

Evidencias de gas en sedimentos del talud del Golfo de Cádiz

Evidences of gas in sediments of the Gulf of Cadiz slope

G. Ercilla y J. Baraza

C.S.I.C. - Instituto de Ciencias del Mar. Paseo Juan de Borbón, s/n, 08039, Barcelona

ABSTRACT

Gassy sediments and large, buried and actual seafloor pockmarks are identified on seismic records in the continental slope of the Gulf of Cadiz. The different acoustic responses produced by the gas in the sediment result from the local dynamic of the Mediterranean Undercurrent, which also controls the lithology of the slope sediments. The seafloor areas swept by this strong current are covered by coarse sediments with high porosity, which favours the escape of the gas, and then the development of pockmarks. Contrasting, the areas affected by weaker currents are covered by finer sediments of low porosity, and then the gas remains trapped into the sediment pores.

Key words: gas, pockmarks, Gulf of Cadiz, Mediterranean Undercurrent

Geogaceta, 20 (1) (1996), 180-182
 ISSN: 0213683X

Introducción

El presente estudio se basa en la interpretación de perfiles de sismica de reflexión monocanal de alta resolución (3,5 kHz, boomer Geopulse, cañones de aire) del talud continental superior del NE del Golfo de Cádiz (Fig. 1). El sector N del Golfo de Cádiz muestra una batimetría compleja, resultante del complicado encuadre geológico-tectónico motivado por la intersección de la falla Azores-Gibraltar y el límite S de las Béticas (Roberts, 1976). Asimismo, el Golfo de Cádiz es un área compleja desde el punto de vista oceanográfico, debido a que en él se produce el intercambio de aguas mediterráneas y atlánticas. En este sentido, el agua densa y salina mediterránea circula en dirección NW paralelamente al talud del Golfo de Cádiz como una corriente profunda, entre 200 y 1800 m de profundidad (Heezen y Johnson, 1969). Esta corriente profunda interactúa con el fondo marino, controlando la distribución de sedimentos y la sucesión de formas de fondo (Kenyon y Belderson, 1973; Nelson *et al.*, 1993).

Evidencias de gas en el talud del Golfo de Cádiz

La existencia de gas en los sedimentos del talud del Golfo de Cádiz se pone de manifiesto en los perfiles de sismica por la presencia de: a) apantallamiento acústico en los sedimentos cargados con

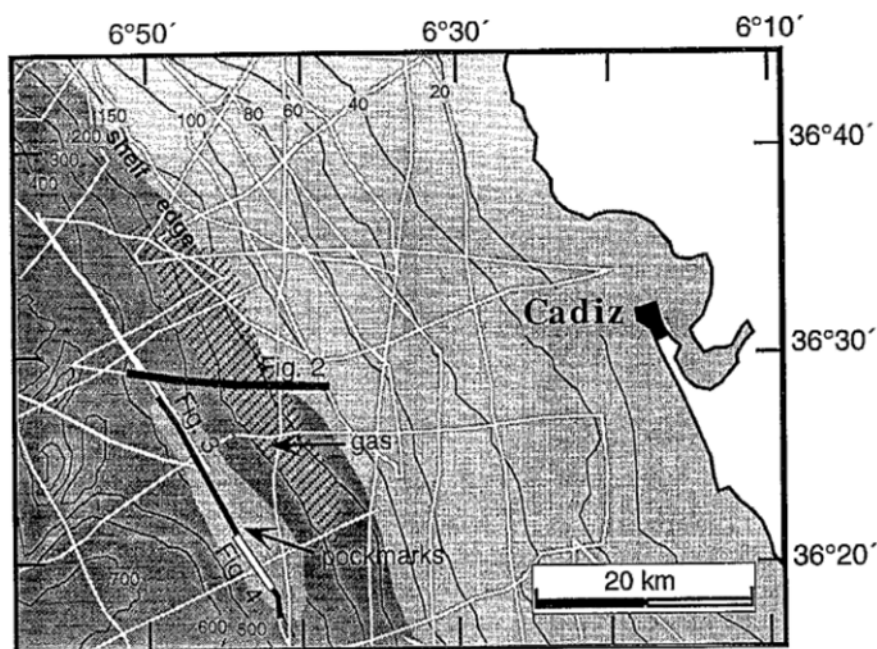


Fig. 1.- Mapa batimétrico y de líneas sísmicas estudiadas (en blanco), con indicación de las áreas de gas (sombreado) y de "pockmarks" (rayado). Se indican con líneas más gruesas los detalles de los perfiles mostrados en otras figuras.

