

# Génesis del Yacimiento de Arcillas Especiales de Tamame de Sayago (Zamora)

/ EVA MANCHADO (1,\*), EMILIA GARCÍA-ROMERO (2, 3), MERCEDES SUÁREZ (1)

(1) Departamento de Geología. Universidad de Salamanca. Plaza de la Merced s/n, 37008, Salamanca (España)

(2) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid (España)

(3) Instituto de Geociencias (IGEO). (Universidad Complutense de Madrid - Consejo Superior de Investigaciones Científicas). Avd. José Antonio Novais s/n, E-28040. Madrid. (España).

## ENCUADRE GEOLÓGICO

El yacimiento de arcillas especiales (caolinita y esmectita) de Tamame de Sayago (Zamora) está situado en la región sayaguesa del Domo de Tormes, en el borde SW de la cuenca del Duero.

Inicialmente esta relacionado con la caolinitización supergénica preterciaria de granitos paleozoicos (Domo de Tormes). El granito es afectado por la tectónica de bloques alpina, reactivadora de una intensa red de fracturación de N-S a NE-SW (Azcárate, 1988). El yacimiento queda en un bloque hundido que posteriormente es recubierto por depósitos paleógenos siendo preservado de la erosión. Los materiales que recubren el yacimiento pertenecen a la unidad UTS P1 "Arcosa Basal" (Santesteban et al., 1991), del Eoceno Inferior de la Cuenca del Duero.

La alteración meteórica preterciaria explica la presencia de caolinita en el yacimiento pero no la presencia de esmectitas, en algunas ocasiones tan abundantes que forman bentonitas.

## METODOLOGÍA

Se han tratado los datos mineralógicos procedentes de 64 sondeos de recuperación continua, estudiados y facilitados por la empresa encargada de la explotación "Arcillas y Feldespatos Río Pirón". Del tratamiento de estos datos, de roca total, mediante el programa SURFER 8, se obtuvieron mapas de isocontenidos de caolinita y esmectita, así como de profundidades de la base del terciario y del "granito fresco", entendiéndose por granito fresco el que no es rentable para la explotación.

El trabajo de campo ha estado condicionado por el proceso de

explotación ya que, como se ha dicho anteriormente, el yacimiento no aflora. Se ha realizado de manera continua en los diferentes frentes de explotación a lo largo de 4 años de estudio.

La composición mineralógica de 205 muestras recogidas se ha estudiado mediante Difracción de Rayos X (DRX), con un equipo Siemens D-500, y radiación Cu K $\alpha$ .

El estudio geoquímico de elementos mayores, menores y trazas se ha realizado sobre 57 muestras seleccionadas. También se han datado 4 muestras mediante el método de datación K/Ar. Tanto los análisis químicos como la datación han sido realizados por "Activation Laboratories Ltd." de Ancaster (Ontario, Canadá).

Mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y de emisión de campo (FEG-SEM) se han estudiado 20 muestras para conocer la microtextura y las relaciones texturales entre los diferentes minerales que en ellas aparecen.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados más relevantes del tratamiento de datos procedentes de los sondeos muestran que los porcentajes de caolinita son bastante homogéneos en el yacimiento, excepto en la zona en la que aparecen los contenidos más altos de esmectitas, mientras que las esmectitas se concentran en una banda con una dirección preferente muy marcada, aproximadamente N40E, como muestra la Fig. 1. Esta dirección coincide con los bordes del bloque hundido en el que se encuentra el yacimiento por lo que debe estar relacionada con una zona de falla que a su vez está afectada por nuevas fracturas conjugadas ya que, como se

puede ver en la Fig. 1, existe un desplazamiento relativo de la banda de concentración de esmectitas.

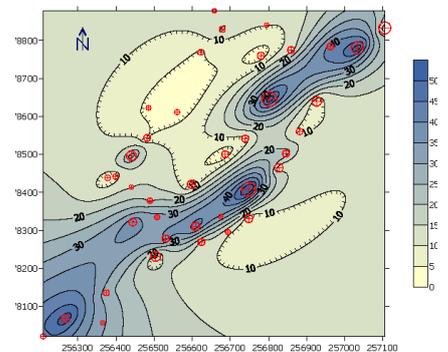


fig. 1. Mapa de isocontenidos en esmectita en el yacimiento de Tamame de Sayago.

