

Caracterización sedimentológica de un *debris flow* reciente en el margen continental del Ebro

V. Willmott¹, M. Canals¹, G. Lastras¹ y D. Casas²

¹ Departamento de Estratigrafía, Paleontología y Geociencias Marinas. Universidad de Barcelona. Campus de Pedralbes. Barcelona 08071. miquel@natura.geo.ub.es.

² Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona. CSIC. Passeig Joan de Borbó s/n. Barcelona 08039.

ABSTRACT

Results from sedimentological and mass-physical properties analysis of seven piston cores recovered on the youngest major landslide in the Ebro continental slope and base-of-slope, Northwestern Mediterranean Sea, are presented. Particular attention is paid to the variability of diagnostic parameters through the slide deposit. The data set allows determining the signature of pre-, syn- and post-slide sediments.

Key words: submarine debris flow, Ebro margin, sedimentological parameters, mass-physical parameters

INTRODUCCIÓN

Durante la campaña BIG'95, a bordo del BIO Hespérides, se localizó un deslizamiento submarino de grandes dimensiones (más de 2.000 km² de superficie) en el margen continental profundo del Ebro, más allá de las Islas Columbretes (Canals *et al.*, 1995). Al deslizamiento se le dio el nombre de la campaña, BIG'95. La cartografía batimétrica de multihaz permitió identificar una cicatriz principal y otras secundarias, mientras que perfiles sísmicos de muy alta resolución, obtenidos con una sonda paramétrica TOPAS, mostraron una unidad superficial con facies transparentes correspondiente al depósito resultante del deslizamiento, con un espesor de hasta 35 m. La posición estratigráfica de dicha unidad transparente apuntaba a una edad muy reciente del evento. Por otra parte, la geometría y las características superficiales de la cicatriz y del depósito de deslizamiento llevaron a atribuirlo a un *debris flow*. En 1997, durante la campaña CALMAR'97 (Canals *et al.*, 1997), a bordo del B.O. L'Atalante, se obtuvieron los testigos de sedimento que han proporcionado los resultados presentados en esta contribución (Fig. 1 y Tabla 1). El objetivo buscado era la caracterización de los materiales pre-, sin- y post-deslizamiento, así como la obtención de muestras que permitiesen la datación precisa del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización de los depósitos del deslizamiento se ha efectuado a partir del análisis de siete testigos de pistón, analizados a bordo con el *core logger* de Geotek, con el que se obtuvieron datos sobre las propiedades físicas del sedimento, como la velocidad de las ondas P, densidad por atenuación de rayos gamma y susceptibilidad

magnética. Ya posteriormente, los testigos fueron abiertos, descritos, fotografiados y muestreados para el análisis de (i) granulometría mediante tubo de sedimentación para la fracción 50-2000 µm y Sedigraph 5100 para la fracción <50 µm, y de (ii) contenido en carbonato. Por último, se han realizado análisis palinológicos y dataciones por el método del ¹⁴C AMS en muestras seleccionadas, con el fin de delimitar la edad del evento BIG-95.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los sedimentos

Los testigos están dominados por los tamaños limo y arcilla. El tramo superior de todos los testigos, con potencias entre 30 y 150 cm, está formado en su mayor parte por un sedimento homogéneo, predominantemente arcilloso, con abundantes foraminíferos y, ocasionalmente, laminación paralela poco marcada. Por debajo de este tramo, en los testigos CLKS-01, CLKS-04, CLKS-05, CLKS-06 y CLKS-07 (Tablas 1 y 2), hay un tramo intermedio de potencia variable que, en algunos casos, alcanza la base del testigo, con laminación convolucionada, plegada, inclinada y/o fracturada, y una proporción más elevada de arena, a menudo formando niveles granoderecientes. En el techo de este tramo es común la presencia de bioturbación. Finalmente, y sólo en los testigos CLKS-01, CLKS-04 y CLKS-03, hace su aparición un tramo inferior con sedimentos predominantemente arcillo-limosos, niveles centimétricos de arena y una laminación paralela marcada. Por sus características, estos tramos han sido atribuidos a depósitos de pre-deslizamiento (tramo inferior), deslizamiento *sensu stricto* (tramo intermedio) y post-deslizamiento (tramo superior).

