

# Caracterización de la Materia Carbonosa Grafitizada de las Pizarras Silúricas de San Ciprián- Hermisende (Zamora)

/ELENA CRESPO-FEO (1,\*), MAGDALENA RODAS GONZALEZ (2), ALFREDO ARCHE (3), JOSE F. BARRENECHEA (2), HIDEKI WADA (4), JAVIER LUQUE (2)

(1) Museo Nacional de Ciencias Naturales - CSIC. C/ José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid (España)

(2) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad C.C. Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. 28040 Madrid (España)

(3) Instituto de Geología Económica, CSIC-UCM. Facultad C.C. Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. 28040 Madrid (España)

(4) Department of Biology and Geosciences, Shizuoka University, 836 Oya, Suruga-Ku, 422-8529 Shizuoka (Japón)

## INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo se ha centrado en la caracterización de la materia orgánica grafitizada de las pizarras grafitosas del Silúrico medio del área de San Ciprián-Hermisende (Zamora), situados en el límite entre la Zona de Galicia-Trás-Os-Montes y la Zona Centroibérica. El objetivo principal es comparar los resultados obtenidos con las características de la materia carbonosa grafitizada descritas por Barrenechea et al. (1992) en materiales equivalentes litológicamente, ubicados en el Dominio del Olo de Sapo de la Zona Centroibérica septentrional (Serracín-El Muyo, Segovia). A través de este estudio es posible establecer los criterios paleogeográficos y paleoceanográficos que condicionan la acumulación y preservación de la materia orgánica en estos materiales.

## MATERIALES DE ESTUDIO.

### Sedimentos Silúricos.

Los afloramientos estudiados se localizan en la zona NW de Zamora y presentan gran interés por su mineralogía, sedimentología y fauna de graptolitos. Son unos materiales poco conocidos, siendo la única referencia moderna de los afloramientos de San Ciprián-Hermisende la hoja 1:50:000 HERMISENDE (1981) del IGME. Se ha levantado una columna estratigráfica detallada de los sedimentos del Silúrico medio (Sheinwoodiense, aprox. 425 Ma), que contienen niveles muy ricos en materia orgánica y un horizonte con abundantes graptolitos. Se sitúa por encima de otro nivel de pizarras ampelíticas con faunas del Silúrico inferior (Telychiense, aprox. 430 Ma). Estructuralmente, estos materiales se localizan en el extremo NW de la Zona

Centro-Ibérica. Los sedimentos dominantes son lutitas grises oscuras, con laminación milimétrica, sin bioturbación, y niveles métricos intercalados de lutitas arenosas con ripples de corriente centimétricos, gradación positiva en alternancias centimétricas con lutitas negras con laminación paralela centimétrica. También se han localizado dos niveles muy ricos en materia orgánica (tramos 6 y 12 de la columna en la Figura 1), con concentraciones carbonosas que se presentan como nódulos de tamaño reducido (pocos centímetros), y abundantes graptolitos en el nivel inferior. Contienen numerosos horizontes con cristales euhedrales de pirita.

Las pizarras están constituidas por illita, clorita, cuarzo y feldespato, con cristales euhedrales de pirita como accesorio en numerosas muestras. Los datos de cristalinidad de la illita se sitúan entre 0,31 y 0,23  $^{\circ}\Delta 2\theta$ , indicando unas condiciones de metamorfismo próximas al límite entre bajo y muy bajo grado para estos materiales.

### Mineralogía de la Materia Carbonosa Grafitizada.

Las características mineralógicas de las muestras estudiadas se determinaron mediante difracción de rayos X (DRX), espectroscopia Raman, análisis térmico diferencial y termogravimétrico (ATD-TG) y análisis de isótopos estables de carbono.

Los parámetros de cristalinidad de la materia grafitizada, calculados mediante DRX, se muestran en la Tabla 1. Los valores indican un bajo grado de ordenamiento cristalino exceptuando la muestra HER-10.

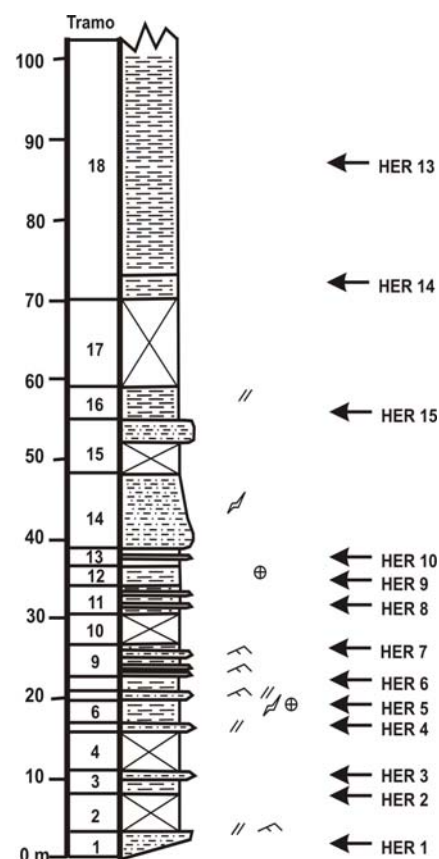


fig 1. Columna estratigráfica en los materiales de edad Silúrico medio de San Ciprián. Las flechas indican la situación de las muestras.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis preliminares mediante espectroscopia Raman son compatibles con los datos obtenidos mediante DRX, aunque son algo más heterogéneos a escala de grano, como ocurre con frecuencia en rocas de bajo grado metamórfico (Kribek et al., 2008).

