

LA MEDITERRÀNIA: UNA VISIÓ SINÒPTICA THE MEDITERRANEAN: A SYNOPTIC OVERVIEW

MEMÒRIA LLEGIDA PER L'ACADÈMIC NUMERARI

Excm. Sr. Dr. CARLES BAS I PEIRED

A la sessió inaugural del curs 2007-2008
Celebrada el dia 18 d'octubre de 2007

PRESENTACIÓ

Origen

El desplaçament de les masses emergides, la Pangea, cap a la part boreal del globus terraqüi permet que aparegui una anella marina que pràcticament embolcalla el planeta i que es coneix amb el nom de *mar de Tetis*. Aquesta anella es va desdibuixant al llarg dels períodes geològics i les seves restes presenten avui característiques pròpies, per bé que conserven un denominador comú. Sens dubte, la part més ben conservada i que manté unes característiques pròpies i, d'altra banda, perfectament delimitada, és la zona que coneixem com a mar Mediterrània (o mar Mediterrani). En aquest context cal considerar una altra zona amb característiques pròpies, que crea molts dubtes a l'hora d'incloure-la en el context mediterrani (figura 1). És el que es coneix com a Paratetis o mar Sarmàtica. La dificultat prové de les característiques de les dues masses d'aigua. Mentre que la Mediterrània és una mar salada, la mar Sarmàtica es caracteritza per una baixa, quasi nul·la, salinitat. En realitat és una gran conca de tipus continental que ocupava bona part del centre i sud d'Europa i s'estenia fins a l'Àsia central. Avui les seves restes són la mar Negra, la mar Càspia i la mar d'Aral. Quan en el període Pliocè, fa 5,5 milions d'anys, s'obren els estrets del Bòsfor i dels Dardanels, s'estableix un flux en direcció a la Mediterrània que condiona les àrees properes i, en particular, el nord de l'Egea. Encara que les característiques hidrogràfiques i, en certa manera, les biològiques són particulars i diferents de les de la resta de la Mediterrània, no es considera una raó suficient per no

incloure la mar Negra, la mar de Màrmara i la mar d'Azov (zona pòntica) en el context mediterrani (Sonnenfeld 1981; Stanley 1971).

En l'origen de la conca mediterrània té una gran importància el moviment orogènic alpi, no solament perquè determina la morfologia estructural sinó també perquè, quan fa milions d'anys s'obre l'estret de Gibraltar, s'inicia una repoblació biòtica d'origen atlàntic amb diferents episodis que permeten l'estructura biològica actual, fruit de canvis importantíssims capaços de modificar el poblament biòtic primitiu. Encara avui es poden identificar en el poblament biòtic actual restes de les successives invasions que s'han esdevingut al llarg dels períodes geològics.

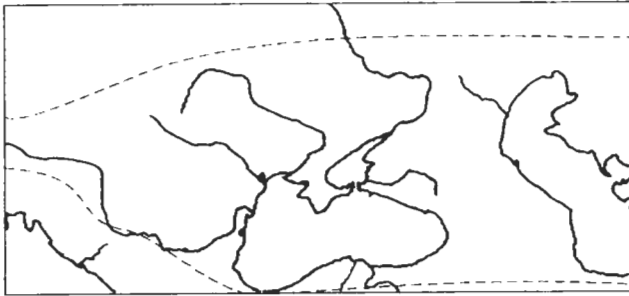


Fig1. Esquema simplificat de la mar Sarmàtica (Paratetis).

Estructura geomorfològica

Com a resultat dels darrers processos orogènics —orogènia alpina—, la conca mediterrània queda definitivament estructurada. D'una manera global, és una conca allargada en el sentit latitudinal a la zona temperada de l'hemisferi nord. Mentre que la part septentrional es caracteritza per l'existència d'una estructura molt sinuosa amb tres formacions que es disposen pràcticament en direcció sud —península Ibèrica, Itàlica i Balcànica—, la costa meridional és pràcticament rectilínia a excepció dels golfes de Gabès i Sirte, els quals trenquen la monotonia. Aquesta estructura és conseqüència del moviment alpi especialment important a la Mediterrània occidental i central nord. Així mateix, l'estructura de la península d'Anatòlia també és d'origen alpi. Per tant, queda ben clar que la configuració actual de l'estructura geomorfològica mediterrània està regida en conjunt per l'orogènia alpina. Aquesta estructura dóna lloc a unes característiques particulars: una plataforma continental estreta, una costa terrestre que en línies generals és abrupta o poc desenvolupada i un talús continental amb un gran nombre de canyons submarins. Són poques les plataformes àmplies que en algunes ocasions es corresponen amb zones terrestres costaneres extenses. Aquesta estructura està directament relacionada amb les

característiques oceanogràfiques en l'àmbit marí i amb les estructures poblacionals pel que fa als assentaments humans. El primer aspecte, de caràcter oceanogràfic, té impacte en la bioecologia i el segon té importància des del punt de vista de l'acció de la pesca (figura 2) (Briand, Maldonado 1997).

