

# Resuspensión diaria de sedimentos profundos por pesca de arrastre en el cañón submarino de La Fonera

## *Trawling-induced daily sediment resuspension in the flanks of La Fonera Canyon*

J. Martín, P. Puig, A. Palanques y M. Ribó

Departamento de Geología Marina, Instituto de Ciencias del Mar (CSIC). Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49, 08003 Barcelona.  
jmartin@icm.csic.es

**Resumen:** El impacto de la pesca de arrastre en los fondos marinos y sus recursos naturales ha adquirido creciente relevancia durante las últimas décadas. Sin embargo, su posible contribución a la dinámica sedimentaria contemporánea permanece poco estudiada. Una línea equipada con sensores de turbidez fue fondeada a 1000 metros de profundidad en un tributario del flanco norte del Cañón de la Fonera (=Palamós), el cual es explotado por una flota de arrastre a profundidades entre 400 y 800 m. Durante días y horas de trabajo únicamente, se detectaron plumas de turbidez de un espesor mínimo de 100 metros, con concentraciones de sólidos en suspensión hasta  $200 \text{ mg l}^{-1}$  cerca del fondo, 1-2 órdenes de magnitud superiores a los valores medidos en días sin actividad pesquera. Estos incrementos de turbidez observados a distancia de los caladeros están asociados a flujos de gravedad generados por las pesadas artes de arrastre. Los resultados muestran que la pesca industrial de arrastre puede modificar dramáticamente los patrones naturales de resuspensión y transporte de sedimento en márgenes continentales, principalmente en fondos de elevada pendiente como los flancos de cañones submarinos.

**Palabras clave:** Pesca de arrastre, dinámica sedimentaria, cañón submarino, impacto antropogénico, Mediterráneo noroccidental.

**Abstract:** *The offshore displacement of commercial bottom trawling has raised concerns on the impacts of this activity over the deep-sea physical environment, but the issue still remains largely unaddressed. A focussed study to address the alteration of natural sediment fluxes by trawling activities was conducted at the northern flank of the La Fonera Canyon (northwestern Mediterranean), where a bottom trawling fishery is active at depths from 400 to 800 m. A moored line equipped with turbidimeters at several heights over the seafloor was deployed at 1000 m depth to document the downslope effects of trawling on water turbidity. During working days and working hours of the trawling fleet, plumes of resuspended sediment extending to at least 100 m above the bottom were observed, with near-bottom suspended sediment concentrations up to  $200 \text{ mg l}^{-1}$ . In the absence of trawling, turbidity dropped back to background levels  $\sim 2 \text{ mg l}^{-1}$ . These results highlight that, in steep environments such as the flanks of submarine canyons, the effects of bottom trawling on sediment resuspension and water turbidity can propagate to larger and deeper areas than the fishing grounds and dramatically change the natural patterns and rates of resuspension and advection of sediments.*

**Key words:** *Bottom trawling, water turbidity, sediment dynamics, submarine canyon, NW Mediterranean.*

## INTRODUCCIÓN

El impacto de la pesca de arrastre en los fondos marinos y sus recursos naturales ha constituido un tema de gran relevancia científica, social y económica durante las últimas décadas (Jones, 1992; Thrush y Dayton, 2002, Martín et al., 2008). La atención creciente hacia los efectos deletéreos de esta modalidad de pesca viene justificada por su amplísima extensión geográfica y por su recurrencia. La mayor parte de la literatura sobre los impactos de la pesca de arrastre ha tenido hasta ahora un enfoque ecológico o pesquero, mientras que su eventual papel en la dinámica

sedimentaria contemporánea de márgenes continentales constituye un campo poco explorado.

Junto a esto, los escasos estudios existentes se han concentrado en el medio costero y la plataforma continental interna, donde los procesos naturales de erosión, advección y acumulación de sedimentos (mareas, tormentas, oleaje, altas tasa de sedimentación) son lo bastante dinámicos como para atenuar en gran medida los posibles cambios antropogénicos. Un escenario diferente es esperable a profundidades por debajo de la ruptura de plataforma. Teniendo en cuenta que las flotas de pesca de arrastre han ido desplazándose a mayores profundidades en las últimas

décadas, y que la potencia de los motores y el tamaño y peso de las artes de arrastre han aumentado paralelamente, el impacto de esta práctica en la dinámica sedimentaria contemporánea de los taludes continentales se perfila como un área de investigación promisoría.

