

Diques clásticos de Inyección en la Zona de la Falla de Galera

/CATALINA SÁNCHEZ-ROA (1*), JUAN JIMÉNEZ-MILLÁN (1), FERNANDO NIETO (2), FRANCISCO J. GARCÍA-TORTOSA (1), ISABEL ABAD (1).

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

(2) Departamento de Mineralogía y Petrología e IACT (CSIC-UGR), Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Avda. Fuentenueva s/n 18002, Granada, España.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento sobre el comportamiento mecánico de las fallas y de los procesos de deformación activa de una región durante los eventos sísmicos requiere el estudio detallado de los materiales y estructuras que aparecen en las zonas de falla como, por ejemplo, la presencia de diques clásticos. Estas estructuras son cuerpos discordantes y tabulares compuestos por materiales detríticos con diferentes grados de litificación. Se pueden formar por depósito pasivo de material clástico dentro de fracturas pre-existentes o inducidas por terremotos o por fracturación dinámica asociada a la inyección del material clástico durante incrementos de presión (Jolly & Lonergan, 2002). Los diques clásticos de inyección son frecuentemente definidos como estructuras de fluidización. Diferentes estudios han demostrado que sedimentos granulares y porosos cercanos a la superficie y saturados en agua se fluidizan como resultado de tensiones cortantes cíclicas (McCalpin, 1996).

En esta comunicación se presentan los resultados de la caracterización mineral (composición, relaciones texturales y microestructuras) de rocas pertenecientes a diques clásticos identificados en el área de la Zona de Falla de Galera con el fin de determinar su origen.

CONTEXTO GEOLÓGICO

La zona de falla de Galera (García Tortosa et al. 2007) es una falla de salto en dirección, de 23 km de longitud y dirección N48°E. Presenta 1,5 km de ancho con varios planos de falla paralelos entre si buzando entre 40° y 60° hacia el NW, aunque se observan buzamientos verticales localmente. La dirección más común de las estrías corresponde aproximadamente a

40°SW. Esta falla desplaza el glacis de la Cuenca de Guadix-Baza alrededor de 50 m en su segmento central. De acuerdo con esto, la tasa media de desplazamiento vertical se estima dentro de un rango entre 0,08 y 0,24 mm/año. La falla de Galera es probablemente la causante del terremoto del 9 de junio de 1964 (Sanz de Galdeano et al. 2012), que afectó a la población de Galera.

Durante el trabajo de campo llevado a cabo se identificaron una serie de diques clásticos, que atraviesan la estratificación. Los diques tienen espesores que varían desde 30 a 5 cm y una orientación concordante con los planos de falla, con rumbo N55°E y buzamiento 60°-80° NW.

La geometría de estos diques es, en general, tabular (Fig. 1a) si bien, se encuentran también bolsadas con geometrías más irregulares (Fig. 1b).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recogieron 17 muestras con diferente grado de deformación producto del movimiento de la falla. Las rocas exhiben estructuras de desplazamiento tales como superficies pulidas y estrías de falla.

Las muestras se prepararon para análisis de difracción de rayos-X (agregados orientados totales y <2µm) previo lavado con agua pura y ultrapura para eliminar la presencia de sales. Además, los agregados orientados de la fracción <2µm fueron tratados con etilenglicol. Se obtuvieron los difractogramas en el difractómetro XRAL Xcelerator del Departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada.

Se seleccionaron ocho muestras para el estudio con el microscopio electrónico de barrido (Zeiss Merlin) de la

Universidad de Jaén y el microscopio electrónico de transmisión (Philips CM20) del Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada.

CARACTERIZACIÓN MINERAL

Los diques están compuestos por material clástico de color gris, con granos de tamaño arena fina (<200 µm) en una matriz donde predominan los minerales de la arcilla. La identificación de especies minerales llevada a cabo por medio de difracción de rayos-X nos permitió reconocer: cuarzo, mica, albita, clorita y esmectita. La presencia de esta última fue detectada por el desplazamiento del pico de 15,4 Å a 16,8 Å después del tratamiento con etilenglicol.