Las observaciones de campo nos permitieron distinguir dos tipos de zonas con distintas características:

- Zonas de alteración homogénea (ZAHO). Áreas donde la roca muestra la textura propia de un regolito granítico y la alteración afecta a la roca de manera homogénea. El color de estas zonas es blanco intenso, y en ocasiones se pueden encontrar pequeños filones.

- Zonas de alteración heterogénea (ZAHE) Áreas en las que la roca no conserva la textura granítica y no corresponden a un regolito, caracterizadas por un aspecto caótico y colores abigarrados, así como por la presencia de numerosos planos de fractura, algunos de ellos con evidencias de movimiento de bloques (estrías de falla). Las evidencias de fracturación y circulación de fluidos son frecuentes encontrándose filones con diferentes direcciones. Estas ZAHE coinciden, en general, con las zonas de máximos en esmectita de los mapas de isocontenidos de este mineral.

**palabras clave:** Caolinita, Esmectita, Circulación de fluidos, Cuenca del Duero

**key words:** Kaolinite, Smectite, Fluid circulation, Duero Basin,

El contacto entre las ZAHO y ZAHE en raras ocasiones es gradual, lo más frecuente son contactos relativamente netos y a menudo asociados a fracturas con signos de movimiento. Es importante resaltar que también se han observado evidencias de fracturación y movimiento de bloques dentro de los materiales terciarios que recubren el granito alterado.

Las fases minerales identificadas mediante DRX son principalmente caolinita, esmectita y cuarzo, todos ellos presentes en la mayor parte de las muestras. También de forma sistemática, pero en menor proporción, aparecen moscovita e illita. Como es de esperar en una alteración tan intensa, los feldespatos aparecen solo como trazas en algunas muestras. De forma ocasional, se identifican minerales del grupo de la alunita en diferentes proporciones. A pesar de que la mineralogía es muy similar, la composición media de las muestras varía considerablemente dependiendo de si corresponden a las zonas caolinitizadas o a las zonas fracturadas (ZAHO o ZAHE). La principal diferencia consiste en los porcentajes relativos de caolinita y esmectita: En las ZAHO predomina la caolinita (43% caolinita, 18% esmectita) y los porcentajes de minerales heredados del granito son mayores, mientras que en las ZAHE predominan las esmectitas (13% caolinita y 60% esmectita) y son más abundantes los minerales del grupo de la alunita (Manchado et al., 2008), fundamentalmente en los filones.

Las diferencias de la roca y su mineralogía lógicamente se reflejan en la microtextura observada por SEM. El aspecto general de las rocas de las ZAHO corresponde a agregados arcillosos entre los que se pueden observar minerales restíticos con evidentes signos de alteración (principalmente micas). Ocasionalmente se ha observado la epigénesis de caolinita sobre micas y feldespatos alterados. La microtextura de las ZAHE también es de agregados arcillosos, pero en este caso se reconoce frecuentemente la textura en "corn flakes" característica de las esmectitas. Con menor frecuencia se encuentran minerales heredados del granito, notablemente más alterados que en las ZAHO. También se ha observado crecimiento de esmectitas a partir de las micas, pero en este caso aprovechan los planos de exfoliación en vez de

crecer sobre su superficie como sucede con la caolinita.

Los filones que contienen esmectita, alunita y caolinita permiten estudiar las relaciones texturales entre estos minerales. En este tipo de filones, presentes en las zonas más intensamente fracturadas, se observan partículas de caolinita y alunita con evidentes signos de alteración por disolución parcial o total de los mismos, mientras que las esmectitas crecen envolviendo los cristales, principalmente de alunita. En ocasiones se puede observar como las esmectitas forman moldes de cristales ya disueltos de alunita. Teniendo en cuenta que la caolinita y la alunita requieren medios más ácidos que la esmectita para su formación, se puede deducir que la naturaleza de los fluidos que originaron los filones y dieron lugar a la segunda fase de alteración del yacimiento cambió a lo largo del tiempo. Inicialmente eran más ácidos y ricos en S y otros elementos formándose las caolinitas y alunitas de los filones, y posteriormente se tornaron más básicos y ricos en sílice provocando la disolución parcial de las caolinitas y alunitas y dando lugar a la formación de esmectitas.