Fig. 1.- Bathymetric map and studied seismic tracklines (white lines), with indications of gassy (shaded) and pockmark (stippled) areas. Bold lines indicate details of seismic profiles shown on other figures.

gas (Fig.2); b) morfologías en forma de cráter o «pockmarks» (Hovland y Judd, 1988), tanto actuales como fósiles, originadas por el escape de gas (Fig. 3); y c) anomalías acústicas en la columna de agua, indicativas del escape de gas (Fig. 4).

a) Apantallamiento acústico

La presencia de gas atrapado en los sedimentos del fondo marino origina anomalías acústicas que resultan de la absorción de gran parte de la energía acústica emitida por los sistemas de sismica. Esta

absorción produce un efecto de apantallamiento que impide observar los sedimentos subyacentes (Field *et al.*, 1980). En el Golfo de Cádiz, el apantallamiento acústico aparece delimitado a lo largo de un sector de 45 km de longitud y entre 2 y 7 km de anchura en el talud superior, entre 130 y 220 m de profundidad, y que ocupa una superficie total de 265 km² (Fig. 1). Esta anomalía se reconoce en la columna sedimentaria, a partir de una profundidad de unos 20 m por debajo de la superficie del fondo (Fig. 2). El límite superior del apantallamiento no constituye una superficie regular, sino que forma una serie de irregularidades como "plumas" que ascienden del sedimento cargado con gas. El apantallamiento acústico afecta a los depósitos del Pleistoceno, que forman parte de deltas de plataforma desarrollados durante los descensos y estadios de bajo nivel del mar a partir de los sedimentos suministrados por los ríos Guadiana, Tinto, Odiel y Guadalquivir.

b) Morfologías en forma de cráter: «pockmarks»

En el talud del Golfo de Cádiz se identifican «pockmarks», tanto actuales (produciendo depresiones en la superficie actual del fondo marino), como fósiles, (identificables en profundidad en la columna sedimentaria) (Fig. 3). Ambos tipos se localizan en un área del talud superior de unos 25 km de longitud y 2 a 5 km de ancho, entre 250 y 380 m de profundidad (Fig. 1). Los «pockmarks» superficiales representan depresiones de planta más o menos elipsoidal, con diámetros entre 125 y 850 m, y de 1 a 16 m de profundidad. En corte, muestran un perfil asimétrico ligeramente en forma de "U", con la pared W de mayor pendiente que la pared E, y con un fondo relativamente plano. Estas depresiones truncan las capas de sedimento más superficial, y en algún caso aparecen parcialmente rellenas de sedimento, en forma de pequeños deslizamientos muy superficiales (Fig. 3).

Por lo que respecta a los «pockmarks» fósiles, éstos se localizan en la misma zona que los superficiales, e inmediatamente por debajo de éstos (Fig.3). Por sus características morfológicas son similares a los anteriores, con diámetros entre 360 y 580 m, y relieve vertical de 13 a 19 m, mostrando también un corte transversal asimétrico. Estos «pockmarks» enterrados se identifican hasta los 230 m de profundidad en la columna sedimentaria, y algunos de ellos aparecen apilados verticalmente, lo cual evidencia su formación sobre el mismo punto durante un largo periodo de tiempo. El origen de este apilamiento parece estar relacionado con la

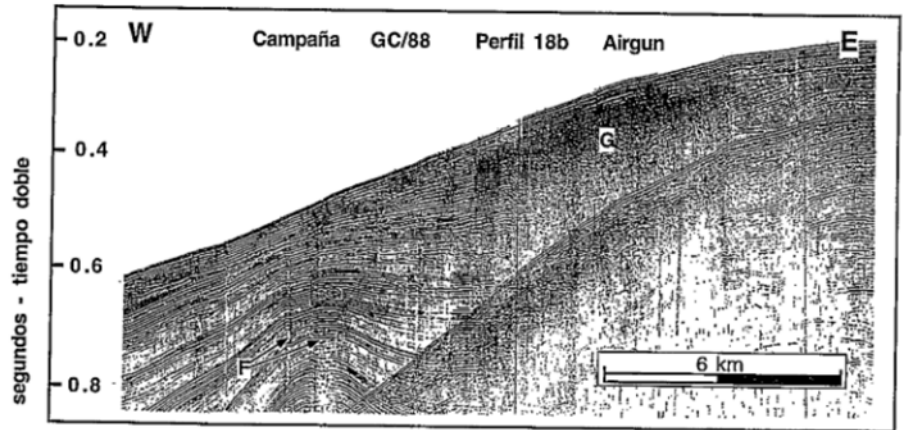


Fig. 2.- Registro sísmico de cañones de aire que muestra apantallamiento acústico debido a la presencia de sedimentos cargados en gas (G) en el talud superior. Situación en Figura 1. F: fallas

Fig.2.- Airgun seismic record showing acoustic masking due to the presence of gas charged sediments (G) in the upper slope. Location in Figure 1. F: faults.

