

Efectes de la pesca d'arrossegament en els sediments dels canyons submarins catalans

Pere Puig¹, Miquel Canals², Joan B. Company¹, Jacobo Martín¹, David Amblas², Galderic Lastras², Albert Palanques¹ i Antoni M. Calafat²

¹ Institut de Ciències del Mar (CSIC), Barcelona

² Grup de Recerca Consolidat en Geociències Marines, Universitat de Barcelona

BOTTOM TRAWLING IMPACTS ON THE SEDIMENTS FROM THE CATALAN SUBMARINE CANYONS. – Bottom trawling is a nonselective commercial fishing technique whereby heavy nets and gear are pulled along the seafloor, modifying the physical properties of seafloor sediments and altering natural sediment fluxes. Most studies addressing the physical disturbances of trawl gear on the seabed have been undertaken in coastal and shelf environments, where the capacity of trawling to modify the seafloor sediments coexists with high-energy natural processes driving sediment erosion, transport and deposition. Recent studies conducted on the Catalan margin have demonstrated that on continental slopes – where the sediment dynamics is less energetic – the reworking of the deep seafloor by bottom trawling produces periodic resuspension of surface sediments, and ultimately modifies the shape of the submarine landscape over large spatial scales. Trawling-induced sediment displacement and removal from fishing grounds causes the morphology of the deep seafloor to become smoother over time, reducing its original complexity. These results suggest that during the last decades, following the industrialization of fishing fleets, bottom trawling has become an important driver of deep seascape evolution.

Introducció

La pesca d'arrossegament és una activitat extractiva de recursos vius mitjançant l'ús d'arts de pesca que s'arrossegueu pel fons del mar. L'impacte d'aquesta activitat en les poblacions de peixos i crustacis (e.g., Thurstan *et al.*, 2010; Norse *et al.*, 2012), així com en les comunitats bentòniques que viuen sobre els fons marins (e.g., Walting i Norse, 1998; Roberts *et al.*, 2006), és un aspecte àmpliament conegut i investigat. L'arrossegament dels arts de pesca, però, també té un efecte directe sobre el substrat sedimentari on viuen aquestes comunitats (Jones, 1992), encara que el seu abast i implicacions, sobretot a grans fondàries, ha estat molt poc estudiat.

En aquest article s'exposen i es discuteixen quines són les conseqüències del pas diari de les portes i xarxes d'arrossegaments sobre els sediments dels canyons submarins del marge continental català, agafant com a model el cas del canyó submarí de La Fonera (altament anomenat canyó submarí de Palamós). Els resultats, inclosos en el treball de Puig *et al.* (2012), revelen que les arts d'arrossegament, en l'acció de "llaurar" reiterativament els sediments no consolidats dels vessants del canyó, han alterat la dinàmica sedimentària natural, i com en qüestió de quatre dècades, des de la industrialització d'aquesta activitat pesquera, han modificat significativament el relleu submarí, suavitzant i simplificant la seva morfologia original.

La pesca d'arrossegament

La modalitat de pesca d'arrossegament consisteix en desplaçar per damunt del llit marí un art de pesca amb la finalitat d'atrapar dins d'una xarxa organismes vius d'interès comercial. Existeixen diverses modalitats d'arts de pesca d'arrossegament i la que es practica a Catalunya s'anomena *bou*. Aquesta mena d'art (fig. 1) consta d'una xarxa que es manté oberta mitjançant dues portes de ferro (antigament de fusta) unides per cables d'acer fins a l'embarcació o quillat. Les portes actuals poden arribar a pesar més d'una tona i actuen de pes per enfonsar l'art i també com a deflector per tal d'obrir la xarxa horitzontalment, podent estar separades entre si més d'un centenar de metres. Les portes s'uneixen a les parts laterals de la xarxa, les bandes, a través d'uns caps anomenats malletes. Tant les parts superiors de les bandes com la de la boca de la xarxa disposen d'una ralinga de suros que fa que l'art es mantingui obert verticalment durant la pesca. A la part inferior de la boca de la xarxa hi ha una ralinga de ploms per mantenir-la en permanent contacte amb el fons marí. La boca de la xarxa pot arribar a tenir uns 30-50 metres d'amplada i s'estreny cap a la part posterior o cóp, on el peix queda retingut. Les portes, malletes, ralinga de ploms i part inferior de la xarxa estan en permanent contacte amb els sediments marins i provoquen que durant el pas de les embarcacions aquests puguin ser remoguts i resuspesos, i que es formin núvols