Al y un enriquecimiento en determinados elementos, muy especialmente en Mg (Fig. 2), Ca y P con respecto a las zonas caoliniticas. En el caso del P este enriquecimiento es más acentuado en los filones.

En resumen, el yacimiento de arcillas especiales de Tamame de Sayago se formó en dos procesos muy diferentes dando lugar a los dos tipos de materiales arcillosos: caolín y bentonitas. En primer lugar se produjo la alteración meteórica, de edad preterciaria, que caolinitizó el granito paleozoico dando lugar a los materiales aquí denominados como ZAHO. Posteriormente se produjo la fracturación, de este granito alterado, con una tectónica de bloques que dejó la zona del yacimiento en un bloque hundido. En relación con la intensa fracturación se produjo la circulación de fluidos, ricos en Si, Mg y Ca, que penetraron en la roca caolinitizada y produjeron la formación de esmectitas dioctaédricas, mayoritarias en las zonas fracturadas (denominadas ZAHE) que llegan a ser auténticas bentonitas.

La presencia de alunita en los filones de ZAHE permite la datación del proceso de fracturación que se produjo en distintos pulsos, afectando incluso a los materiales de la base del Terciario que recubren el granito alterado. Esta datación ha proporcionando edades que oscilan entre  $58,8 \pm 1,5$  M.a. y  $66,4 \pm 1,7$  M.a. (finales de Cretácico principios del Paleogeno), coincidiendo con la primera fase de la orogenia Alpina que originó la depresión de la cuenca del Duero y relacionando la bentonitización del granito alterado con este importante evento geológico.

**REFERENCIAS**

Azcárate, J.E. (1988): Descubrimiento de yacimientos de caolín en la comarca de Sayago (Zamora-Salamanca); un nuevo distrito minero con trascendencia regional e internacional. VIII Congreso Internacional de Minería y Metalurgia, Oviedo, 652-664.  
 Santiesteban, J.I., Mediavilla, R.; Martín-Serrano, A. (1991): El Paleógeno del sector suroccidental de la Cuenca del Duero: nueva división estratigráfica y controles sobre su sedimentación. Acta Geológica Hispánica, 26, 2, 133-148.  
 Manchado, E.M., García-Romero, E., Suárez, M. (2008). Minerales del grupo de la alunita en el yacimiento de caolinita de Tamame de Sayago (Zamora). Macla, 9, 151-152.

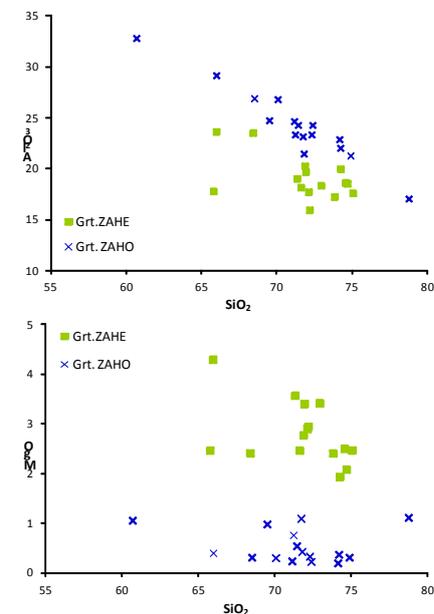


fig.2. Gráficos de dispersión de SiO<sub>2</sub> frente a Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (arriba) y MgO (abajo) en los materiales descritos en el texto. Grt.: granito.

Del análisis químico de los elementos mayores de las diferentes muestras se concluye que en las zonas bentoníticas intensamente fracturadas (ZAHE), se produce un empobrecimiento relativo en