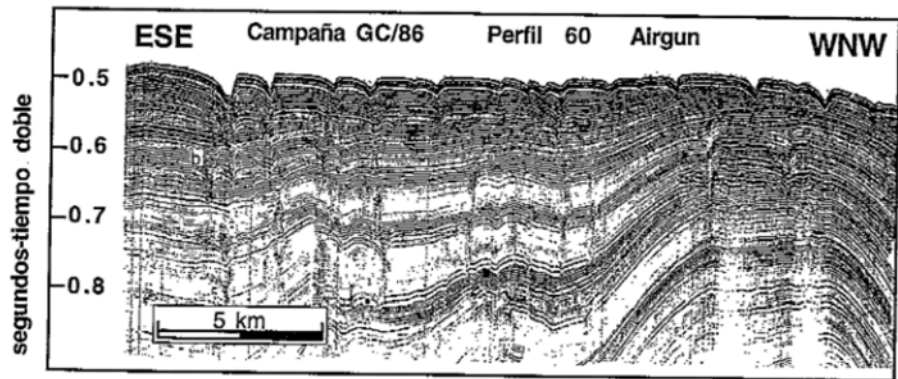


Fig. 3.- Perfil sísmico de cañones de aire que muestra pockmarks superficiales (actuales) y enterrados (fósiles) (b), causados por el escape de gas del sedimento. Se aprecia la sucesión vertical de los mismos. Situación en Figura 1.

Fig. 3.- Airgun seismic profile parallel to the slope showing surface (actual) and buried (fossil) pockmarks (b) caused by the escape of gas from the sediments. The vertical spreading of the pockmarks can be recognized. Location in Figure 1.

difusión del gas a través de trayectorias pre-existent, y por tanto con la sucesión vertical de pockmarks ("vertical spreading" Curzi y Veggiani, 1985), según procesos de naturaleza cíclica. Asimismo, se ha confirmado que en algunos casos el apilamiento vertical de estas formas está relacionado con la existencia de fallas, las cuales sirven de vías preferenciales de escape para el gas (Hovland *et al.*, 1984).

c) Anomalías acústicas en la columna de agua

Estas anomalías aparecen en forma de reflexiones o ecos puntuales identificados en la columna de agua hasta unos 50 m sobre el fondo, causados por la diferente impedancia acústica existente entre las burbujas de gas y el agua marina. Se identifican sobre el talud superior del Golfo

de Cádiz, concretamente encima del área ocupada por los «pockmarks» superficiales, lo cual es indicativo de que el gas está actualmente escapando del sedimento marino (Fig. 4).

Significado geológico

El gas existente en los sedimentos del talud superior del Golfo de Cádiz es muy probablemente metano de origen biogénico, generado a partir de los importantes volúmenes de sedimento cargado con materia orgánica suministrados por los ríos durante los descensos y estadios de bajo nivel del mar en el Plio-Cuaternario. Esta materia orgánica, tras experimentar un proceso de degradación por actividad bacteriana, origina el gas, el cual queda inicialmente atrapado en los poros exis-