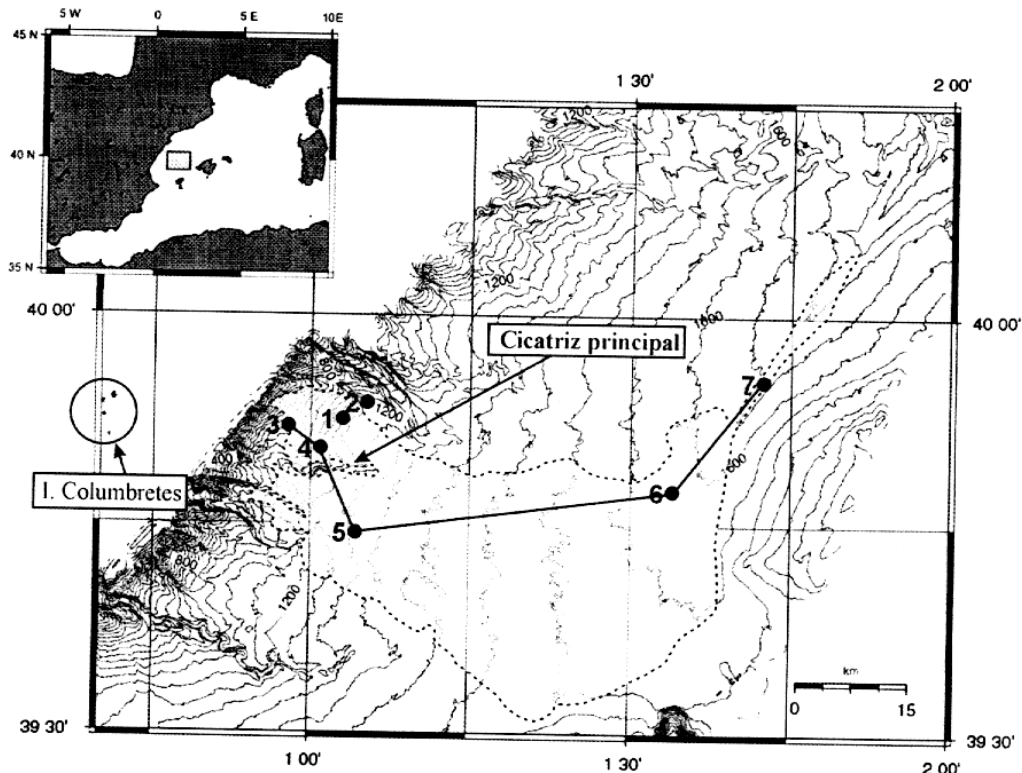


FIGURA 1: Localización geográfica del área de estudio. En gris, la superficie afectada por el deslizamiento, y situación de los testigos CLKs recogidos durante la campaña CALMAR. La línea negra une los testigos que se han correlacionado en la figura 2.

Sedimentos de pre-deslizamiento

Son sedimentos esencialmente homogéneos, con una proporción de arenas baja (alrededor del 4%) y una proporción elevada de limos y arcillas (en torno al 47% en ambos casos). Los contenidos en agua son bajos (32%), al igual que la porosidad (Tabla 2). La preservación de la laminación horizontal en este tramo indica que no ha sido alterado por procesos post-deposicionales.

Sedimentos del deslizamiento

Los sedimentos del deslizamiento están marcados por una mayor proporción de arena (entre el 3 y el 33%), escaso contenido en agua (alrededor del 30%) y velocidades de propagación de las ondas P elevadas. La porosidad

presenta una disminución acusada en el techo del tramo, en paralelo con un aumento relativamente brusco de la densidad. La susceptibilidad magnética en este tramo es elevada y fundamentalmente uniforme, probablemente debido al efecto de desestructuración y mezcla del sedimento por el propio deslizamiento (Tabla 2 y Fig. 2). No obstante, se pueden apreciar picos localizados que corresponden a lentejones o pasadas de arenas, indicadoras de que la homogeneización del sedimento no ha sido absoluta, tal y como cabría esperar de un flujo plástico. En el tramo deslizado, las velocidades tienden a aumentar con la distancia a la cicatriz o área fuente. La susceptibilidad magnética, en cambio, presenta una tendencia inversa, disminuyendo en función de la distancia.

