

ACTIVIDAD BACTERIANA EN LA FORMACIÓN DE DOLOMITA Y SEPIOLITA EN LOS SEDIMENTOS DE LA UNIDAD INTERMEDIA DE LA CUENCA NEOGÉNA DE MADRID (ZONA DE BARAJAS)

S. LEGUEY, D. RUIZ DE LEÓN, R. VIGIL DE LA VILLA Y J. CUEVAS

Departamento de Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid, Ctra. Colmenar Km. 15, 28049 Madrid.

La mineralogía de los sedimentos miocenos en la zona de Barajas (Madrid), estudiada en 17 sondeos, en un área de 2 km², revela la conexión entre los niveles carbonatados y la mineralización de sepiolita. La total ausencia de calcita y la presencia única de dolomita, con estequiometría regular, conduce a buscar hipótesis sobre su formación que involucren mecanismos capaces de vencer la barrera energética para la nucleación de este mineral (Land, 1998).

La formación de sepiolita ha sido interpretada de diferentes formas, relacionadas con ambientes lacustres de tipo evaporítico y alcalino, en climas áridos o semiáridos (Millot (1964), Singer y Galán (1984), Calvo et al., (1986)). El enriquecimiento de la sepiolita en F, concentrado en salmueras alcalinas, es un argumento que avala esta hipótesis (Torres-Ruiz et al., 1994). Sin embargo, en ambientes actuales, análogos, se observa la formación de esmectita, zeolitas, dolomita y fases silíceas en lugar de

sepiolita ((Darragi y Tardy, 1987; Hay et al., 1991). La elevada salinidad y la consiguiente concentración de cationes alcalinos, favorece la formación de esmectitas o zeolitas, sobre la sepiolita, cuya composición es básicamente un silicato de magnesio puro sin cationes intercambiables (Galán y Carretero, 1999). Alternativamente, Khoury et al. (1982), Leguey et al., 1985 o Arakel (1986) consideran que la sepiolita es un mineral secundario originado por procesos de disolución-precipitación de carácter diagenético, sin excluir la influencia de procesos edáficos. También Gehring et al. (1994), establecen que el estado de oxidación de metales de transición ligados estructuralmente a la sepiolita (Fe (III) y V (III y IV)), determinan la existencia de condiciones rédox variables durante su formación, y por tanto de la alternancia de condiciones óxicas y anóxicas en sistemas lacustres someros.

La presencia de sepiolita en cantidades muy variables es casi constante en los sedimentos de la transición fluvio-