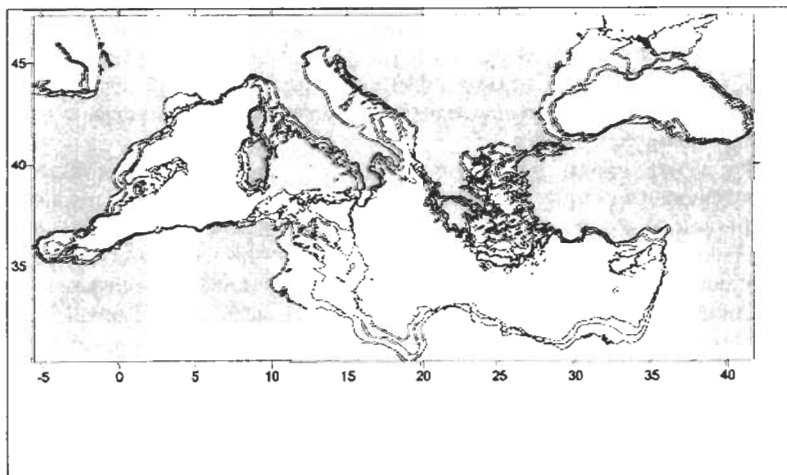


Fig 2. Mapa de les conques mediterrània i pòntica. Isòbates de 200 m i 1 000 m.

Les plataformes més àmplies es troben a la zona compresa entre Castelló i València, al golf de Lleó —amb el delta del Roine—, al nord de l'Adriàtica, al golf de Gabès i a la mar Negra —l'àmplia zona situada entre la desembocadura del Danubi i la península de Crimea, una plataforma en part formada per les aportacions sedimentàries dels rius del sud-est d'Europa: el Dnièper i el Dnièster, juntament amb el Don, que desemboca a la petita mar d'Azov.

Paral·lelament a l'estretor general de la plataforma continental, cal destacar el gran nombre de canyons existents en el talús que es troben arreu i que tenen orígens diferents: en alguns casos es tracta d'estructures que responen a causes orogèniques i, en d'altres —la majoria— són la continuació de les conques fluvials que han marcat profundament en especial la part superior del talús continental i estan influenciades per les diferents variacions del nivell de la mar i en concret per la crisi del Messinià, que va deixar aquesta mar reduïda a unes quantes zones inundades.

D'altra banda, és molt important que la Mediterrània es trobi entre tres plaques tectòniques actives que precisament tenen la seva zona de contacte a la Mediterrània: la placa africana, la placa europea i la placa aràbiga —aquesta darrera flanqueja la part més

oriental. L'activitat de les plaques africana i europea no solament va donar lloc a l'orogènia alpina, sinó que també es manifesta activa a través dels freqüents terratrèmols i de les àrees volcàniques situades aproximadament en una línia que travessa la Mediterrània d'oest a est. És precisament en aquesta línia on es troben formacions geomorfològiques de molta importància: les illes mediterrànies —les Balears, Còrsega, Sardenya, Sicília, Malta, Creta i Xipre—, totes elles molt relacionades amb els moviments orogènics que han sacsejat la conca mediterrània. No es pot oblidar un conjunt d'illes situades a la mar Egea, malgrat que tenen un origen diferent: enfonsaments de plaques litosfèriques —subduccions—, en el Terciari i el Quaternari, que permetran l'aparició de la mar Egea i de restes muntanyoses: les illes.

Un altre aspecte cabdal en la geomorfologia mediterrània són els estrets. No solament són importants perquè separen/uneixen les diverses subconques mediterrànies, sinó també perquè són llocs de pas de les masses d'aigua i tenen un paper rellevant en la dinàmica oceanogràfica. Sens dubte els més importants són l'estret de Gibraltar, a través del qual s'estableix el reequilibri hidrogràfic mediterrani, i els estrets del Bòsfor i dels Dardanel, que connecten les restes de l'antiga Paratetis, o mar Sarmàtica, amb la Mediterrània oriental i, en concret, amb la mar Egea. En un segon ordre cal assenyalar l'estret de Sicília, que estableix la comunicació entre la conca mediterrània occidental i l'oriental; dues conques que han mantingut diferències importants en llur comportament i en llur evolució geològica. No cal dir que els altres estrets existents tenen també la seva importància i, sens dubte, el d'Òtranto, que marca l'entrada/sortida de la mar Adriàtica, i el de Messina, que comunica la mar Tirrena i la Jònica a través de fortes turbulències, tenen molt d'interès. En el capítol següent, en tractar la hidrografia mediterrània, tomarà a ésser evident el paper de tots els estrets com a passos i comunicacions dels corrents marins mediterranis (Sorokin 1982).

