

Estabilidad de los minerales de la arcilla en fluidos de Zonas de Falla: Falla de Tíscar (Jaén)

/ PILAR HERNÁNDEZ PUENTES (1), JUAN JIMÉNEZ MILLÁN (1*), ROSARIO JIMÉNEZ ESPINOSA (1)

(1) Departamento de Geología. CEACTierra. Unidad asociada IACT (CSIC-UGR). Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas s/n, edificio B3, 23071 Jaén (España)

INTRODUCCIÓN

El Corredor del Guadiana Menor, en el norte de la provincia de Jaén, es un área con un importante potencial sísmico, manifestado recientemente por el terremoto de enero de 2012 (intensidad IV y magnitud > 4) con epicentro en Huesa. Se trata de un área con numerosas fallas activas, entre las que destaca la Falla de Tíscar de dirección N130-150E, con movimiento de transferencia dextrorroso de 6 km y una longitud de 20 km, considerada muy activa a finales del Mioceno y comienzos del Plioceno (Foucault, 1971). Según Sanz de Galdeano y Peláez (2011), su tasa de desplazamiento horizontal actual ronda el mm/año.

Este trabajo estudia el efecto de los procesos de circulación hídrica y neoformación de arcillas asociados a esta zona de falla, con en el fin de aportar datos que contribuyan a la comprensión del comportamiento mecánico de estos materiales y su influencia en la sismicidad del área.

METODOLOGÍA

Para la caracterización físico-química de las aguas subterráneas y sus posteriores análisis químicos en laboratorio, se tomaron 25 muestras de aguas subterráneas en la zona de falla de Tíscar. Por otro lado, se llevó a cabo una campaña de muestreo donde se recogieron 8 muestras diferentes de rocas en planos de falla, con el objetivo de obtener datos mineralógicos de los sedimentos deformados en la falla de Tíscar.

Todos los equipos utilizados para este trabajo se encuentran en el Centro de Instrumentación Científica (CICT) de la Universidad de Jaén. Para los análisis de elementos principales se utilizó un cromatógrafo iónico Metrohm 850

Professional. Los análisis de metales y elementos minoritarios se llevaron a cabo por un espectrómetro de ICP-masas Agilent 7500.

Se realizaron una serie de láminas delgadas de 30 µm de espesor, pulidas y recubiertas con carbono, destinadas a su estudio mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) Carl Zeiss Merlin y sistema de microanálisis de energía dispersada (EDS) de rayos X.

El procesado de datos hidroquímicos, se ha realizado a través del software PHREEQC para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización hidrogeoquímica de las aguas que circulan por la zona de falla indica: (i) aguas de baja conductividad eléctrica (< 840 µS/cm) y baja mineralización (8 meq/l), con facies bicarbonatadas cálcico magnésicas; y, (ii) aguas más salinas (hasta 3740 µS/cm) con mayor enriquecimiento iónico (hasta 70 meq/l), de facies sulfatadas y/o cloruradas cálcico magnésicas. Por lo general, son aguas alcalinas con temperaturas inferiores al límite del hidrotermalismo (19 °C), confiriéndole