Las temperaturas de combustión calculadas a partir de los análisis ATD-TG se sitúan entre 547 y 596  $^{\circ}\text{C}$ ,

Parámetros	Muestras			
	HER-5	HER-6	HER-7	HER-10
$d_{002}$ (Å)	3.361	3.364	3.358	3.367
c	6.722	6.728	6.716	6.734
$FWHM_{002}$	0.445	0.400	0.444	0.545
$I_{002}/I_{004}$	22	-	25	21
Lc	229	253	232	184
GD	53	56	54	45

**Tabla 1.** Parámetros de cristalinidad del grafito obtenidos mediante DRX en las muestras estudiadas.  $FWHM_{002}$ : Anchura a media altura del pico (002);  $I_{002}/I_{004}$ : Relación de intensidades de los picos (002) y (004); Lc: Tamaño de cristalito a lo largo del eje c (Wada et al., 1994); GD: Grado de grafitización.

variando el porcentaje en carbono entre 65 y 96%.

Los resultados a partir del análisis de isótopos estables de carbono muestran valores  $\delta^{13}C$  entre  $-25.45$  y  $-28.32\%$ , correspondientes a C de origen orgánico.

#### DISCUSIÓN.

Todas las características descritas indican un ambiente de sedimentación marino sin corrientes importantes, por debajo del nivel del oleaje ordinario, disaeróbico a anaeróbico, y con aporte continuo de materia orgánica por decantación, situado probablemente en una plataforma marina extensa. La formación de los dos niveles más ricos en C orgánico puede deberse a dos episodios de afloramientos de aguas profundas cargadas en nutrientes ("upwelling"), o bien a dos breves periodos de gran disminución en el aporte detrítico fino ("concentration"). En este estadio de la investigación no es posible discriminar entre ambas hipótesis.

Los niveles con ripples de corriente unidireccionales y gradación positiva se

pueden interpretar como episodios de tempestitas distales, lo que situaría la paleobatimetría de estos niveles entre los 80 y los 120 m de profundidad.

La caracterización estructural de la materia carbonosa grafitizada indica una baja cristalinidad, coherente con las condiciones de metamorfismo de bajo grado deducidas a partir de los datos de la cristalinidad de la illita. Además, los valores de  $\delta^{13}C$  son típicos de C de origen orgánico. Las variaciones de cristalinidad de la materia carbonosa grafitizada observadas en algunas muestras son similares a las descritas por Barrenechea et al. (1992) y Luque et al. (1993) para las pizarras grafitosas de El Muyo. Estas diferencias en el grado de orden cristalino pueden explicarse por la variedad de factores que afectan al ordenamiento de las láminas de carbono en este rango de condiciones de presión y temperatura (Kribek et al., 2008).

En la actualidad se está desarrollando un estudio detallado de la fauna de graptolitos para correlacionar este horizonte con el localizado en El Muyo (Barrenechea et al., 1992). Los estudios

preliminares sugieren la existencia de dos niveles ricos en materia orgánica grafitizada en las pizarras silúricas de la Zona Centroibérica. El afloramiento de San Ciprián correspondería al más reciente (Sheinwoodiense), mientras que el de El Muyo representa el nivel más antiguo (Telychiense).

La hipótesis de la generación de los niveles ricos en C orgánico debido a los fenómenos de transgresión y mezcla de aguas en extensas plataformas continentales (Barrenechea et al., 1992), sería adecuada para los materiales estudiados. Diferencias destacables entre ambas zonas serían: 1) en la zona de San Ciprián-Hermisende la tasa de sedimentación fue mayor que en El Muyo, y 2) la exposición a periodos de oleaje extremo fue también mucho mayor.

#### REFERENCIAS.

- Barrenechea, J.F., Rodas, M., Arche, A. (1992): *Relation between graphitization of organic matter and clay mineralogy, Silurian black shales in Central Spain. Mineral. Mag.*, **56**, 477-485.
- Kribek, B., Sykorova, I., Machovic, V., Laufec, F. (2008): *Graphitization of organic matter and fluid-deposited graphite in Palaeoproterozoic (Birimian) black shales of the Kaya-Goren greenstone belt (Burkina Faso, West Africa) J. Metamorphic Geol.*, **26**, 937-958.
- Luque, F.J., Barrenechea, J.F., Rodas, M. (1993): *Graphite geothermometry in low and high temperature regimes: two case studies. Geol. Mag.*, **130**, 501-511.
- Wada, H., Tomita, T., Matsuura, K., Iuchi, K., Ito, M., Morikiyo, T. (1994): *Graphitization of carbonaceous matter during metamorphism with references to carbonate and pelitic rocks of contact and regional metamorphisms, Japan. Contrib. Mineral. Petrol.*, **118**, 217-228.