Las imágenes de electrones secundarios muestran una textura arenosa con gran porosidad (Fig. 2a). Los cristales de mica y clorita son secciones irregulares pseudo-hexagonales, con dimensiones a y b alrededor de 100 µm y conforman una trama de clastos de la roca (Fig. 2b). También se observan granos de material silíceo, en su mayoría presentes como fragmentos de diatomeas con geometría prismática (Fig. 2c), en ocasiones alineados formando bandas. Por otro lado, la esmectita es el principal componente de la matriz y se presenta en forma de láminas onduladas, poco cristalinas, de tamaño < 10 µm (Fig. 2b).

Los microanálisis realizados con los microscopios electrónicos de barrido y transmisión revelan que la clorita es rica en Mg (clinocloro), la mica es rica en Al (moscovita) y la esmectita es rica en Al, Fe y Mg (probablemente montmorillonita).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La caracterización mineralógica y textural de los diques clásticos que

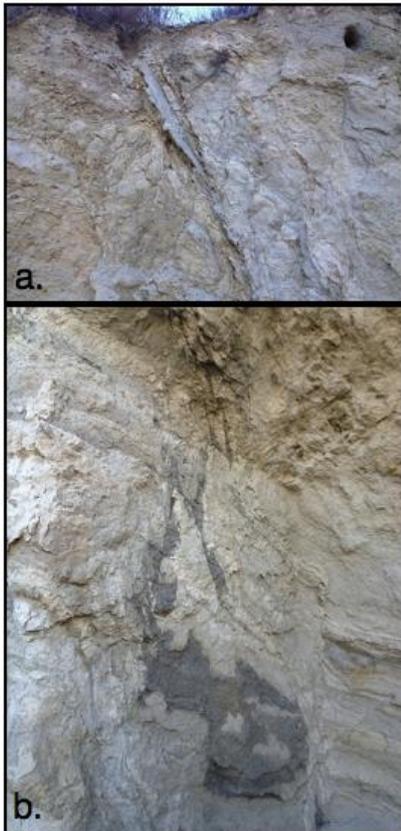


fig. 1. Diques clásticos de la zona de falla de Galera: a. Diques tabulares b. Diques con geometría irregular.

aparecen en la zona de falla de Galera aporta datos significativos para interpretar el origen de los minerales que los constituyen y las posibles causas de su emplazamiento. Respecto al origen de los minerales, el elevado tamaño de los cristales de mica y clorita y la existencia ocasional de flexuras en los cristales sugiere que se trata de minerales heredados procedentes del basamento metamórfico de Sierra Nevada. Por otra parte, el pequeño tamaño y el carácter poco cristalino de la esmectita que forma la matriz de la roca nos permite inferir una formación de este mineral ligada a los procesos sedimentarios que ocurrieron en la cuenca.

Por otro lado, en relación con las causas del emplazamiento de los diques, la textura altamente porosa de los materiales estudiados proporciona un medio apropiado para la acumulación y circulación de fluidos acuosos intersticiales. En este sentido, la circulación de fluidos en la zona de falla podría producir la hidratación de estos sedimentos porosos de la cuenca a través de su conexión con la falla.

Por otra parte, Mohindra y Bagati (1996) revelaron que el aumento de la presión del agua de poro puede propiciar que un