El cañón submarino de Palamós o de La Fonera (Fig. 1) es uno de los más extensos y profundamente incididos del Mediterráneo noroccidental. Su cabecera está situada a escasos kilómetros de la línea de costa, frente al Cabo Begur en el NE de la Península Ibérica, y sus flancos cortan la totalidad del margen continental, convirtiéndolo en un conducto preferente de captación y transporte de sedimentos costeros y de plataforma hacia mar abierto (Palanques et al., 2005; Martín et al., 2006). Una pesquería de arrastre explota la gamba rosada *Aristeus antennatus* en los flancos del cañón, a profundidades entre 400 y 800 metros (Tobar y Sardà, 1987). Las dimensiones del arte de pesca usada por la flota local están ilustradas en la Fig. 1.

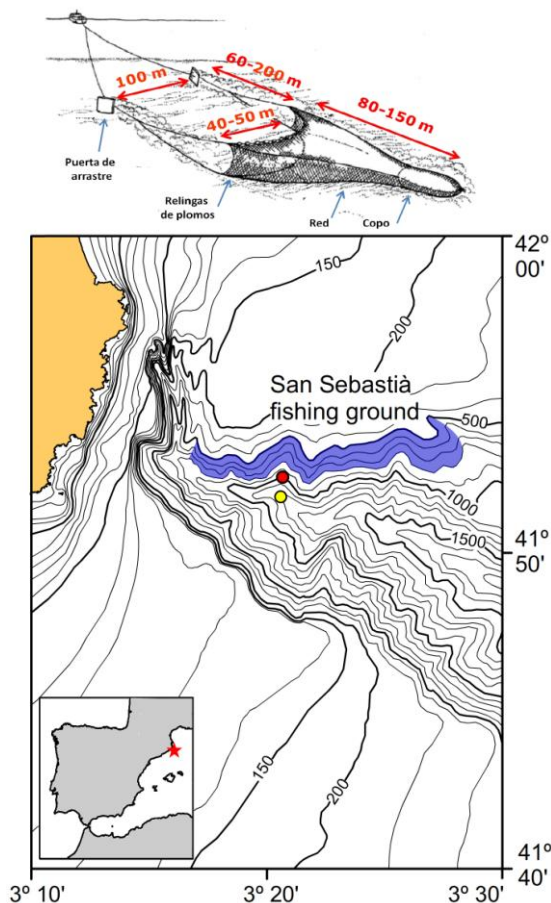


FIGURA 1. Mapa batimétrico del Cañón de La Fonera (=Palamós). El principal caladero de pesca y rango batimétrico de operaciones de la flota de arrastre están marcados en azul. La posición de una línea instrumentada fondeada en el eje del cañón en 2001 se indica en amarillo. En rojo: posición de la línea fondeada en 2010. En la parte superior de la figura se ilustran las características básicas y dimensiones del arte de arrastre de fondo utilizado en esta región. El peso de las puertas de arrastre puede alcanzar una tonelada.

Este estudio tiene como principal antecedente el proyecto CANYONS (Palanques et al., 2005), en el curso del cual se descubrió de forma fortuita la influencia de la pesca de arrastre en los flujos sedimentarios en el interior del Cañón de La Fonera.

Durante 2001 y en el marco de dicho proyecto, se mantuvo un anclaje en el eje del cañón a una profundidad de 1200 m, equipado con dos trampas de sedimento y dos correntímetros con turbidímetro situados cerca del fondo y a una profundidad intermedia en la columna de agua. Las series temporales de flujos de partículas registradas por las trampas de sedimento (Martín et al., 2006) revelaron una evolución temporal sorprendente, con flujos máximos en primavera y verano, cuando los procesos naturales responsables (descargas fluviales, tormentas) son teóricamente menos importantes. Estos máximos estaban asociados a aumentos simultáneos de la velocidad de la corriente y de la concentración de sólidos en suspensión (CSS) cerca del fondo (Fig. 2).