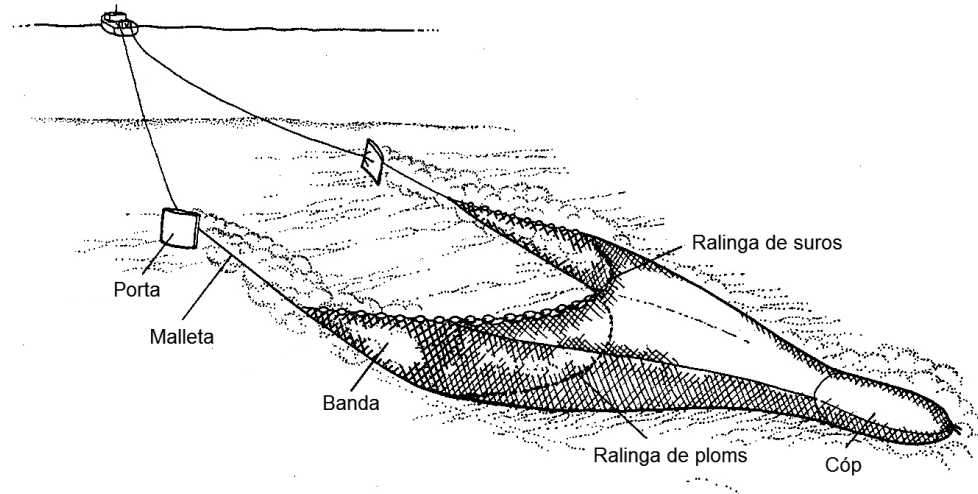


Figura 1. Esquema d'un art d'arrossegament durant una maniobra de pesca, on s'identifiquen les seves parts principals i s'il·lustra la resuspensió que provoca als sediments del fons marí. Modificat de Palanques *et al.* (2006).