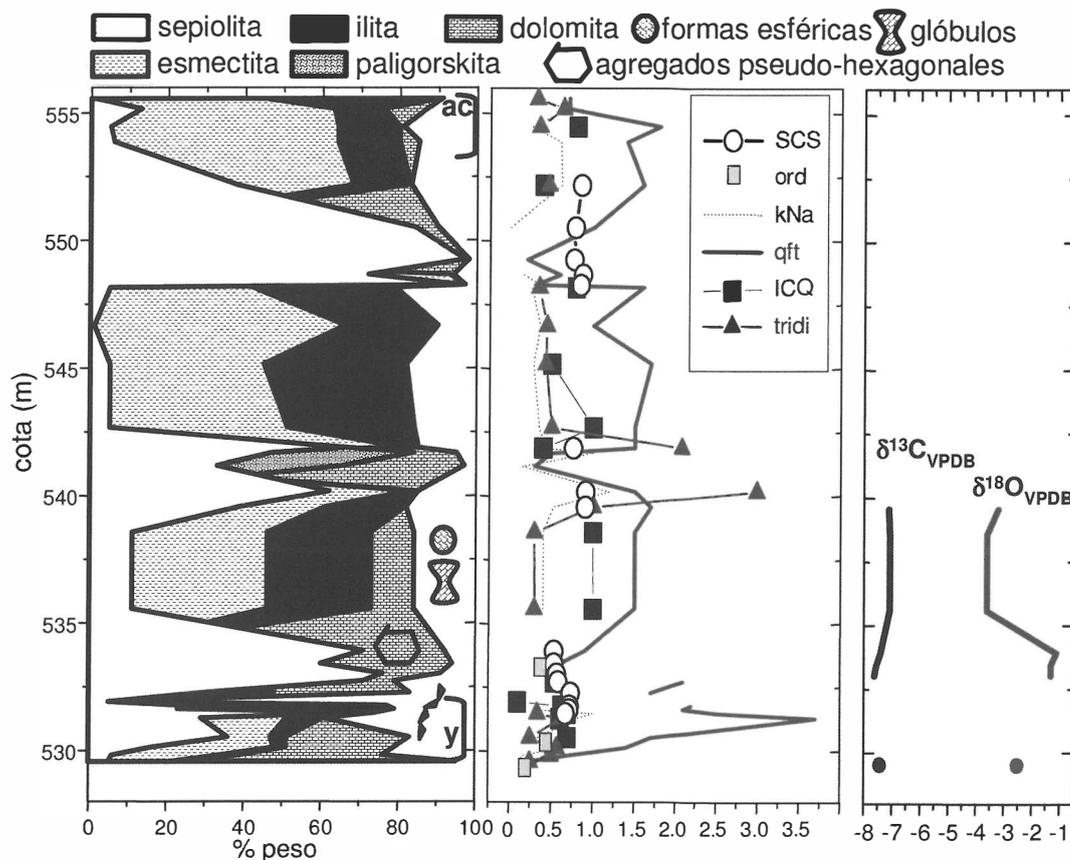


Figura 1: Mineralogía e índices mineralógicos de los materiales. Análisis de isótopos estables de la dolomita. SCS: anchura a mitad de altura ($\Delta^{\circ}2\theta$) en el pico a 12.2 Å de la sepiolita); ord: índice de orden de la dolomita ($I_d(015)/I_d(110)$); kNa: relación de albita/microclina; qft: suma del porcentaje de cuarzo y feldspatos (I_{10}); ICQ: índice de cristalinidad del cuarzo (I_{10}); tridi: relación de intensidades de los picos 1.53/1.50 Å; ac: analcima, y: yeso.

lacustre que aparecen en el subsuelo de la zona del aeropuerto de Barajas (Madrid), donde alcanzan espesores de 25 - 30 m. Las mayores concentraciones de sepiolita, con valores medios del 60 - 80 %, coinciden con niveles blanquecinos o rosáceos, margosos, de 1-3 m de potencia, donde suele ir acompañada de la dolomita. A escala decimétrica, se reconocen a muro y techo, o intercalados

con los niveles de sepiolita, secuencias de lutitas, lutitas margosas y dolocretas con yeso. La evolución mineralógica de estas secuencias pone de manifiesto que el aumento en el contenido en sepiolita va acompañado de una disminución progresiva de ilita, esmectita (di y trioctaédrica) y de dolomita. En la Figura 1 se muestran distintas características estudiadas en una secuencia tipo.

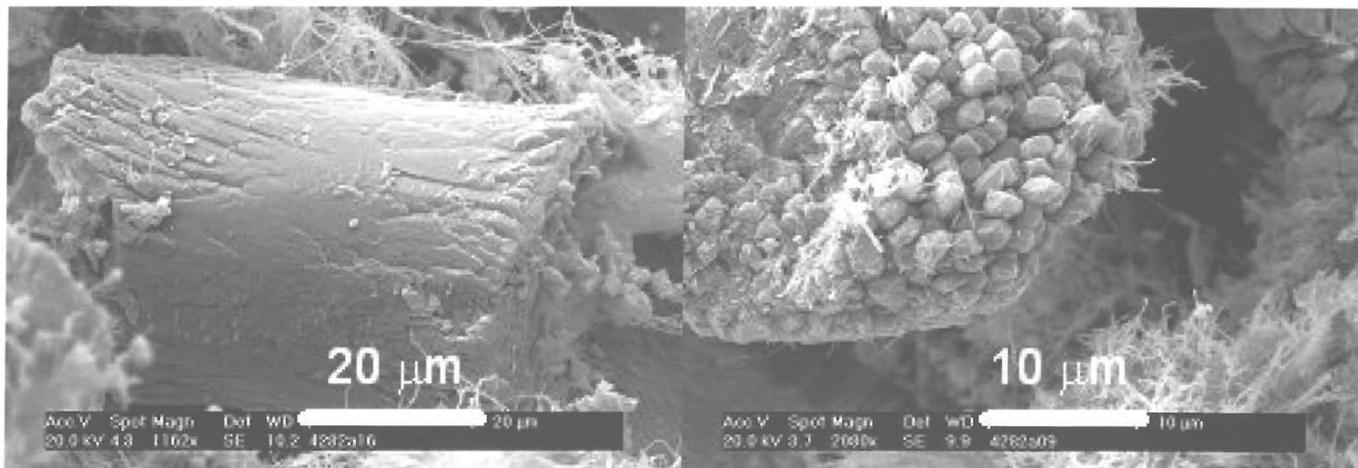


Foto 1: agregados policristalinos, globulares de dolomita, cota 532.