Les aportacions sedimentàries, és a dir, la quantitat de diferents materials en suspensió, varien segons els diversos llocs i segons els materials. En general l'aportació és més baixa a la Mediterrània en conjunt —de 0,1 a 4,6 mg·L⁻¹— que a la mar Negra, on arriba a ser fins a cinc vegades més elevada. Cal destacar la major concentració a prop de la costa i en les proximitats dels rius. La gran quantitat d'aportacions fluvials a la mar Negra explica que n'hi hagi una concentració més alta paral·lelament amb una salinitat més baixa. No es poden oblidar les aportacions per mitjà de l'atmosfera: sorres molt fines procedents del Sàhara i diverses substàncies procedents dels fums industrials que, en alguns casos, poden contribuir fins i tot a l'enriquiment de la capa superficial amb aportacions de P i N. Cal dir que hi ha una diferència en el comportament durant la sedimentació segons si es tracta de material orgànic degradable per l'acció dels bacteris o material inorgànic disposat segons la distància de la costa. El primer aspecte està estretament relacionat amb les zones molt productives i el segon, amb les aportacions fluvials. És interessant assenyalar la presència de roques poc fossilitzades en el límit de la plataforma continental, que és del Plistocè inferior. En resum es pot assenyalar que el clima influeix en la sedimentació. El valor mitjà de l'anhidrid de silici amorf és del 0,74 %, aproximadament.

i està relacionat amb l'abundància de plàncton, sense oblidar que aquesta substància en algunes ocasions és d'origen terrigen. A la Mediterrània oriental es troben sedimentacions recents de l'Holocè en forma de fines làmines de 0,2-2 cm de gruix amb fang de color i distribució variables; en canvi, a la Mediterrània occidental són de color gris. A més, a la Mediterrània oriental abunden fangs sapropèlics que escassegen a la Mediterrània occidental. Aquestes deposicions a la Mediterrània oriental es produïren durant els canvis que tingueren lloc fa entre 11 000 i 7 000 anys (figura 3; taula 1).

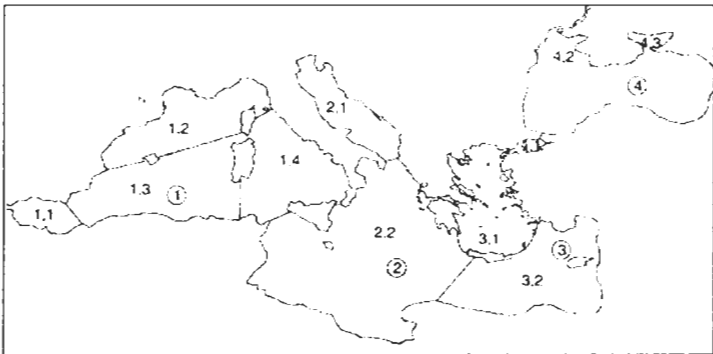


Fig 3. Subconques mediterrànies proposades (Bas 2005).

Mar Catalana	Bioclasts, coralls, coccòlits, foraminífers
Golf de Gènova	Bioclasts, turbidites, foraminífers
Algèria	Terrígens, biogènics/calcaris, turbidites
Tirrena	Piroclàstics, hidrotermals, turbidites
Sicília Tunísia	Bioclasts
Centre cubeta occidental	Coccòlits, foraminífers
Adriàtica	Bioclasts (N i W), fangs, argiles i detrits (central), terrígens
Egea	Bioclasts, pteròpodes, coccòlits, diagenètics, piroclàstics i turbidites
Jònica	Sorres amb bioclasts, foraminífers, coccòlits, pteròpodes, diagenètics de carbonats, turbidites
Llevantina	Bioclasts, trossos de conquilles, fangs i argiles, pteròpodes, turbidites, foraminífers, coccòlits
Màrmara	Terrígens, turbidites
Negra	Fangs i argiles, especialment a l'oest de Crimea