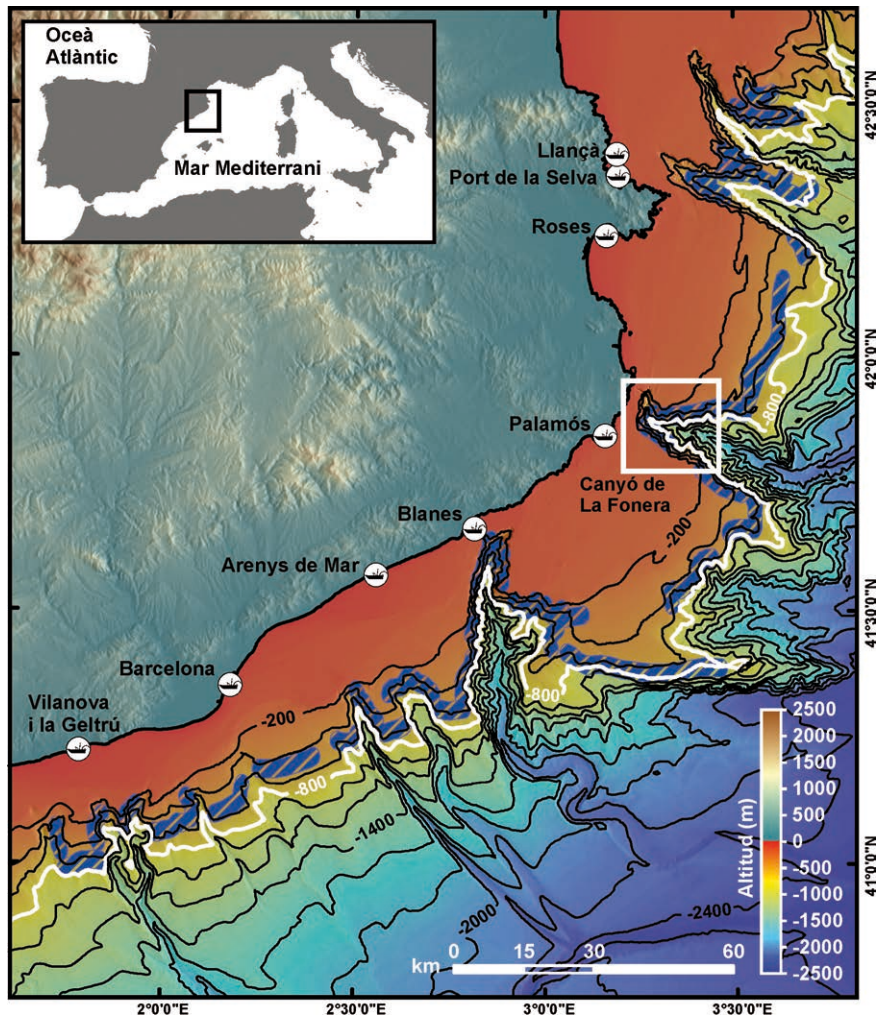


Figura 2. Mapa batimètric del marge continental català on s'hi pot observar els nombrosos canyons submarins o recs que el solquen. S'hi mostren els ports pesquers més importants, els caladors principals de gamba rosada (franges ratllades de color blau) i la isòbata de 800 m (línia blanca) que aproximadament correspon al límit de fondària d'aquesta pesqueria. El requadre sobre el canyó de La Fonera delimita l'àrea d'estudi d'aquest treball. Modificat de Puig *et al.* (2012). (Batimetria: GRC Geociències Marines, Universitat de Barcelona).



d'aigua tèrbola carregats de fang al seu darrere (fig. 1).

A Catalunya existeixen uns 180 quillats de més de 15 metres d'eslora que practiquen la modalitat de pesca d'arrossegament. Aquesta activitat es duu a terme cada dia, excepte els caps de setmana i festius. Les embarcacions surten de matinada del port cap als caladors, on es cala l'art, que vol dir que es llança la xarxa a l'aigua. Aquesta operació es fa sempre començant primer pel cóp i se segueix fins a arribar a les bandes i les malletes. S'amarren les malletes a la part exterior de les portes, s'allibera el cable i les portes s'enfonsen. Un cop s'ha donat tot el cable necessari, es redueix la velocitat perquè les portes arribin al fons, i a poc a poc es torna a augmentar la potència del motor per tal que la xarxa s'obri i comenci a pescar. L'estratègia habitual durant la pràctica de la pesca d'arrossegament és seguir una mateixa fondària una vegada l'art arriba al fons i és arrossegat, fent un o diversos bols de pesca per dia, seguint les enfilacions del calador al que s'hagi anat. Cap al tard, les barques tornen a port a vendre el peix a la llotja.

La pesca de la gamba rosada a Catalunya

Amb la pesca d'arrossegament es pot pescar a moltes fondàries i capturar gran varietat d'espècies, ja que es tracta d'un art no selectiu. Les limitacions de fondària a les nostres costes estan legislades per a la protecció d'aigües someres (<50 metres) i d'aigües profundes (>1000 metres), tot i que amb la tecnologia actual rarament s'ultrapassen els 800 metres. És precisament a aquestes grans fondàries on es captura un recurs pesquer altament apreciat com és la gamba rosada *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), generalment anomenada simplement "gamba". Aquesta es pesca entre els 400 i 800 metres de profunditat, principalment als vessants de canyons submarins (popularment anomenats *recs*) que es troben al marge continental català (fig. 2). Un dels ports pesquers que més gamba desembarca a les nostres costes és el de Palamós, que tradicionalment explota els caladors dels vessants del canyó submarí de la Fonera, on s'ha dut a terme aquest estudi.

La pesca de la gamba rosada a Catalunya va començar aproximadament a partir dels anys 30 i ha perdurat fins a l'actualitat, representant avui en dia una de les espècies comercials més importants per a les confraries des del punt de vista econòmic. Les captures de gamba rosada a Catalunya van assolir un màxim històric a mitjan anys 50 (Tobar i Sardà, 1987). A partir de llavors van anar minvant progressivament, mostrant oscil·lacions interanuals amb mínimes captures cada 6-7 anys que

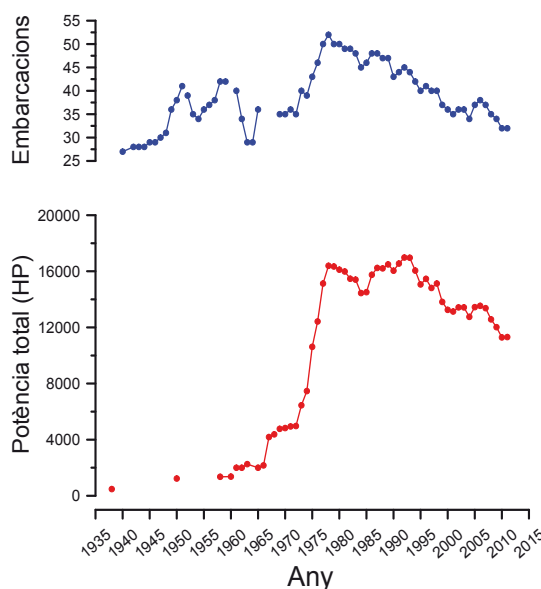


Figura 3. Evolució històrica del nombre de barques d'arrossegament del port de Palamós i de la seva potència total (HP). Fonts: Alegret i Garrido (2004); Estadísticas Pesqueras, Anuarios de Flota i Anuarios de Pesca Marítima (Dirección General de Pesca Marítima) i Censo de la Flota Española (Secretaría General del Mar).

recentment s'han pogut atribuir a processos hidrogràfics i hidrodinàmics provocats per variacions meteorològiques (vegeu Company *et al.*, 2008).