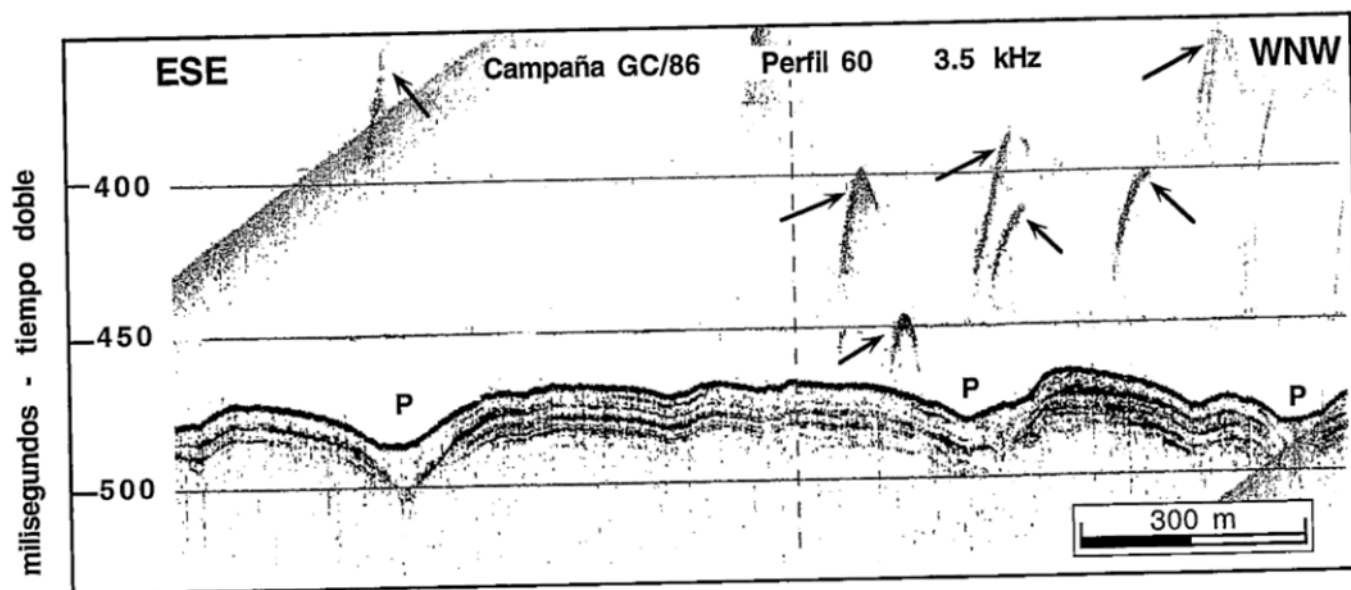


Fig. 4.- Perfil sísmico de alta resolución (3.5 kHz) que muestra "pockmarks" (P) con un relleno parcial, sísmicamente transparente. Las señales de alta reflectividad en forma de ecos hiperbólicos, marcadas con flechas, se interpretan como debidos a burbujas de gas ascendiendo en la columna de agua. Situación en Figura 1.

Fig. 4.- High-resolution (3.5 kHz) seismic profile showing pockmarks (P) having a sísmically transparent partial filling. High backscatter signals in the form of hiperbolic echoes, marked by arrows, are interpreted to be produced by gas bubbles ascending in the water column. Location in Figure 1.

tentes entre las partículas de sedimento.

La diferente respuesta del gas en los sedimentos del talud del Golfo de Cádiz (apantallamiento acústico, «pockmarks»), está en cierto modo relacionada con la dinámica oceanográfica, concretamente con la acción de la corriente mediterránea profunda. Esta corriente barre directamente la superficie del talud, por debajo de los 200 m de profundidad llegando a alcanzar velocidades de 80 a 180 cm/seg (Kenyon y Belderson, 1973) dando lugar a una importante granoclasificación sedimentaria. Así, las zonas barridas por la corriente profunda están caracterizadas en superficie por el predominio de sedimentos de textura relativamente gruesa (arena fina y limo) debido al escape del material fino arrastrado por la corriente. Estos sedimentos se caracterizan por tener una alta porosidad, que favorece el escape del gas hacia la superficie y el desarrollo de los «pockmarks». Por el con-

trario, las zonas que no están afectadas por la corriente mediterránea profunda están recubiertas por sedimentos fangosos, de porosidad más baja que impide la migración del gas hacia la superficie y su escape final, quedando atrapado en el sedimento. El resultado de esta concentración produce el efecto de apantallamiento acústico. La observación de anomalías acústicas en la columna de agua sobre la zona de los "pockmarks", no es más que una indicación de la persistencia actual del escape de gas en algunos sectores del talud.

Agradecimientos

Los perfiles de sismica utilizados en el presente trabajo se obtuvieron dentro de un Programa de Cooperación entre el CSIC y el US Geological Survey (Ref. CCA 8309/047). Se agradece la ayuda prestada por los oficiales y tripulantes del

B/O García del Cid durante las campañas oceanográficas.

Referencias

- Curzi, P.V. y Veggiani, A. (1985) *Acta Nat. 'Ateneo Parmense'* 21, 9-90.
- Field, M.E.; Clarke, S.H. y Kvenvolden, K. (1980) *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.* 64, 706
- Heezen, B.C.; y Johnson, G.L., (1969) *Monaco, Bull. Inst. Oceanogr.* 67, 1-95.
- Hovland, M.; Judd, A.G. y King, L.H. (1984) *Sedimentology* 31, 471-480.
- Hovland, M.; y Judd, A., (1988). *Seabed Pockmarks and Seepages: impact on geology, biology and the marine environment.* London, Graham and Trotman, 293 pp.
- Kenyon, N.H.; y Belderson, R.H. (1973) *Sediment. Geol.* 9, 77-99
- Nelson, C.H.; Baraza, J. y Maldonado, A. (1993) *Sed. Geol.* 82, 103-131
- Roberts, D.G. (1970) *Mar. Geol.* 9, 31-37