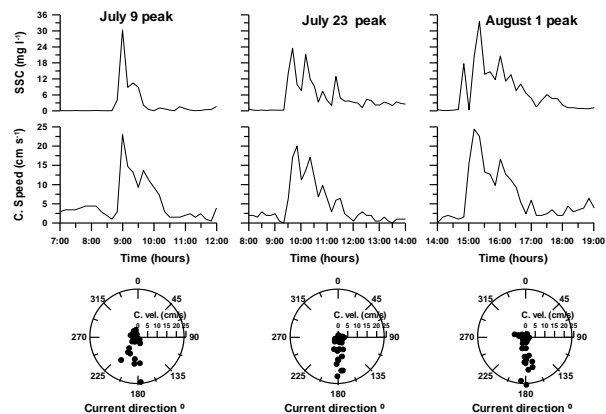


FIGURA 2. Aumentos de turbidez y velocidad de la corriente, atribuidos a flujos de gravedad generados por pesca de arrastre, observados en el eje del Cañón de La Fonera a 1200 metros de profundidad durante 2001 (Palanques et al., 2006).

La corriente media en ese punto estaba constreñida por la dirección del eje del cañón (ENE-OSO), sin embargo, durante los eventos de alta turbidez la dirección de la corriente era aproximadamente N-S. Estas observaciones, junto con el estudio de la distribución espacio-temporal de la flota de arrastre, llevó a Palanques et al. (2006) a concluir que los eventos de alta turbidez observados en el eje del cañón eran flujos de gravedad, generados por las pesadas artes de arrastre a su paso por el flanco del cañón. Estos flujos son canalizados por un tributario (Montgrí) del cañón, el cual incide el flanco norte del cañón en una dirección coherente con la dirección medida en el eje durante los eventos de alta turbidez.

Para profundizar en el conocimiento de la intensidad y frecuencia de estos eventos, en 2010 se fondeó una línea instrumentada directamente en el tributario del Montgrí, a una profundidad intermedia

entre el punto del eje del cañón visitado en 2001 y la profundidad máxima de trabajo de la flota arrastrera en el caladero de San Sebastián (Fig. 1).

## MÉTODOS

La línea instrumentada de este nuevo fondeo estaba equipada con una cadena de 10 turbidímetros auto-contenidos Seapoint, distribuidos de 5 a 100 metros sobre el fondo. Los sensores fueron programados para medir la turbidez del agua en modo auto-ganancia con un intervalo de muestreo de 1 minuto. La turbidez en unidades FTU ("Formalin Turbidity Units") fue transformada a concentración de sólidos en suspensión (CSS) mediante la calibración de Guillén et al. (2000). El anclaje también disponía de un perfilador de corrientes de 300 kHz (RDI) previsto para medir las velocidades a lo largo de la línea de fondeo, pero un error del *Firmware* original del instrumento provocó que las baterías se agotaran pocas horas después de la instalación del fondeo (Teledyne Field Service Bulletin FSB-194; 08/11/2010).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros 17 días de series temporales de CSS obtenidas en 2010 se muestran en la Fig. 3. Los resultados obtenidos muestran un escenario de altísima actividad sedimentaria, cuyos patrones temporales están directamente ligados a la actividad pesquera. En días de trabajo de la flota de arrastre que opera en el caladero de San Sebastián, se observaron plumas de resuspensión detectables hasta un mínimo de 100 m sobre el fondo, alcanzando CSS de hasta 200 mg l<sup>-1</sup> a 5 m sobre el fondo (Fig. 3). Los aumentos de turbidez ocurren exclusivamente en horas de trabajo de la flota. En algunos casos, varios eventos de alta turbidez son distinguibles en un mismo día laboral, correspondientes a los lances que estas embarcaciones pueden realizar entre las 8 y 16 horas (Martín et al., 2011).

