

# Aplicación del XRF Core-scanner a la Identificación de Procesos Sedimentarios y Diagenéticos en Sedimentos con Metano del Golfo de Cádiz

/ M. PILAR MATA (1,\*), DAVID CASAS (1), NIEVES LÓPEZ-GONZÁLEZ (2), LUIS SOMOZA (1)

(1) Instituto Geológico y Minero de España. C/ La Calera, 1, Tres Cantos. 28760, Madrid (España)

(2) Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Málaga, Puerto Pesquero s/n, Fuengirola. 29640, Málaga (España)

## INTRODUCCIÓN.

Las técnicas tradicionales para el estudio de la composición química de sondeos son, entre otras, la fluorescencia de RX, la absorción atómica (AAS) y la espectrometría (ICP) sobre muestras de sedimento discretas. El desarrollo de técnicas de análisis químico no destructivo aplicadas en continuo, como el escáner de FRX (XRF core-scanning) que analiza secciones húmedas en sondeos con una resolución milimétrica, han supuesto un gran avance en el estudio de sedimentos y rocas. El XRF core-scanner puede detectar la mayoría de los elementos químicos desde el Al al U, en orden de ppm en función de las condiciones de adquisición.

La mayoría de los estudios realizados hasta el momento mediante la aplicación de técnicas XRF en continuo en sedimentos marinos o continentales, tienen como objetivo efectuar reconstrucciones paleoceanográficas, paleoclimáticas, o estudios de contaminación (Röhl y Abrams, 2000; Jansen et al., 1998). Sin embargo, la aplicación de esta técnica para la discriminación de procesos sedimentarios o diagenéticos es mucho más escasa.

En este trabajo se han analizado por XRF en continuo (XRF core-scanning) tres testigos de sedimento obtenidos en volcanes de fango del talud continental del Golfo de Cádiz, con el objetivo de definir las características químicas de los sedimentos autóctonos y alóctonos, así como buscar indicadores químicos que permitan identificar y discriminar diferentes procesos sedimentarios, o procesos diagenéticos relacionados con la presencia de gas metano en este tipo de ambientes.

Los volcanes de fango submarinos, son ambientes deposicionales caracterizados por la intercalación de procesos asociados a la actividad del volcán (extrusión de flujos) con procesos marinos (sedimentación hemipelágica, flujos gravitatorios, etc.). Uno de los depósitos sedimentarios más relacionados con los procesos de extrusión de los volcanes de fango es la brecha fangosa (mud breccia). Estos depósitos se caracterizan por ser sedimentos matriz-soportados de grano fino con clastos heterométricos y subangulosos de diferente procedencia y composición. Aunque la brecha fangosa suele ser rica en filosilicatos de composición variada y pobre en carbonatos (Martín Puertas et al., 2007), su composición depende de la naturaleza de las unidades infrayacentes atravesadas por los flujos fangosos ascendentes (asociados a la actividad del volcán) y que son incorporadas al depósito final en forma de clastos.

Estos ambientes pueden estar afectados por procesos de inestabilidad sedimentaria que tienen la capacidad de retrabajar indistintamente los sedimentos alóctonos (mud breccia, flujos fangosos) y los autóctonos (hemipelágicos) depositados previamente, generando nuevos depósitos con características sedimentarias (fábrica, estructura interna, composición, etc.) mixtas y, por tanto, difíciles de caracterizar.

## METODOLOGÍA.

Los testigos de gravedad analizados en este trabajo (Tabla 1) proceden del talud continental inferior del margen atlántico marroquí y fueron tomados durante la campaña MVSEIS08 a bordo del BIO Hespérides, en mayo del 2008.

	COORDENADAS	L	P
TG-7	35° 22,20' N 7° 23,16' W	209	1186
TG-8	35° 22,96' N 7° 30,79' W	93	1440
TG-10	35° 2,88' N 7° 36,06' W	100	1359

Tabla 1. Sondeos analizados. Coordenadas; L (longitud en centímetros) y P (profundidad en metros).

Las medidas sobre superficies homogéneas y lisas de sondeos abiertos, se han realizado en el Avaatech XRF core-scanner del laboratorio de Geociencias Marinas de la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona. Los elementos y condiciones son: 1 cm de resolución a 10 kV (Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe) y 30 kV (Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Mo, Pb). Para comparar los resultados de la XRF se han analizado un número representativo de muestras por ICP-MS en los laboratorios ACME (Canadá). Los sondeos se han fotografiado con una cámara fotográfica de alta resolución y se han obtenido los parámetros de color RGB.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Aunque las unidades presentes en los tres sondeos analizados son diferentes, todos fueron tomados en volcanes de fango. Así, TG-7 está constituido por arenas foraminíferas de color marrón, fangos limosos amarillentos y fangos masivos marrón oliva con motas de materia orgánica en la base; TG-8 está constituido, esencialmente, por brecha fangosa con cantos angulosos y fangos limosos con foraminíferos a techo (Fig. 1) y TG-10 está formado por un fango limoso-arenoso gris oscuro con clastos lutíticos y en el que se detectó un fuerte olor a SH<sub>2</sub>.

palabras clave: XRF, brecha fangosa, Golfo de Cádiz

key words: XRF, mud breccia, Gulf of Cádiz

De los diferentes perfiles obtenidos para los elementos detallados en la metodología, el Ca, Si, K y S, junto con las relaciones Fe/Ti y Fe/Mn, han demostrado ser los más útiles en estos sedimentos para interpretar las posibles variaciones químicas existentes e interpretarlas en función de su origen o de los procesos sedimentarios y/o diagenéticos.