La industrialització de la flota d'arrossegament durant els anys 70, amb el corresponent increment del tonatge i potència de les embarcacions (fig. 3), va mitigar la davallada progressiva de les captures, ja que aquest procés de modernització va comportar un augment del pes i les mides de l'art de pesca i de la fondària a què podien arribar a pescar. Aquesta industrialització, però, també va comportar més capacitat de resuspensió dels sediments del fons marí, com suggereixen els canvis dels ritmes de sedimentació mesurats a l'interior del canyó de La Fonera (Martín *et al.*, 2008).

La potència total de la flota d'arrossegament del port de Palamós, que vindria a representar una estimació del seu esforç pesquer, es va mantenir en valors màxims des de finals dels anys 70 fins a mitjan anys 90, i a partir de llavors ha minvat progressivament. Aquest fet és degut, en part, a la reducció del nombre d'embarcacions d'arrossegament censades al port de Palamós durant els darrers decennis (fig. 3). Tot i així, encara que la potència total declarada no ho reflecteixi, les dimensions dels arts i la mida i pes de les portes han continuat augmentant, com es pot apreciar en les fotografies històriques i actuals de les embarcacions d'arrossegament d'aquest port (fig. 4).



A



B



C



Figura 4. Fotografia antiga de barques d'arrossegament al port de Palamós, datada cap a finals dels anys 70, on s'observen les portes de fusta utilitzades en aquella època (A). Compareu-la amb l'aspecte actual de la flota d'arrossegament del mateix port (B) i amb les portes utilitzades avui en dia per les embarcacions de dimensions més grans. (Fotografies: A, Fons fotogràfic Documare; B i C, Joan B. Company).

Resuspensió periòdica dels sediments marins

Per estudiar la dinàmica sedimentària en ambients marins, és a dir, com es mouen les partícules de sediment al mar per acció de l'onatge o els corrents, s'utilitzen aparells oceanogràfics que es mantenen fondejats al fons marí durant un període de temps determinat. Es fa servir un pes o llast per deixar els instruments ancorats a prop del fons i boies d'alta pressió per proporcionar flotabilitat a la línia d'instruments i mantenir-la vertical (fig. 5). Aquests aparells oceanogràfics enregistren dades de velocitat i direcció dels corrents, de la temperatura, salinitat i terbolesa de l'aigua, així com el fluxos verticals de partícules

(la quantitat de sediment que cau per la columna d'aigua). Passat un temps, es recuperen els instruments fent ús d'un alliberador acústic que desenganxa el llast i permet que l'ancoratge remunti fins a la superfície arrossegat per les boies de flotació, i posteriorment s'analitzen i s'interpreten les sèries temporals de les dades enregistrades.

En un estudi previ, en què es van fondejar ancoratges a l'eix i vessants del canyó submarí de La Fonera, es va determinar que els fluxos sedimentaris naturals estaven essent alterats per la resuspensió provocada per les activitats de pesca d'arrossegament (Palanques *et al.*, 2006). Per tal d'avaluar amb més detall els efectes que provoquen el pas continuat de les embarcacions d'arrossega-



ment sobre els sediments marins, en un nou estudi es va fondejar un ancoratge a 980 m de fondària just per sota del calador de Sant Sebastià -un dels caladors on la flota d'arrossegament del port de Palamós pesca habitualment gamba-, situat al flanc nord del canyó submarí de La Fonera. L'ancoratge va estar enregistrant dades de velocitat i direcció del corrent, cada cinc minuts, i de la terbolesa de l'aigua, cada minut, a diferents alçades sobre el fons, des del 10 de maig fins al 22 de setembre de 2011.