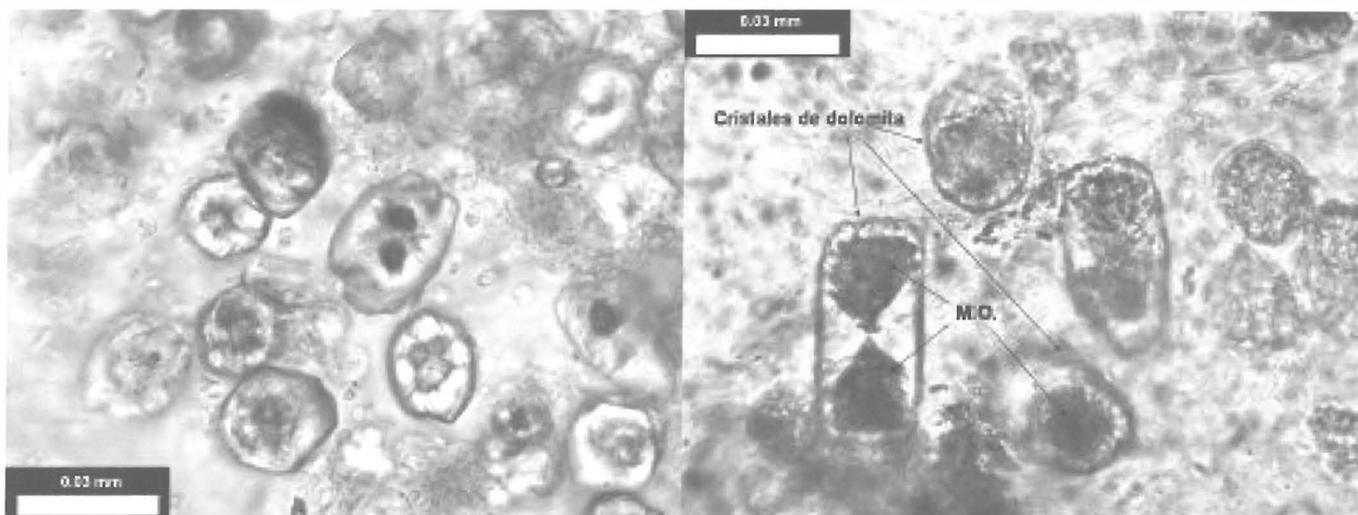


Foto 2: agregados globulares de dolomita, cota 535

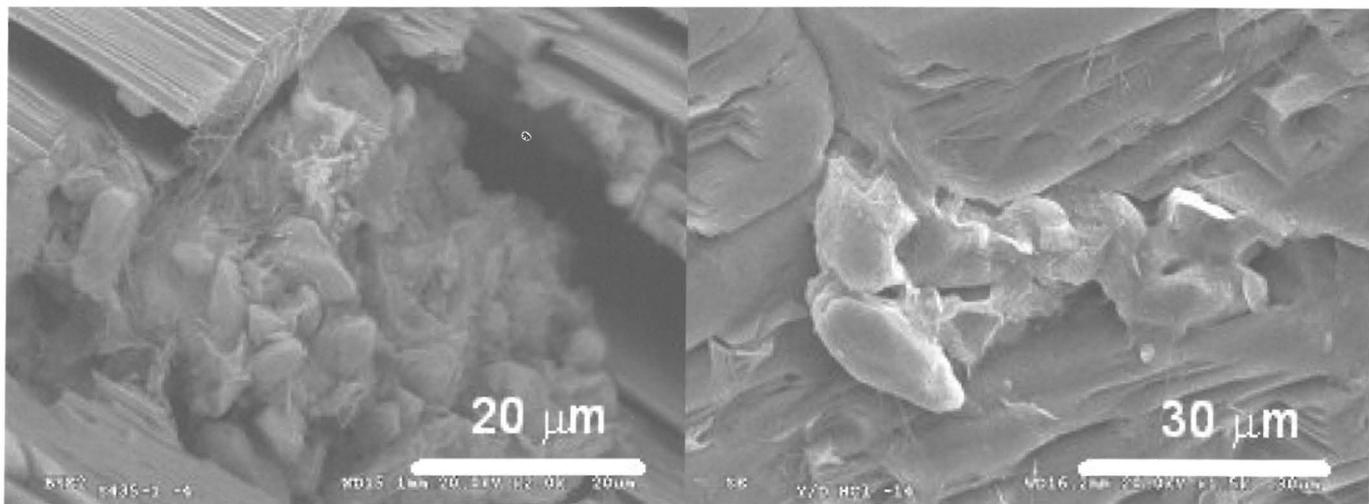


Foto 3: cristales sumicrométricos de dolomita en dolocreta con yeso. Fibras sepiolíticas en la interfase o intercaladas con yeso, cota 530

Las muestras se han estudiado mediante difracción de Rayos-X (DRX) en polvo (muestra total) y agregado orientado (fracción $< 2\mu$), microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (MEB). Además, se han determinado las desviaciones isotópicas $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ y $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ en la dolomita, con objeto de evaluarlas como trazadores de las condiciones ambientales en su formación. Finalmente, se ha determinado la composición de elementos mayores y elementos traza en algunas de las muestras de sepiolita.