En el caso de la brecha fangosa, y aunque está formada por clastos y matriz de diferente procedencia, los perfiles obtenidos muestran una composición química constante y una baja variabilidad. Como se observa en la figura 1, la brecha fangosa se caracteriza por bajos contenidos en Ca, y altos contenidos en Si y los elementos ligados a ellos en la fase silicatada como el Ni, Cu, K, Ti, Cr, Zn, Zr y Rb, que muestran perfiles similares al representado en la figura 1 para el Si y el K. Para los sondeos estudiados, los contenidos en Ca de la brecha fangosa son bajos, excepto en algunos casos donde se han observado picos de Ca en el interior de la brecha y que corresponderían a los clastos propios de este tipo de depósitos.

En los sondeos de volcanes de fango donde la brecha fangosa es clara (TG-8 y TG-10) se observa un progresivo enriquecimiento en Ca, así como variaciones o enriquecimientos en el contenido en Fe, expresado como la relación Fe/Ti y Fe/Mn a techo del sondeo. Este aumento de Fe no se corresponde con la presencia de pirita ya que coincide con un descenso del contenido en S, por lo que se podría interpretar como una oxidación de los sulfuros presentes en los niveles superiores (Fig. 1).

En el resto de las unidades presentes en estos tres sondeos se observan claras variaciones en los contenidos y tendencias de Ca, S, Si, y en relaciones como el Fe/Ti y Fe/Mn. Así, hay unidades intercaladas en los sondeos TG-7 y TG-10, donde se pueden observar un brusco aumento en el contenido en Ca y un ligero descenso en los elementos agrupados con el Si, que podría interpretarse como un cambio abrupto en el medio de depósito y/o mezcla de sedimentos alóctonos pobres en Ca, con otro tipo de sedimentos autóctonos ricos en Ca, como los hemipelágicos, posiblemente debido a

procesos de inestabilidad sedimentaria. Del mismo modo, los perfiles de XRF, permiten observar aumentos o descensos progresivos en el Ca o en el Si que se podrían corresponder a cambios progresivos en las condiciones de sedimentación características de ambientes marinos profundos.

La alta resolución de los análisis del XRF core-scanner, permite detectar cambios composicionales que no se detectan con el estudio sedimentológico de rutina. En el caso de ambientes ricos en metano, estos están ligados a la mezcla de sedimentos y a procesos diagenéticos.

#### AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto EUROCORE-EUROMARGINS 01-LEC-EMA06F/Moundforce ESF- CYCIT REN2002-11668-E/MAR, proyecto de excelencia RNM-3581 "CADHYS" y grupo RNM-328 de la Junta de Andalucía. Se agradece al equipo de la campaña MVSEIS08 y a J. Frigola, del laboratorio de Geociencias Marines, Depto Estratigrafía, Paleontología i Geociencias Marines, de la Fac. de Geología de la Universidad de Barcelona, por la ayuda prestada en estos análisis.

#### REFERENCIAS.

- Jansen, J.H.F., Van der Gaast, S.J., Koster, B., Vaars, A.J., (1998): CORTEX, a shipboard XRF scanner for element analyses in split sediment cores. *Quaternary Research*, **151**, 143-153.
- Martin-Puertas, C., Mata, M.P., Fernández Puga, M.C., Díaz Del Río, V., Vázquez, J.T., Somoza, L., (2007): A comparative mineralogical study of gas related sediments of the Gulf of Cádiz. *Geomarine Letters*, **27**, 223-235.
- Röhl, U. & Abrams, L.J. (2000): High-resolution, downhole and non-destructive core measurements from Sites 999 and 1001 in the Caribbean Sea: applications to the Late Paleocene Thermal Maximum. *Proc. ODP, Sci. Res.* **165**, 191-203.

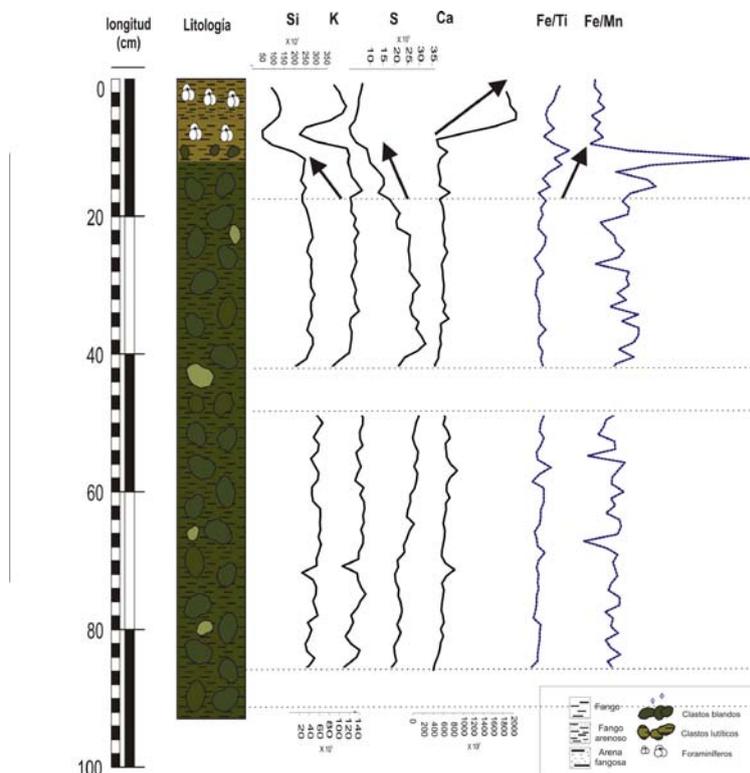


fig 1. Representación del testigo de gravedad TG-8, correspondiente a un volcán de fango, junto con los perfiles en cps ( $\times 10^3$ ) de Si, K, S y Ca y las relaciones de Fe/Ti y Fe/Mn.