TAULA 1. Sediments actuals de la Mediterrània (Emelianov *et al.* 1981)

Circulació general de la Mediterrània

Com a resultat directe de l'entrada d'aigua atlàntica per l'estret de Gibraltar es produeix una estratègia circulatoria que afecta la totalitat de la Mediterrània. Aquesta circulació és molt complexa tant pel que fa a la seva dinàmica com a les tres capes principals típiques d'aquesta mar: aigua superficial, aigua intermèdia i aigua fonda. Els diversos autors que han tractat el tema assenyalen una tònica general força semblant, però amb importants variants en la mesoestructura, especialment amb relació als corrents superficials, els més ben estudiats. El corrent superficial penetra des de l'Atlàntic a través de l'estret de Gibraltar i descriu dos girs anticiclònics molt amplis, el primer dels quals és permanent i l'altre en alguns casos pot ser-hi absent. L'aspecte més important és la presència d'un front marí que està situat entre Almeria i Orà i que correspon a la part més oriental del segon remolí. Aquest front funciona com una gran membrana oscil·lant i segurament influencia la dinàmica marina de la conca algeriana (figura 4) (Millot 1987). A la costa algeriana, el corrent atlàntic es presenta com una successió de remolins en direcció est. És interessant assenyalar que alguns d'aquests remolins es desprenen del corrent pròpiament dit i naveguen lliurement com unes grans bombolles d'aigua atlàntica que es distribueixen per la conca algeriana i segurament tenen molta importància com a illots d'aigua atlàntica on algunes espècies deuen trobar condicions idònies per a llur desenvolupament. El fet que aquestes bombolles no traspassin la línia que uneix les illes Balears amb l'illa de Còrsega justifica la divisió de la conca algeriana separant-la de la Mediterrània nord-occidental. D'altra banda, cal tenir en compte dos corrents que se separen del principal: un que divergeix molt a l'inici de la costa d'Algèria i es dirigeix cap a les Balears, principalment entre les Pitiüses i la Península, i l'altre que s'inicia al final d'Algèria i penetra a la conca tirrènica. Aquesta darrera branca ascendeix per la costa italiana, segueix cap a França, després cap a la península Ibèrica i acaba a l'Atlàntic per la part més profunda de l'estret de Gibraltar. En l'àmplia zona de la Mediterrània occidental cal assenyalar, entre d'altres, dos processos importants: en el primer procés, el corrent de la mar Tirrena al sud del golf de Ligúria propicia l'existència d'un gran gir ciclònic enriquidor on es concentren una gran quantitat de peixos migradors i també de grans cetacs. El segon procés es localitza a la mar Catalana. El corrent que puja per la costa ibèrica juntament amb les aigües procedents de la zona d'Algèria passen per les illes Balears cap a la mar Catalana i freguen amb el corrent que tanca la gran volta ciclònica. Aquest fregament dona lloc a l'existència d'un front sinusoide amb un gran potencial enriquidor, tal com ho demostra la gran abundància de mictòfids i gonostomàtids en aquesta zona. En conjunt, el gran corrent ciclònic circula paral·lel a la costa però se situa al límit de la plataforma continental a una velocitat mitjana; triga de 15 a 20 dies a recórrer la totalitat del golf de Lleó i varia el seu flux considerablement segons el lloc (taula 2) (figura 5).

Un aspecte important en el gran gir ciclònic de la Mediterrània occidental s'esdevé a la mar Tirrena. L'aigua atlàntica que penetra pel canal de Sardenya i Sicília a l'estiu hi entra amb dificultat, ja que el canal quasi queda tancat a causa de la formació d'un front constituït

per una sèrie de meandres. Com que en aquesta època també se suprimeix el flux d'aigua pel canal de Còrsega, es produeix un cert estancament en la circulació tirrènica. En línies generals, la dinàmica de la mar Tirrena es caracteritza per un gir ciclònic amb un corrent, que puja paral·lel a la costa italiana, de l'aigua que ha entrat pel canal de Sardenya i Sicília i després baixa per la part oriental de les illes de Còrsega i Sardenya. Aquest fenomen té la seva màxima activitat a l'hivern quan els passos d'entrada i sortida estan oberts. És important assenyalar que en el gran gir ciclònic de la Mediterrània occidental la mar Tirrena té un paper molt important, ja que regula el flux que nodreix el corrent liguiprovençal.



Fig 4. Esquema de la circulació superficial a la Mediterrània (Millot 1987).