Els instruments oceanogràfics varen registrar nombrosos augments de la terbolesa de l'aigua i de la velocitat del corrent que coincidien en el temps amb el pas de la flota d'arrossegament (fig. 6). Amb l'arribada, a primeres hores del matí, de les embarcacions de pesca a les immediacions del punt on es va fondejar l'ancoratge, les concentracions de sediment en suspensió passaven en qüestió de minuts de pocs mg/l a diverses desenes de mg/l i alhora les velocitats del corrent també augmentaven, passant de valors al voltant de 5 cm/s a pics de més de 15-20 cm/s. Aquests increments simultanis de velocitat i concentració de sediment en suspensió, amb valors



Figura 5. Ancoratge oceanogràfic instrumentat a bord de la coberta d'un vaixell a punt de ser fondejat. En aquest exemple s'hi poden observar les boies de color groc i taronja que mantenen vertical l'ancoratge, una trampa de partícules (cilindre blanc), dos correntímetres (cilindres verds), l'alliberador acústic (cilindre metàl·lic) i el llast. (Fotografia: Albert Palanques).

cada cop més elevats com més a prop del fons marí, es van interpretar com a allaus de fang diluït (núvols turbulents carregats de partícules sedimentàries) generats pel contacte dels arts de pesca amb el sediment fi no consolidat del llit marí. Aquestes allaus de fang es desplacen a favor del pendent des dels caladors fins a àrees més profundes del canyó. Aquest procés de transport de sediment provocat pel pas dels arts de pesca d'arrossegament es va observar durant gran part del registre de forma diària i sempre durant hores de feina, exceptuant els caps de setmana en què la flota restava amarrada al port i durant els quals les concentracions de sediment en suspensió i les velocitats dels corrents es mantien en valors baixos (fig. 6).

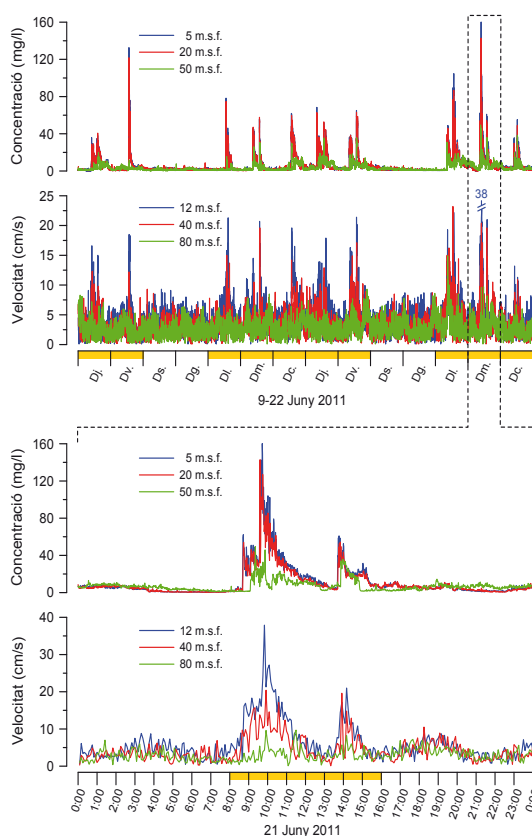


Figura 6. Fragment de les sèries temporals de concentració de sediment en suspensió (mg/l) i velocitat del corrent (cm/s) enregistrades a 980 m de fondària en el vessant nord del canyó submarí de La Fonera, durant dues setmanes en què els pics de resuspensió provocats per les activitats de pesca d'arrossegament es van observar amb claredat. En molts registres diaris s'identifiquen dos pics ben diferenciats corresponents al pas de les embarcacions en dirigir-se mar endins (al voltant de les 8-9 del matí) i de tornada cap a port (a les 2-3 de la tarda). El gràfic mostra en diferents colors els registres obtinguts a diferents alçades sobre el fons marí (m.s.f.: metres sobre el fons), mentre que les bandes taronges als eixos horitzontals indiquen els dies i les hores de pesca. Modificat de Puig *et al.* (2012). (Dades: Institut de Ciències del Mar).



Alteració de la morfologia submarina

L'any 2007 es va realitzar la cartografia batimètrica d'alta resolució del canyó submarí de La Fonera mitjançant l'ús d'una sonda batimètrica multifeix instal·lada al vaixell oceanogràfic *Hespérides* (vegeu Lastras *et al.*, 2011). Amb aquesta mena de sondes s'elaboren models digitals del relleu del fons marí amb valors de fondària distribuïts equidistantment dins d'una malla regular de coordenades geogràfiques. Pel cas del canyó submarí de La Fonera, es va elaborar un model digital de 15×15 m que permetia identificar els elements morfològics del fons marí amb dimensions superiors a una quinzena de metres.