Testigo	Coordenadas		Localización	Prof. de agua (m)	Longitud testigo (cm)
	Latitud	Longitud			
CLKS-01	39.52.497 N	01.05.435 E	Zona proximal del deslizamiento	1230	458
CLKS-02	39.53.299 N	01.06.503 E	Flanco del channel levée	1194	840
CLKS-03	39.51.741 N	00.58.264 E	Talud arriba de la cicatriz principal	882	860
CLKS-04	39.50.277 N	01.01.861 E	Cicatriz principal	1227	720
CLKS-05	39.43.820 N	01.03.750 E	Cuerpo del deslizamiento en la base del talud	1308	590
CLKS-06	39.46.720 N	01.33.390 E	Parte central del deslizamiento	1579	561
CLKS-07	39.56.244 N	01.43.127 E	Zona mas distal del deslizamiento	1681	310

TABLA 1: Localización geográfica y fisiográfica de los testigos sedimentarios recogidos en la zona durante la campaña CALMAR.

Post-deslizamiento	% CaCO ₃	% Arena	% Limo	%Arcilla	% Agua	Densidad (g/cm ³)	Porosidad	Vp (m/s)	SM (SI)
CLKS-03	37.07	2.8	47.92	49.27	42.96	1.77	0.54	1770.03	12.21
CLKS-04	33.33	2.08	39.42	58.5	57	1.62	0.63	1664.65	5.08
CLKS-01	33.64	1.64	33.12	65.23	70.65	1.66	0.59	1611.83	13.33
∧CLKS-05	38.13	-	-	-	-	1.67	0.47	1810.65	17.44
CLKS-06	42.1	4.67	26	69.33	66.93	1.61	0.65	1729.92	7.13
CLKS-07	41.26	6.93	32.32	60.75	54.34	1.7	0.58	1741.31	6.06
Valor medio	37.59	3.62	35.76	60.62	58.38	1.67	0.57	1721.40	10.21
Deslizamiento	% CaCO ₃	% Arena	% Limo	%Arcilla	% Agua	Densidad (g/cm ³)	Porosidad	Vp (m/s)	SM (SI)
CLKS-04	33.55	3.14	43.44	53.42	36	1.85	0.5	1733.67	53.42
CLKS-01	32.37	7.06	46.16	46.77	36.84	2	0.4	1647.5	40.05
∧CLKS-05	37.48	-	-	-	-	2.01	0.38	1840.29	20.92
CLKS-06	32.69	33.35	38.21	28.44	25.2	2.01	0.41	1871.86	12.58
CLKS-07	36.115	12.06	46.28	41.66	28.41	1.96	0.44	1827.57	9.75
Valor medio	34.44	13.90	43.52	42.57	31.61	1.97	0.42	1784.18	27.34
Pre-deslizamiento	% CaCO ₃	% Arena	% Limo	%Arcilla	% Agua	Densidad (g/cm ³)	Porosidad	Vp (m/s)	SM (SI)
CLKS-03	36.4	5.04	48.68	46.26	31.9	1.91	0.46	1781.45	15.36
CLKS-04	33.51	3.76	43.99	52.24	36	1.88	0.48	1756.33	12.31
CLKS-01	33.17	5.47	49.43	45.09	31.02	2.16	0.32	1611.65	64.59
Valor medio	34.36	4.76	47.37	47.86	32.97	1.98	0.42	1716.48	30.75

TABLA 2: Valores medios de algunas variables texturales y composicionales de los tres tramos definidos en los testigos extraídos. El testigo CLKS-02 no aparece en la tabla debido a que todavía no se ha podido determinar si recoge o no el deslizamiento, por estar situado sobre un levee. ∇ El testigo CLKS-05 está actualmente en proceso de análisis. SM: Susceptividad magnética.