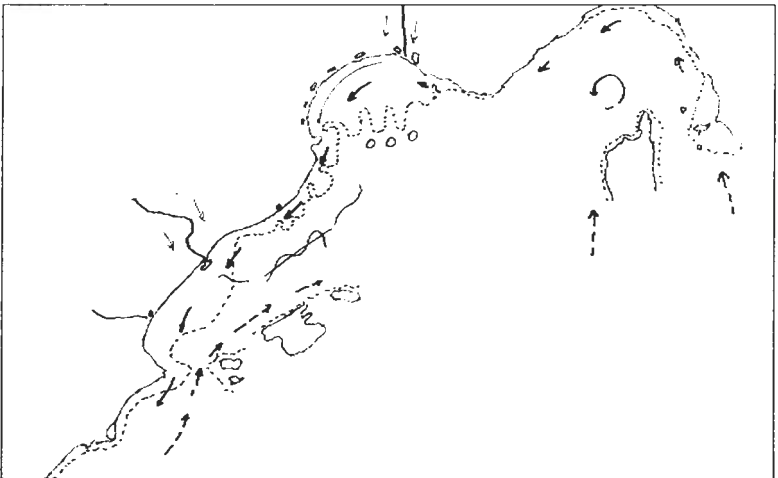


Fig 5. Esquema de la circulació a la Mediterrània nord-occidental.

Gibraltar	1,68 (entrada)	1,60 (sortida)
Mar català	0,1 (febrer)	0,75-1 (estiu)
Alacant - Eivissa	0,2 (sud)	0,5 (estiu)
Eivissa - Mallorca	0,45 (nord)	0,15 (sud, febrer)
Còrsega	1 (hivern)	0 (estiu)
Sicília	1,15	3 (hivern)
Òtranto	0,1	
Negra - Mediterrània	0,01	
Centre Jònica	1,5 (estiu)	0,57 (hivern)
Gir Marsa Matruk	1,5 (estiu)	1,5 (hivern)
Gir Shikmona	1,82 (estiu)	1,50 (hivern)

TAULA 2. Valors dels fluxos marins en diferents llocs ($S_v = 10^6 \text{ m}^3/\text{seg}^{-1}$)

El corrent superficial que no ha entrat a la zona de la mar Tirrena s'escola cap a la Mediterrània oriental a través del canal de Sicília. Aquest corrent té un flux variable d'entre 1 i 3 Sv, amb una intensitat màxima durant l'estiu. En aquesta zona hi ha un front que és intens sobre el talús que marca el pas de la zona occidental a l'oriental. La seva estructura és semblant a la que s'origina a l'estret de Gibraltar amb el front Almeria-Orà. El corrent atlàntic és ja molt dèbil i especialment de menys gruix, se separa de la costa i segueix en direcció est. Dos remolins secundaris ocupen els espais corresponents als golfs de Gabès i Sirte. En l'aspecte dinàmic, el més important és la branca que se separa per donar lloc a un gran gir ciclònic que ocupa la part central de la mar Jònica. Per la seva part oriental origina el corrent que alimenta la mar Adriàtica i penetra pel canal d'Òtranto. En contrapartida, les aigües que surten d'aquesta mar per la part oriental d'Itàlia tomen a alimentar el gir ciclònic i així també ho fan les aigües que s'hi incorporen procedents de la zona de Creta. El procés dinàmic és molt complex i segurament es manté retroalimentat per diferents mecanismes entre els quals cal tenir en compte el flux molt turbulent que arriba a través del canal de Messina.

De la mateixa manera que a la Mediterrània occidental una branca del corrent principal entra a la Mediterrània, a la cubeta oriental una branca del gir ciclònic de la mar Jònica penetra i regeix la circulació a la mar Adriàtica. L'aigua puja per la part oriental i mostra tres girs en direcció a la costa italiana: el primer se situa a l'altura de Dubrovnik, el segon en la línia entre Zadar i Ancona, i el tercer a la part superior de Adriàtica. Aquests girs alimenten la part occidental que acaba escolant-se per la costa italiana a través del canal d'Òtranto per incorporar-se a les aigües de la mar Jònica. La circulació adriàtica està

fortament influenciada per dos factors: el vent bora, que bufa del NE, i les aportacions fluvials, amb especial incidència del Po, que representa aproximadament la meitat de les aportacions totals d'aigua dolça. Aquesta estructura explica les diferències tèrmiques entre l'est i l'oest i de nord a sud. També hi ha diferències considerables de salinitat. És important consignar que, des del punt de vista dinàmic, hi ha una major estabilitat a la part oriental que no pas a l'occidental. El flux d'entrada d'aigua a través del canal d'Òtranto s'estima en un 1 Sv (Mosetti 1984). És interessant assenyalar que a la part italiana no s'observa aigües avall de la desembocadura del Po un important enriquiment en nutrients com seria d'esperar de les aportacions considerables d'aquest riu. Scaccini (1985) ho atribueix a la gran biomassa de consumidors en les zones properes a la desembocadura. Cal destacar que la mar Adriàtica mostra característiques que la distingeixen de la resta de la Mediterrània i que segurament estan relacionades amb raons geològiques antigues —la mar Sarmàtica— especialment evidents a la part més septentrional.