L'anàlisi de la informació batimètrica va evidenciar una clara diferència entre els dos vessants del canyó submarí. Mentre el vessant nord, on es troba el calador de Sant Sebastià, mostra un relleu uniformitzat i suavitzat entre els 200 i 800 m de profunditat, el vessant sud, on no s'hi pesca en la seva totalitat, mostra en la part més allunyada de la costa una complexitat morfològica natural pròpia d'ambients de canyons submarins (fig. 7A). Els fons marins en aquesta mena d'ambients s'han d'imaginar com els d'un vessant d'una vall en una muntanya sense vegetació. En aquests vessants s'hi generen xaragalls i rierols que van confluint pendent avall en una xarxa de drenatge cada cop més profunda i que acaben anant a parar a l'eix principal del canyó, com si aquest es tractés de la llera d'un riu. En el vessant del canyó on no s'hi practica la pesca d'arrossegament, tota aquesta complexitat morfològica natural està preservada. Pel contrari, als vessants on es pesca, està molt suavitzada i només s'observa la part inferior i més profunda de la xarxa de drenatge, per sota dels 800 m de fondària, abans de confluir amb l'eix principal del canyó.

Per demostrar el lligam entre l'activitat pesquera i aquest canvi morfològic de suavització i uniformització del terreny, es va sol·licitar a la Secretaria General del Mar (SEGEMAR) les dades de posicionament de les embarcacions de pesca d'arrossegament del port de Palamós entre els anys 2007 i 2010. Arran d'una directiva Europea de l'any 2003, totes les embarcacions de pesca dels estats membres de la Unió Europea han d'estar equipades amb un localitzador GPS (col·loquialment anomenades "caixes blaves") que transmet automàticament la seva posició, velocitat i rumb a un centre de control. Un cop situades les posicions damunt el mapa batimètric, es va poder comprovar que, efectivament, les zones amb relleu uniformitzat corresponien als caladors de pesca i que els sectors en què no es duu a terme pesca d'arrossegament, contràriament, conserven el seu relleu natural, molt més accentuat i irregular. Aquesta suavització del relleu no només resulta

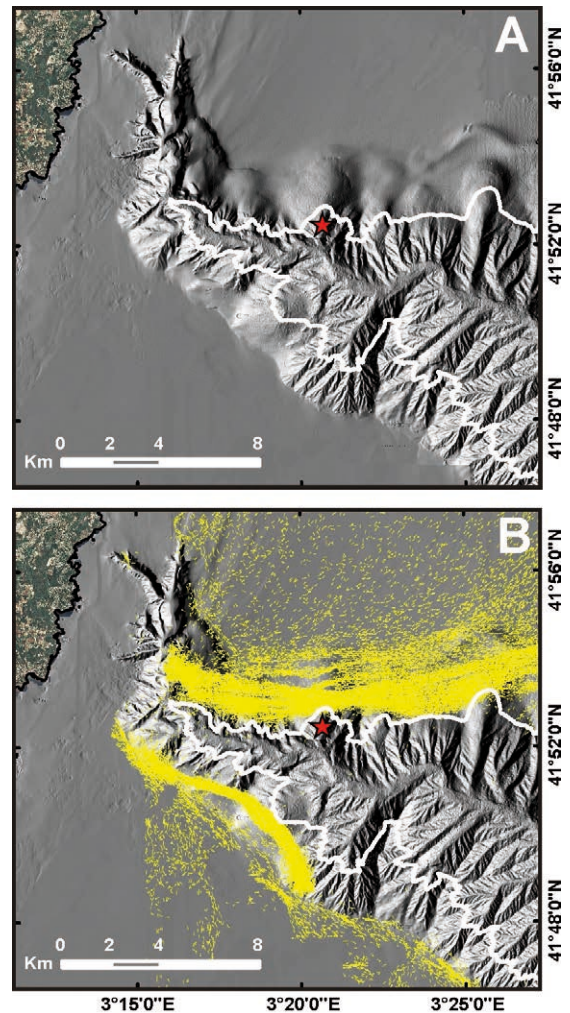


Figura 7. Imatge ombrejada de la morfologia del canyó submarí de La Fonera realitzada a partir d'un model digital batimètric de 15×15 metres (Lastras *et al.*, 2011). Es pot observar que el vessant sud del canyó, en la seva part més allunyada de la costa, mostra una morfologia natural amb una complexa xarxa de drenatge ben preservada, mentre que en la seva part més propera a la costa i en la totalitat del vessant nord del canyó, la morfologia per sobre de la isòbata dels 800 m (línia blanca) està suavitzada (A). La superposició de les posicions de les barques d'arrossegament damunt del mapa (fletxes grogues) mostren una clara correlació entre les parts suavitzades i els caladors de pesca (B). L'estrella vermella mostra la posició on es va fondejar l'ancoratge oceanogràfic instrumentat. Modificat de Puig *et al.* (2012). (Batimetria: GRC Geociències Marines, Universitat de Barcelona).

evident al vessant nord del canyó, al calador de Sant Sebastià, sinó també al sector més costaner del vessant sud del canyó on es troba el calador del Rostoll (fig. 7B).