A partir de las 15-16 horas, en coincidencia con el fin de la jornada de pesca, las plumas de sedimento en suspensión tienden a remitir. En ausencia de pesca, la CSS regresa a valores de base en torno a 2 mg l<sup>-1</sup>, característicos de fines de semana, es decir de condiciones de inactividad de la flota.

Si bien no se pudieron obtener medidas complementarias de velocidad en 2010, la rapidez de los aumentos de CSS, la disminución de las concentraciones con la altura sobre el fondo, junto con la experiencia previa en la zona (Palanques et al., 2006) apuntan a la generación de flujos de gravedad por las artes de arrastre como causa de los aumentos de turbidez observados.

La época de mayor actividad sedimentaria tuvo lugar durante el mes de julio, observándose a partir de agosto un decrecimiento progresivo de los máximos de turbidez, si bien el patrón temporal ligado a la actividad pesquera se mantuvo, y máximos de CSS hasta 30 mg l<sup>-1</sup> siguieron ocurriendo en las primeras decenas de metros sobre el fondo. Este declive de las concentraciones de material en suspensión es interpretado como consecuencia del progresivo agotamiento del sedimento no consolidado disponible en el caladero de pesca para poder ser resuspendido.

Testigos de sedimento tomados en las zonas intensamente pescadas (Puig et al., 2011) revelaron una estructura vertical en dos capas: con una capa superior compuesta o bien de material grosero (fragmentos de conchas de bivalvos) o de fango acuoso, mientras que unos pocos centímetros por debajo de estas capas, subyacen fangos extremadamente compactos. Esto indica que la cantidad de material fácilmente resuspendible es limitada y es exportada periódicamente, dejando al descubierto sedimentos antiguos y sobreconsolidados cuya resuspensión es improbable.

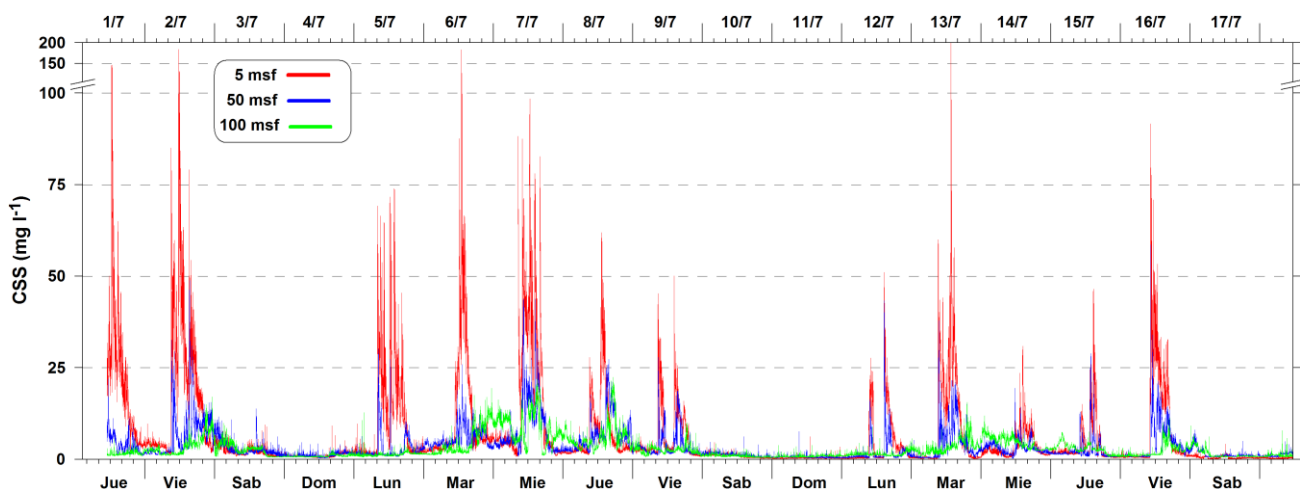


FIGURA 3. Series temporales de concentración de sólidos en suspensión a 5, 50 y 100 metros sobre el fondo (msf) en un tributario del Cañón de La Fonera (ver localización en Fig. 1) durante Julio 2010. La profundidad total es de 1000 metros, 200 metros por debajo de la profundidad máxima de operaciones de arrastre.