Finalment, el corrent atlàntic, cada cop més debilitat i amb menys gruix, arriba a la part més oriental de la Mediterrània: la conca llewantina. Aquest corrent té un recorregut sinuós fins a les costes del Líban. Circula ja a una certa profunditat —uns 70 metres— i l'aspecte més notable és l'increment de la salinitat, que arriba al 39 ‰. Cal destacar un cert nombre de grans girs força persistents, situats al sud del corrent i de caràcter anticiclònic, mentre que els que estan situats al nord són més petits i de caràcter ciclònic (Melanotte-Rizoli *et al.* 1992) (figura 6). Hom té la impressió que el corrent transcorre encaixonat entre aquests grans girs. A la costa del Líban es bifurca i una branca transcorre paral·lela a la costa d'Anatòlia. L'existència de vents tant del sud com del nord condiciona la presència d'una forta varietat dinàmica en les diverses parts de la conca llewantina. Finalment, amb seguretat l'estructura del llindar profund que separa la conca de la mar Jònica té importància per explicar les especials característiques d'aquesta zona.



Fig 6. Circulació a la Mediterrània oriental (Robinson *et al.* 1987).

Per la part oriental de l'arc de Rodes-Creta-Kithira, penetra a la mar Egea aigua de la Mediterrània, que, després d'una sèrie de girs i filaments a l'interior de la conca i influenciats per les aigües menys salades provinents de la zona pòntica, acaben finalment sortint una altra vegada a la Mediterrània per la part més occidental de l'arc esmentat. Cal destacar que la zona de contacte entre les aigües d'origen pòntic que s'escolen a través dels Dardanels i les d'origen mediterrani roman estable i és de caràcter termohali.

La zona pòntica, amb una especial atenció a la mar Negra, resta de l'antic Paratetis, mostra en línies generals dos potents girs ciclònics, a l'est i a l'oest de la conca, separats per una línia imaginària que uneix la península de Crimea amb la part central de la península d'Anatòlia. Els girs circulen prop de la costa a excepció de la zona d'àmplia plataforma que s'estén entre Crimea i Bulgària. A aquesta àmplia plataforma hi desemboquen rius molt cabalosos com també en la mar d'Azov. Aquest fet fa que la zona pòntica sigui una conca de diluïció, al contrari que la Mediterrània, que és una conca de concentració (figura 7). La sortida d'aigua de menys salinitat de la mar Negra a la mar Egea és especialment intensa a l'estiu. En aquest tipus de circulació té una especial importància el vent, que, quan és fort, procedent del nord, pot arribar a anular el corrent compensatori provinent de l'Egea.

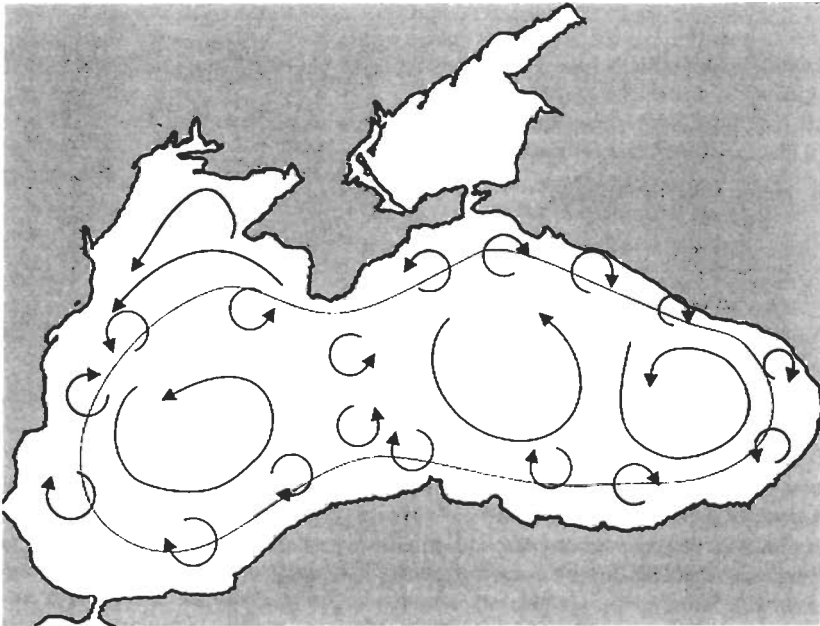


Fig 7. Esquema de la circulació a la mar Negra.