Aquesta clara correlació evidencia que l'acció de l'arrossegament de les portes i xarxes sobre el llit marí, remouent i aixecant les partícules del sediment superficial, —que acaben formant allaus de fang diluït que baixen pels vessants del canyó submarí— mica en



mica, amb el pas dels anys, ha anat redistribuint i enduent-se el sediment dels vessants del canyó, fins alterar-ne la seva morfologia a gran escala.

Llaurant el fons marí

Durant una campanya oceanogràfica realitzada el juliol de 2011 a bord del vaixell *Sarmiento de Gamboa* es varen realitzar diverses immersions amb un robot submarí operat remotament (ROV) propietat de l'Institut Español de Oceanografía (fig. 8). Amb l'ús d'aquest ROV (anomenat *Liropus*) es va poder observar i filmar els fons sedimentaris dels canyons submarins catalans i copsar de manera més clara els efectes dels arts d'arrossegament sobre el llit marí.

Les imatges del vessant nord del canyó de La Fonera per sota de les fondàries on es troba el calador de Sant Sebastià mostren un fons fangós no consolidat, localment amb pendents elevats característics d'aquesta mena d'ambients, i amb nombrosos monticles i forats que denoten la presència de bioturbaació provocada per organismes bentònics que viuen sobre els sediments o al seu interior dins de galeries (fig. 9A i B).

Al límit del calador de pesca de Sant Sebastià, el fons canvia d'aspecte i apareix completament modificat pel pas de les portes d'arrossegament. S'observen nombrosos solcs

excavats en fangs consolidats i apilaments de sediments en la direcció del pas de les embarcacions, que recorden l'aspecte d'un camp de conreu llaurat (fig. 9C).

De fet, la transformació morfològica observada als vessants del canyó deguda a l'impacte de la pesca d'arrossegament guarda una certa relació amb els canvis morfològics causats per les activitats agrícoles a terra ferma. Al mar, els caladors de pesca dels talussos continentals serien l'equivalent a un camp de cultiu al vessant d'una muntanya que s'hagi llaurat de manera continuada fins a modificar-ne el relleu original. No obstant això, en relació amb l'agricultura, una diferència destacable és el fet que, en aquest cas, la terra és llaurada un o dos cops a l'any, mentre que als caladors la pesca d'arrossegament és una activitat gairebé diària. No és d'estranyar doncs, que en tan sols quatre dècades, des de la industrialització d'aquesta activitat pesquera (fig. 3), s'hagi modificat d'una forma tan notòria el relleu submarí natural.

Les dades obtingudes en aquest estudi suggereixen que, globalment, la pesca d'arrossegament pot estar contribuint a erosionar i a remodelar grans extensions dels marges continentals d'arreu del món, i que la seva dinàmica sedimentària i morfologia podria veure's significativament alterada com a conseqüència d'aquesta activitat humana.



Figura 8. Fotografia del vehicle submarí operat remotament (*Liropus*) que es va utilitzar per explorar els fons del canyó de La Fonera. (Fotografia: Francesc Sardà).