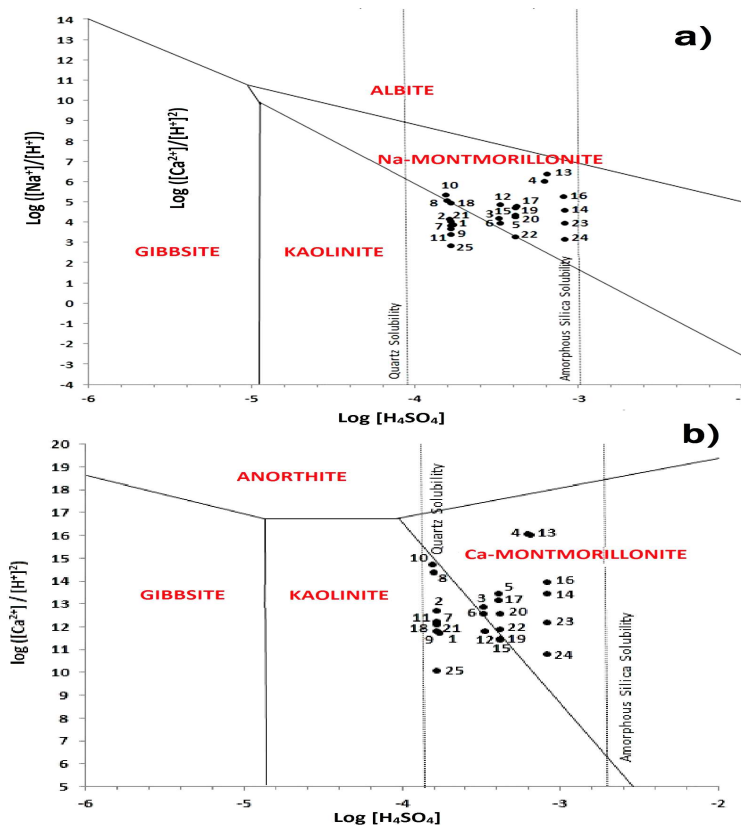


fig 1. a: Diagrama de estabilidad Albite, Na-montmorillonite, caolinita, gibbsite a 25°C y 1 atmósfera en función de $[Na^+]$, pH y $[H_4SiO_4]$. b: Diagrama de estabilidad Anortita, Ca-montmorillonite, caolinita, gibbsite a 25°C y 1 atmósfera en función de $[Ca^{2+}]$, pH y $[H_4SiO_4]$.

palabras clave: Aguas subterráneas, Esmectita, Falla Activa, Tíscar.

key words: Groundwater, Smectite, Active Fault, Tíscar.

un origen superficial. No obstante, aparece una muestra en la zona de Acra con T^a de 26 °C, que indica un claro origen profundo, así como su posible relación con la actividad de la falla.

La figura 1 muestra los diagramas de estabilidad Na-plagioclasa (albita) y Ca-plagioclasa (anortita). La figura 1.a, contiene campos de estabilidad para la albita Na-feldespatos y sus posibles productos de meteorización, gibbsita, caolinita y Na-montmorillonita, expresado como una función de $\log \left(\frac{[Na^+]}{[H^+]} \right)$ y $\log [H_4SiO_4]$, donde [] designa la actividad de soluto. La figura 1.b, representa los campos de estabilidad para la anortita Ca-feldespatos y sus posibles productos de meteorización, gibbsita, caolinita y Ca-montmorillonita, expresado como una función de $\log \left(\frac{[Ca^{2+}]}{[H^+]^2} \right)$ y $\log [H_4SiO_4]$ (Appelo y Postma 1999). Los diagramas de estabilidad de fases minerales tanto para la albita como para la anortita, reflejan que el equilibrio agua-mineral para los análisis de las 25 aguas subterráneas de esta zona de estudio, quedan representados en ambos diagramas de estabilidad alrededor del límite de estabilidad caolinita / esmectita (Na-montmorillonita y Ca-montmorillonita), lo que sugiere que el agua subterránea de esta zona está en equilibrio

termodinámico con caolinita para un grupo de muestras y con esmectita para otro grupo. El conjunto de las muestras está por encima del equilibrio de saturación del cuarzo.

Investigamos por otro lado, las rocas de falla asociadas a los puntos de agua subterránea que revelaron evidencia de circulación de aguas profundas y presencia de arcillas en los diagramas de fases, a través de su zona de debilidad. La deformación se encuentra preferentemente concentrada en los niveles margosos.

El estudio de la microestructura interna de estos materiales de falla mediante microscopía electrónica de barrido, muestra la existencia de niveles ricos en illita que desarrollan numerosas superficies de deslizamiento que alternan con lechos ricos en calcita apenas deformados (fig.2.). Es frecuente que las superficies de deslizamiento se encuentran recrecidas por una lámina fina formada por esmectita. En otros casos, se desarrollan microfracturas selladas por la cristalización de calcita y dolomita, cuyos microanálisis EDS muestran cantidades significativas de Si y Al, debido a inclusiones microcristalinas de silicatos.

