por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (RTI2018-093419-B100).

REFERENCIAS

- Combes, P.J. (1969): Recherches sur la gèneses des bauxites dans le Nord-Est de l'Espagne, Le Languedoc et L'Ariège (France). Mémoire ou thèse. Centre Etude Rech. Geol. Hydrogeol. Montpellier, 242 p.
- Jbara, A.S., Othaman, Z., Ati, A.A., Saeed, M.A. (2017): Characterization of γ - Al_2O_3 nanopowders synthesized by Co-precipitation method. Mater. Chem. Phys., **188**, 24-29. DOI: 10.1016/j.matchemphys.2016.12.015.