Des del punt de vista dinàmic i també biològic, té una especial importància l'aigua intermèdia. Els vents més forts i persistents són els causants de la formació d'aquesta capa d'aigua així com de l'aigua profunda. Encara que l'aigua que circula per la Mediterrània és en la seva major part d'origen atlàntic, experimenta modificacions i esdevé aigua atlàntica modificada, a causa de l'acció dels vents i algunes característiques estructurals que finalment desencadenen que en determinades zones s'originin aquesta aigua intermèdia que després circula entre 200 i 400 metres de fondària des del fons de la Mediterrània fins a l'estret de Gibraltar. Aquesta aigua intermèdia s'origina principalment en punts determinats: el sud d'Anatòlia, el sud de la mar Adriàtica i el golf de Lleó, sense que això signifiqui l'exclusió d'altres llocs menys importants. La circulació de l'aigua intermèdia té lloc entre les aigües superficials molt dinàmiques, especialment alimentades pel corrent atlàntic i les aigües fondes, més enllà dels 400 metres, més estables i amb una dinàmica menys coneguda. En els punts abans esmentats, l'acció dels vents més persistents dóna lloc al refredament, a voltes bruscat, de la capa superficial per dispersió de les molècules d'aigua, que provoca un augment de la salinitat/densitat que afavoreix l'enfonsament d'aquesta aigua superficial progressivament més densa, la qual cosa contribueix a la formació d'aigua de fons que, com s'ha dit abans, es caracteritza per la seva llarga pervivència, estimada a l'entorn d'un segle.

Règims estuaris

Una visió particular de la Mediterrània consisteix a considerar la importància dels règims de tipus estuarià que caracteritzen el pas de les aigües a través dels seus estrets i, en especial, pels estrets de Gibraltar i dels Dardanel·ls. En aquests dos casos es produeix una entrada d'aigua de menys salinitat per la part superficial i una sortida compensatòria d'aigua més densa per la part inferior, a fi de mantenir de forma hidrodinàmica el flux d'entrada. Una característica interessant és la formació d'una zona frontal davant d'aquestes estructures estuarines. Així s'observa amb el front Almeria-Orà, en el cas de l'estret de Gibraltar, i amb un front al nord de l'Egea —les illes Espòrades—, on acaba la influència de l'entrada d'aigua pòntica. En tots els altres passos o estrets el fet és menys evident, si bé el pas d'aigua superficial es podria considerar compensat per l'aigua intermèdia que circula a més fondària en sentit oposat. De totes maneres, les diverses característiques de les aigües d'entrada i sortida en la major part dels estrets són poc marcades i això impedeix la presència de fronts, com en els dos casos anteriors. Així, la circulació mediterrània es podria considerar un conjunt de règims estuaris de diferent complexitat, a causa de la diferència salina entre l'aigua d'entrada i l'aigua de sortida. En conjunt, la Mediterrània es pot considerar un gran règim estuarià invers, ja que no dilueix sinó que concentra els seus components.

Meteorologia de la conca mediterrània

Cal tenir en compte que l'àrea mediterrània es troba en temes generals en una regió intermèdia entre el clima més aviat humit de la part del nord i el clima desèrtic i molt sec de

la part sud i oriental (figura 8). El moviment de les àrees ciclòniques —les borrasques— del centre d'Europa i del nord d'Àfrica, contraposades a les àrees d'altres pressions existents a l'entorn de les illes Açores, i també al Pròxim Orient, dóna lloc a la formació de vents característics que tenen una gran influència en la climatologia mediterrània. És important destacar que els sistemes orogràfics tenen un paper molt important en la direcció dels diferents corrents atmosfèrics. A l'estiu hi ha un progressiu escalfament de les zones del sud i de l'orient al mateix temps que l'anticicló de les Açores va estenent progressivament la seva influència sobre gran part de la Mediterrània occidental. A l'hivern les borrasques procedents de l'oest creuen la península Ibèrica. Altres borrasques que es troben al golf de Gènova, a la part superior de l'Adriàtica i a l'àrea de Xipre desencadenen pluges a la seva part occidental. Les borrasques que se situen al nord d'Àfrica són les que originen vents intensos que bufen des del continent africà cap al nord, a voltes amb una gran intensitat, i són la causa de les pluges de fang tan freqüents en les zones més septentrionals. La combinació dels vents d'origen nòrdic i meridional és l'element que configura en línies generals les característiques del clima mediterrani. Cal destacar, per exemple, que els fronts que travessen la península Ibèrica perden la seva influència quan arriben a les ribes mediterrànies, ja que els vents que hi dominen, fruit de les borrasques i les àrees anticiclòniques que bufen del nord, s'encarreguen de barrar-los el pas. Aquests vents són el mestral i la tramuntana, el que dóna lloc a una estructura meteorològica variable i complexa en tota la conca balear (figura 9).