El estudio combinado de las características físico-químicas de los

fluidos que circulan por la zona de falla de Tíscar y la caracterización de los materiales mediante SEM, ha permitido concluir que durante el fallamiento y la interacción roca-fluido tuvo lugar un crecimiento significativo de minerales de la arcilla en estas rocas. Este crecimiento se pone de manifiesto por los recubrimientos minerales de las microsuperficies de deslizamiento, compuestos por películas delgadas de esmectita neoformada, calcita y dolomita. Este hecho sugiere que la cataclasis y la infiltración de fluidos que se produce durante la actividad de la falla promovieron la creación de micrositos favorables para nucleación y neomineralización en superficies de desplazamiento. La concentración de esmectita en estas superficies de deslizamiento puede favorecer el movimiento de deslizamiento continuo (creep) en la zona de la falla, contribuyendo a reducir su actividad sísmica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los Proyectos de Investigación No. CGL2011-30153-C02-01 (Ministerio de Economía y Competitividad de España), "Caracterización hidrogeológica y hidroquímica de los acuíferos afectados por las fallas activas en la zona del Guadiana Menor, provincia de Jaén" (Instituto de Estudios Gienneses) y el Grupo de Investigación RNM-325 (Universidad de Jaén, CICE, JA).

REFERENCIAS

- Appelo, C.A.J. & Postma, D. (1999): *Chemical analysis of groundwater. Geochemistry, groundwater and pollution*. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Foucault, A. (1971): *Étude géologique des environs des sources du Guadalquivir (prov. Jaén et Grenade, Espagne meridionale)*. Tesis Doctoral, Univ. de Paris VI, 633 p.
- Sanz de Galdeano, C. & Peláez, J.A. (2011): *Fallas activas en la Cordillera Bética*. Ed. Un. Granada.

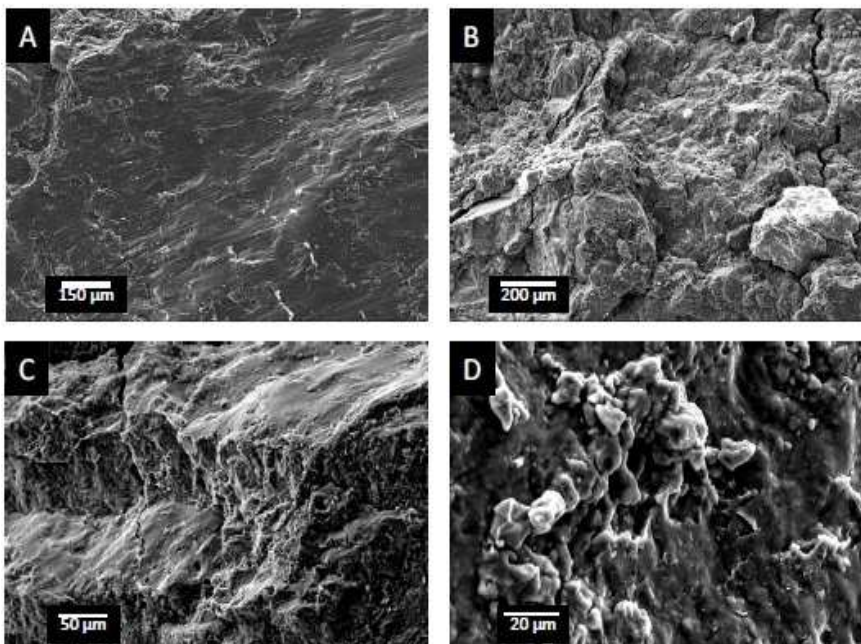


fig 2. A: Detalle de una superficie de deslizamiento desarrollada en un nivel rico en illita en una roca de falla. B: Red de superficies de deslizamiento entre las bandas de carbonato aparentemente no deformado. C: Películas delgadas de esmectita que han crecido en las superficies de fractura y separan bloques ricos en calcita y dolomita. D: Copos de esmectita cristalizados en una superficie antideslizante.