La formación de sepiolita, afecta a la totalidad de las muestras estudiadas en mayor o menor proporción, lo que implica pensar en un proceso común, actuando sobre diversos materiales, que en ocasiones es capaz de formar niveles de potencia métrica y virtualmente monominerales. La dolomita tiene una función importante en la formación de la sepiolita. Aparece en las distintas litofacies con morfologías globulares muy similares en tamaño y forma a las encontradas por Van Lith et al, 2003. Estos autores, demuestran la intervención de bacterias sulfatorreductoras en la formación de dolomita, en lagunas costeras hipersalinas y en condiciones anóxicas. La reducción de los sulfatos impide la inhibición que este anión produce sobre la nucleación de la dolomita. Por otro lado, la adsorción de calcio y magnesio sobre compuestos orgánicos extracelulares o sobre la propia biomasa bacteriana cataliza la formación de dolomita, cuya composición se hace estequiométrica a partir de los 20 cm. de profundidad en los sedimentos de estas lagunas. Los agregados de dolomita en las secuencias de Barajas tienen un tamaño muy uniforme que oscila entre 20-50 μm de diámetro, son policristalinos y muestran numerosas imperfecciones durante su crecimiento (Foto 1). Con grandes aumentos en microscopio óptico, se pueden observar núcleos oscuros, aparentemente huecos, que consideramos se trata de restos de materia orgánica (Foto 2). En las dolocretas, a muro de la secuencia, aparecen filamentos milimétricos (de composición sepiolítica) cementados por granos de dolomita, y dentro del yeso sacaroideo, en contacto con la dolomita, se observan haces de filamentos asociados a granos aislados de dolomita (Foto 3).

La composición isotópica de la dolomita refleja un importante empobrecimiento en ^{13}C ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} < -7$), también de acuerdo con los datos obtenidos «in situ» por Van Lith et al., 2003. Esto, al menos indica la contribución, en mayor o menor medida, de carbono de origen orgánico. Además, los valores negativos de $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ implican condicio-

nes de evaporación moderadas y son similares a los encontrados por García del Cura et al., 2001, en sedimentos pliocenos con dolomita de pequeño tamaño ($< 2\mu\text{m}$), también ligados a la hipótesis de actividad bacteriana.

La presencia de fibras aisladas de sepiolita, que aparecen tapizando la superficie de cristales de yeso constituye una novedad, además de confirmar la presencia de sulfatos en el episodio lacustre. La formación de sepiolita por tanto, también puede estar asociada a la presencia de biomasa, o a las propias bacterias, si en presencia de sílice disuelta pueden actuar como soportes de su nucleación. La importante concentración de F en la sepiolita, así como la de otros elementos traza ligados a la actividad redox como V, Cr y U hace que no se pueda descartar la importancia de los cambios en las condiciones de óxido-reducción ligados a episodios de desecación.

REFERENCIAS

- Arakel, A.V. (1986). *Paleogeography Paleoclimatology Paleocology*. 54. 283-303.
- Calvo J.P., Alonso, A., García del Cura, M.A. (1986). *Geogaceta*, 1, 25-28
- Darragi, F. and Tardy, Y. (1987). *Chemical Geol.* 63, 59-72
- Galán, E. y Carretero, I. (1999). *Clays and Clay Minerals*. Vol. 47, No. 4, 399-409.
- García del Cura, M.A., Calvo, J.P., Ordóñez, S., Jones, B.F., y Cañaveras, J.C. (2001). *Sedimentology*. 48, 897-915
- Gehring, A.U, Fry, I.V., Luster, J. and Sposito, G. (1994). *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 58, 3345-3351.
- Hay, R.L., Guldman, S.G., Matthews, J.C., Lander, R.H., Duffin, M.E. and Kyser, T.K. (1991). *Clays and Clay Minerals* 39, 84-96.
- Khoury, H.H., Eberl, D.D., and Jones, B.F. (1982). *Clays and Clay Minerals* 30. 327-36.
- Leguey, S., Pozo, M. y Medina, J.A. (1985). *Minr. Petrogr. Acta* 29-A, 287-301.
- Millot, G. (1964). *Geologie des argiles*. Masson, Paris, 499 pp.
- Land, L.S. (1998). *Aquatic Geochemistry*, 4, 361-368
- Singer, A. y Galán, E. (Editors) (1984). *Palygorskite - Sepiolite: Occurrences, Genesis and Uses: Developments in Sedimentology*, v. 37, Elsevier, New York, NY, 352 p.
- Torres-Ruiz, J., López-Galindo, A., González López, J.M., y Delgado, A. (1994). *Chemical Geology*, 112, 221-245
- Van Lith, Y., Warthmann, R., Vasconcelos, C. y McKenzie, J.A. (2003). *Geobiology*, 1, 71-79