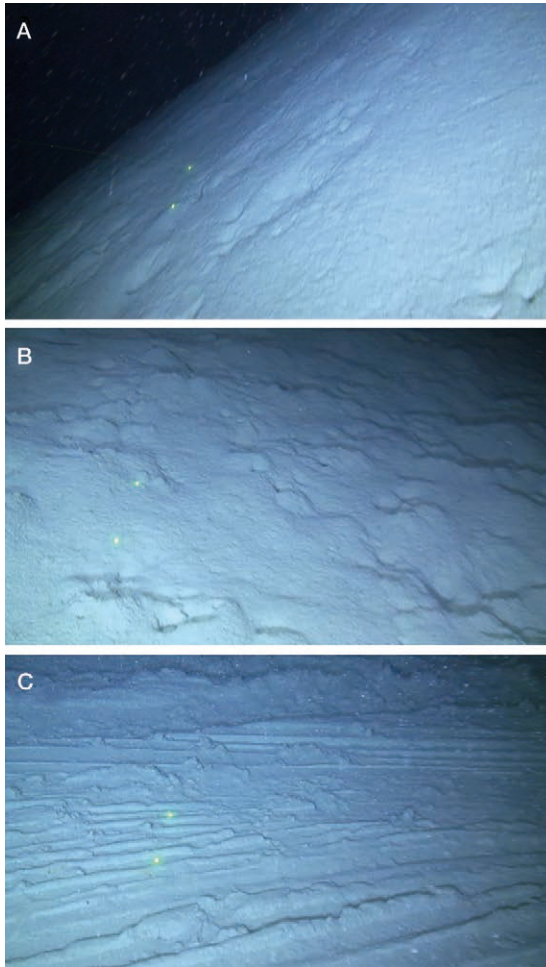


Figura 9. Imatges del fons marí obtingudes amb el vehicle submarí operat remotament en el vessant nord del canyó de La Fonera a 1110 m de fondària sobre un relleu inclinat (A), a 963 m de fondària sobre un fons altament bioturbat (B) i a 770 m de fondària, al calador de Sant Sebastià, on es pot observar el detall de las marques d'arrossegament (C). Els punts verds corresponen a dos punters làser, separats 15 cm. (Fotografies: GRC Geociències Marines, Universitat de Barcelona).

Agraïments

Les dades presentades en aquest treball es van obtenir en el marc de diversos projectes de recerca: HERMIONE (226354 i CTM2010-11084-E), DOS MARES (CTM2010-21810-C03), OASIS DEL MAR - Obra Social "la Caixa", GRACCIE-CONSOLIDER (CSD2007-00067) i REDECO (CTM2008-04973-E). Agraïm també el suport rebut per part del Govern Català als Grups de Recerca Consolidats (2009 SGR 899 i 1305) i l'ajut i assistència tècnica de les tripulacions dels vaixells oceanogràfics *Hespérides*, *Sarmiento de Gamboa* i *García del Cid*.

Bibliografia

- Alegret, J.L. i Garrido, A. (2004). *Història de la Confraria de Pescadors de Palamós*. Confraria de Pescadors de Palamós. 295 pp.
- Company, J.B., Puig, P., Sardà, F., Palanques, A., Latasa, M. i Scharek, R. (2008) Climate Influence on deep sea populations. *PLoS ONE*, 3(1): e1431.
- Jones, J.B. (1992) Environmental impact of trawling on the seabed: a review. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 26: 59-67.
- Lastras, G., Canals, M., Amblas, D., Lavoie, C., Church, I., De Mol, B., Duran, R., Calafat, A.M., Hughes-Clarke, J.E., Smith, C.J. i Heussner, S. (2011). Understanding sediment dynamics of two large submarine valleys from seafloor data: Blanes and La Fonera canyons, northwestern Mediterranean Sea. *Marine Geology*, 280: 20-39.
- Martín, J., Puig, P., Palanques, A., Masqué, P. i García-Orellana, J. (2008). Effect of commercial trawling on the deep sedimentation in a Mediterranean submarine canyon. *Marine Geology*, 252: 150-155.
- Norse, E.A., Brooke, S., Cheung, W.W.L., Clark, M.R., Ekeland, I., Froese, R., Gjerde K.M., Haedrich, R.L., Heppell, S.S., Morato, T., Morgan, L.E., Pauly, D., Sumaila, R., Watson, R. (2012). Sustainability of deep-sea fisheries. *Marine Policy*, 36: 307-320.
- Palanques, A., Martín, J., Puig, P., Guillén, J., Company, J.B. i 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., Canals, M., Company, J.B., Martín, J., Amblas, D., Lastras, G., Palanques A. i Calafat, A. (2012). Ploughing the deep sea floor. *Nature*, 489: 286-289.
- Roberts, J.M., Wheeler, A.J. i Freiwald, A. (2006) Reefs of the Deep: The Biology and Geology of Cold-Water Coral Ecosystems. *Science*, 312: 543-547.
- Thurstan, R.H., Brockington, S. i Roberts, C.M. (2010). The effects of 118 years of industrial fishing on UK bottom trawl fisheries. *Nature Communications*, 1: 15.
- Tobar, R. i Sardà, F. (1987). Anàlisi de la evolució de las captures de gamba rosada, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), en los últimos decenios en Cataluña. *Informes Técnicos de Investigación Pesquera*, 142: 3-20.
- Watling, L. i Norse, E.A. (1998). Effects of mobile fishing gear on marine benthos. *Conservation Biology*, 12: 1178-1179.