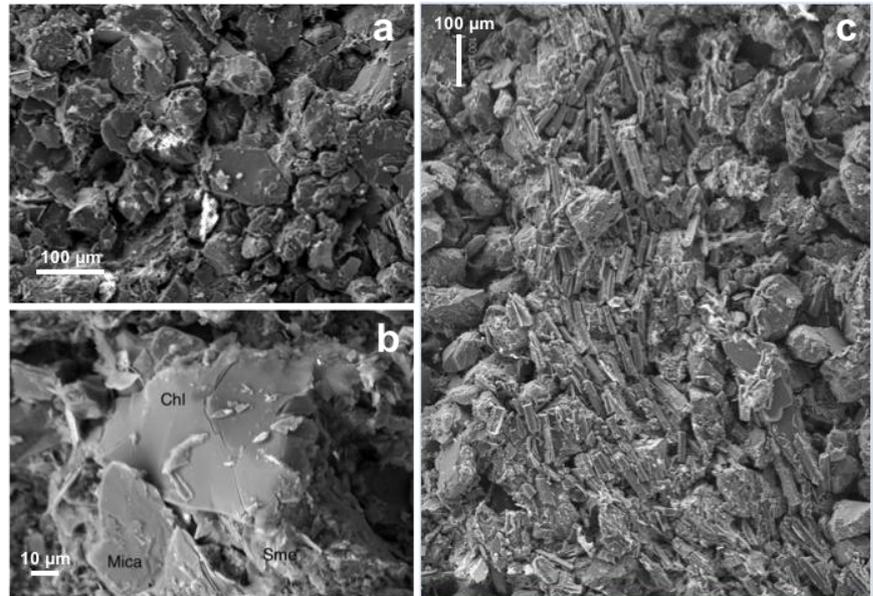


fig. 2. Imágenes de electrones secundarios de los diques: a. poroso y con textura arenosa. b. Detalle de la relación textural entre los filosilicatos: Clorita (Chl), Mica y Esmectita (Sme). c. Fragmentos de diatomeas alineados.

material arenoso se transforme de estado sólido a líquido. En particular, la esmectita, que es el componente mayoritario de la matriz de los sedimentos estudiados, tiene un límite líquido especialmente bajo que la hace muy sensible a las condiciones de hidratación, permitiendo que los sedimentos se saturen fácilmente con agua y favoreciendo que el comportamiento sólido pase a líquido. La propagación cíclica de las ondas sísmicas pueden ser el factor desencadenante de este proceso (McCalpin, 1996).

La existencia de bandas de fragmentos de diatomeas que presentan orientación preferente puede ser interpretada como evidencia de una textura de flujo asociada a un proceso de licuefacción e inyección a favor de la falla de los niveles arenosos ricos en arcilla de la cuenca.

Por ello, teniendo en cuenta que se han identificado otras estructuras cosísmicas en el área de estudio, tales como las estructuras sedimentarias de deformación descritas por Alfaro et al. (2010), y que los diques clásticos de inyección se han descrito como una forma de sismitas en otras situaciones (McCalpin, 1996), podemos concluir que los materiales objeto de este estudio corresponden, posiblemente, a fragmentos de niveles sedimentarios incluidos en la zona de falla que pudieron ser inyectados en estado fluido a favor de fracturas durante los eventos sísmicos asociados al movimiento de la falla.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los Proyectos de Investigación CGL2011-30153-C02-01 y CGL2011-30153-C02-02 y la beca FPI BES-2012-052 562 del Ministerio de Economía y Competitividad de España.

REFERENCIAS

- Alfaro, P., Gibert, L., Moretti, M., García Tortosa, F.J., Sanz de Galdeano, C., Galindo Zaldívar, J., López Garrido, A.C. (2010): *The significance of giant seismites in the Plio-Pleistocene Baza palaeo-lake (S Spain)*. *Terra Nova* 22, 172-179.
- García-Tortosa, F.J., Sanz de Galdeano, C., Alfaro, P., Galindo-Zaldívar, J., López Garrido, A.C. (2007): *La falla y los pliegues de Galera*. En: C. Sanz de Galdeano, J.A. Peláez (eds.), *La cuenca de Guadix-Baza. Estructura, tectónica activa, sismicidad, geomorfología y dataciones existentes*. CSIC-Univ. Granada. Publ. Fac. Ciencias. Granada, 141-153.
- Jolly, R.J.H. & Lonergan, L. (2002): *Mechanisms and controls on formation of sand intrusions*. *J. Geol. Soc. Lond.*, 159, 605-617.
- McCalpin, J.P. (1996): *Paleoseismology. International Geophysical Series*, 62nd ed., Academic Press, San Diego, 588 p.
- Mohindra, R. & Bagati, T.N., (1996): *Seismically induced soft-sediment deformation structures (seismites) around Sumdo in the lower Spiti valley (Tethys Himalaya)*. *Sediment. Geol.*, 101, 69-83.
- Sanz de Galdeano, C., García-Tortosa, F.J., Peláez, J.A., Alfaro, P., Azañón, J.M., Galindo Zaldívar, J., López Casado, C., López Garrido, A.C., Rodríguez-Fernández, J., Ruano, P. (2012): *Main active faults in the Granada and Guadix-Baza Basins (Betic Cordillera)*. *J. Iberian Geol.*, 38, 209-223.