Sedimentos de post-deslizamiento

El tramo superior, que fosiliza el depósito de deslizamiento, se caracteriza por un alto contenido en agua (70-80%) que decae rápidamente hasta valores del orden del 35%, coincidiendo con la transición hacia los sedimentos deslizados. La porosidad es elevada, con valores máximos en los sedimentos más superficiales y una disminución paulatina en profundidad. La densidad es baja y tiende a aumentar con la profundidad. El tamaño de grano dominante es la arcilla. Estas características son propias de sedimentos hemipelágicos formados por decantación de partículas finas en la columna de agua, y marcan una disminución brusca del nivel energético de la sedimentación.

Marco geocronológico

La estrategia seguida con el fin de establecer la edad del evento BIG'95 ha sido la de datar los materiales de post-deslizamiento situados inmediatamente encima del tramo deslizado. Para ello, la especie de foraminífero inicialmente seleccionada fue *Globigerina bulloides*, pero dado que no se encontraba en cantidad suficiente para realizar las dataciones, se optó por utilizar *Globigerinoides ruber*, más frecuente en las muestras. Cabe señalar que los resultados de las dataciones con ambas especies pudieron calibrarse en una de las muestras, obteniéndose una diferencia de 480 años.

Los resultados obtenidos en los dos testigos que han proporcionado muestras datables son consistentes con una

edad de 10430±60 años en un caso, y de 10250±60 años en el otro. Estos datos corroboran, a la luz de los conocimientos actuales, que el deslizamiento BIG'95 es efectivamente el último gran evento de inestabilidad sedimentaria en el margen del Ebro.

Las dataciones han permitido, por otra parte, calcular las tasas de sedimentación correspondientes al tramo superior, que fosiliza el deslizamiento. Éstas varían entre 8,5 y 12,4 cm/ka en el testigo CLKS-01, procedente de una localidad probablemente sometida a la influencia de los flujos canalizados por un sistema de cañón-canal próximo, que alimenta un complejo de canal-*levee* de cuyo flanco meridional procede dicho testigo. Esta circunstancia indicaría, por otra parte, la existencia de actividad de transporte y de desbordamientos ocasionales en dicho sistema de cañón-canal durante el Holoceno. En cambio, en el testigo CLKS-06, alejado ya del talud continental y, por tanto, de la influencia directa de los sistemas de cañón-canal que lo atraviesan, la tasa de sedimentación es de sólo 2,9 cm/ka. Obviamente, esta circunstancia queda reflejada en el espesor del tramo superior, de post-deslizamiento, en ambos sectores (Fig. 2).

CONCLUSIONES

El análisis de los testigos de sedimento extraídos en el área ocupada por el deslizamiento BIG'95, de tipo *debris-flow*, ha permitido caracterizar tres tramos o unidades sedimentarias: de pre-deslizamiento, deslizamiento y