Puesto que la flota de arrastre trabaja a mayor profundidad en verano (cuando los flujos gravitativos más intensos fueron registrados tanto en 2001 como en 2010), es plausible que a las partes más profundas del caladero lleguen estacionalmente (o bien por procesos naturales o por removilización de sedimentos de las partes menos profundas del caladero) sedimentos no consolidados, los cuales son resuspendidos por las artes de arrastre y exportados pendiente abajo en forma de flujos de gravedad durante los meses de verano del siguiente año.

## CONCLUSIONES

El presente estudio ha documentado la generación diaria de eventos de alta turbidez en el flanco del Cañón de La Fonera a 1000 metros de profundidad, como consecuencia de las actividades de pesca de arrastre que se efectúan a profundidades menores.

La práctica de la pesca de arrastre de fondo a profundidades de talud, y principalmente en zonas de alta pendiente como los flancos de cañones submarinos, tiene la capacidad de modificar notablemente, en su magnitud y en su periodicidad, los patrones naturales de resuspensión y transporte de sedimentos.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Generalitat de Catalunya por el uso de la embarcación "Lluerna". El proyecto HERMIONE fue financiado por la Comisión Europea (FP7 Grant agreement no: 226354). J. Martín se benefició de una beca FPI (MEC) y un contrato del programa JAE-DOC (CSIC).

## REFERENCIAS

Guillén, J., Palanques, A., Puig, P., Durrieu de Madron, X. y Nyffeler, F. (2000): Field calibration of optical sensors for measuring suspended sediment concentration in the western Mediterranean. *Scientia Marina*, 64: 427-435.

Jones, J.B. (1992): Environmental impact of trawling on the seabed: A review. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 26: 59-67.

Martín, J., Palanques, A. y Puig, P. (2006): Composition and variability of downward particulate matter fluxes in the Palamós Submarine Canyon (NW Mediterranean). *Journal of Marine Systems*, 60: 75-97.

Martín, J., Puig, P., Palanques, A., Masqué, P. y García-Orellana, J. (2008): Effect of commercial trawling on the deep sedimentation in a Mediterranean submarine canyon. *Marine Geology*, 252: 150-155.

Martín, J., Puig, P., Palanques, A., Company, J.B. y Ribó, M. (2011): Deep-sea commercial trawling: heavy physical impacts on fishing grounds and beyond. *HERMIONE News*, 6: 9-10.

Palanques, A., García-Ladona, E., Gomis, D., Martín, J., Marcos, M., Pascual, A., Emelianov, M., Puig, P., Guillén, J., Gili, J.M., Tintoré, J., Jordi, A., Basterretxea, G., Font, J., Segura, M., Blasco, D., Montserrat, S., Ruiz, S. y Pagès, F. (2005): A multidisciplinary program to study the dynamics and the ecology of a Northwestern Mediterranean submarine canyon: The Palamós Canyon. *Progress in Oceanography*, 66: 89-119.

Palanques, A., Martín, J., Puig, P., Guillén, J., Company, J.B. y Sardà, F. (2006): Evidence of sediment gravity flows induced by trawling in the Palamós (Fonera) submarine canyon (northwestern Mediterranean). *Deep-Sea Research I*, 53: 201-214.

Puig, P., Martín, J., Palanques, A., Ribó, M., Sañé, E., Pusceddu, A., Bianchelli, S. y Danovaro, R. (2011): Exploring the effects of commercial trawling on deep-sea sediments. *HERMIONE News*, 7: 1-2.

Tobar, R. y Sardà, F. (1987): Análisis de la evolución de las capturas de gamba rosada, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), en los últimos decenios en Cataluña. *Informes técnicos del Instituto de Investigaciones Pesqueras*, 142: 3-20.

Thrush, S.F. y Dayton, P.K. (2002): Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: implication for marine biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33: 449-473.