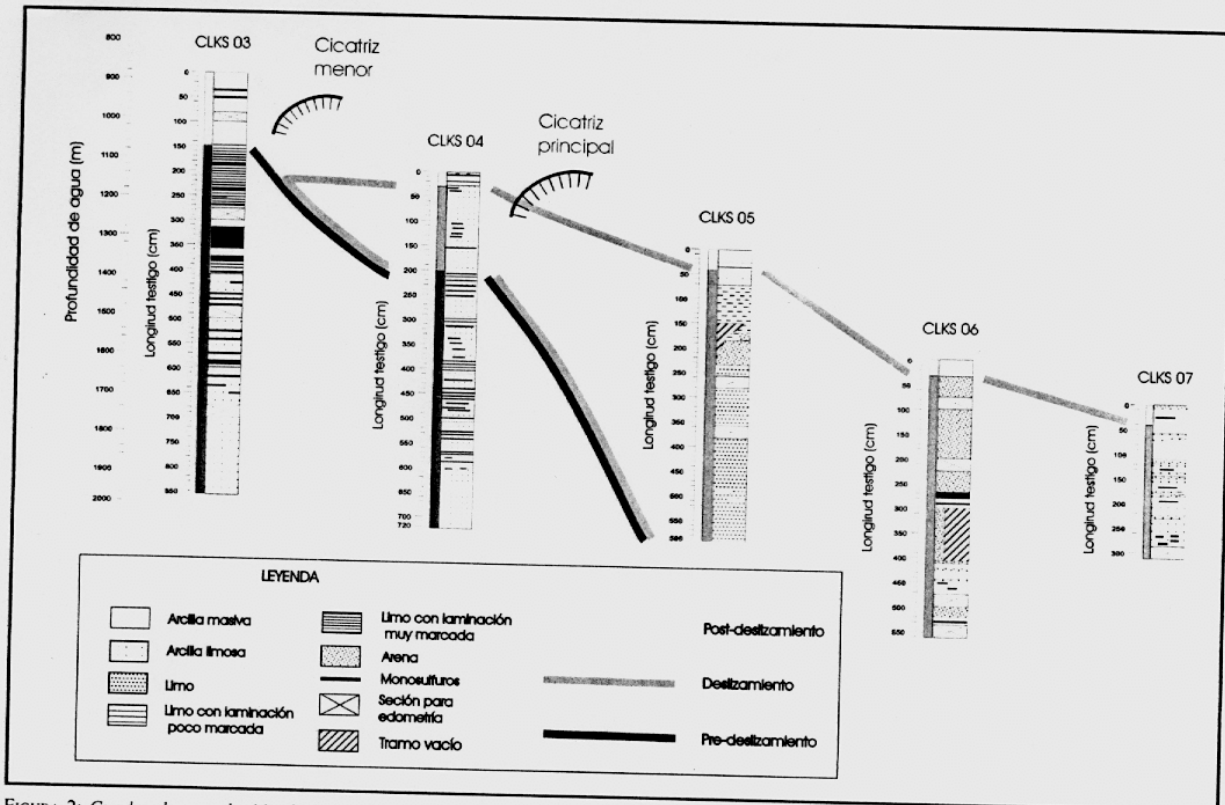


FIGURA 2: Cuadro de correlación de los testigos CLK 03, CLK 04, CLK 05, CLK 06 y CLK 07, que proporciona un corte longitudinal del deslizamiento submarino.

post-deslizamiento. Los resultados obtenidos muestran que como consecuencia del evento los sedimentos deslizados se han compactado, como indica la reducción de su porosidad y contenido de agua. También se ha podido establecer la evolución espacial de las propiedades del sedimento y de las tasas de sedimentación según un eje proximal-distal.

La identificación del deslizamiento BIG'95 en el margen del Ebro demuestra que dicho tipo de eventos no están limitados, en cuanto a su ocurrencia temporal, a los periodos de bajo nivel relativo del mar o de transición. Destaca, finalmente, la existencia en el Golfo de Valencia de un tipo de riesgo geológico insuficientemente conocido hasta la fecha.

AGRADECIMIENTOS

A Ana Moreno, por la preparación de las muestras para las dataciones. Esta contribución se realiza en el

marco de los proyectos GRANDES (MAR98-0347) y COSTA (EVK3-CT-1999-00006). El GRC Geociencias Marinas agradece la financiación recibida de la Generalitat de Catalunya.

REFERENCIAS

- Canals, M., Cacho, I., Vaquero, M., Suc, J.P., Subaylova, D., Aloisi, J.C., Jallet, L., Moreno, E., Kerbrat, R. y Floch, G. (1997): Coring of the BIG'95 slide Ebro Margin, NW Mediterranean Sea. En: *Informe de la campaña CALMAR*, GRC Geociencias Marines, Universitat de Barcelona, 54 p.
- Canals, M., Alonso, B., Baraza, J., Calafat, A.M., Cavaller, M., Ercilla, G., Estrada, F., Farrán, M., Masson, D.G., Millard, N., Prieto, M.J., Rodríguez, J.P. y Sorribas, J. (1995): *Informe de la campaña BIG'95*. GRC Geociencias Marines, Universitat de Barcelona, 94 p.