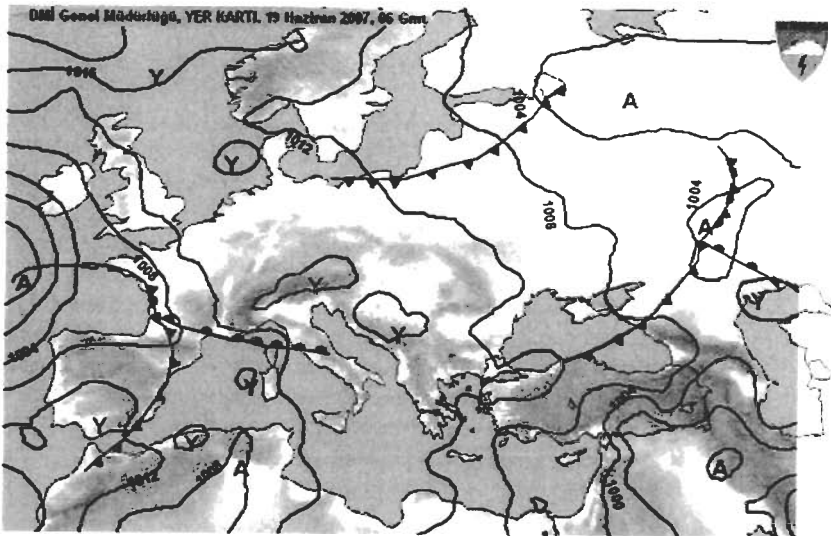


Fig 8. Exemple de distribució meteorològica a la Mediterrània.
(Servei Meteorològic Turc, <http://www.meteor.gov.tr/2006/english/eng-actualmaps.aspx?subPg=B>)

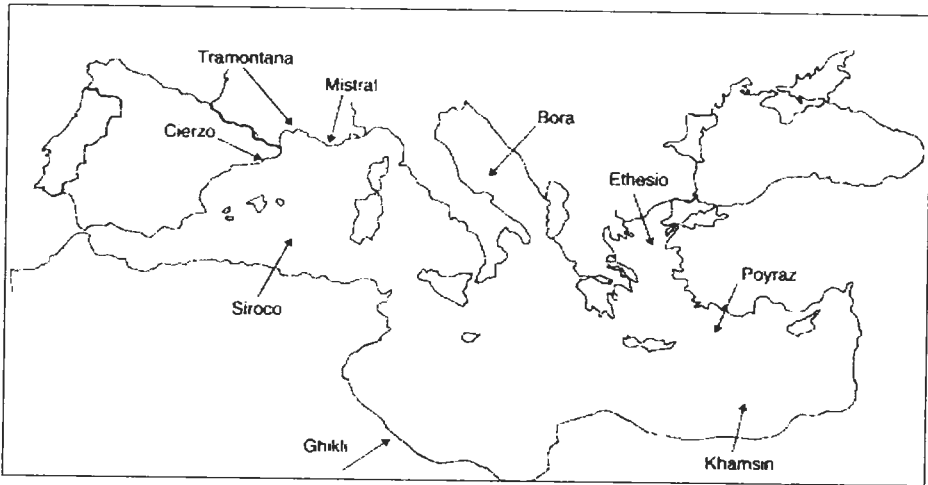


Fig 9. Mapa dels vents més importants a la Mediterrània.

En la zona adriàtica, el vent bora, resultat d'altres pressions a l'Europa central i de baixes pressions a la zona mediterrània —zona adriàtica—, bufa del NE i té una forta incidència sobre la climatologia i la dinàmica hidrogràfica de la conca. És més intens a l'hivern. S'esdevé una situació semblant a l'Egea, on els vents *stiros* s'originen per la conjunció d'altres pressions a la zona de l'Europa oriental i de baixes pressions marines. També cal considerar els vents etesis que bufen des de les muntanyes del nord de l'Egea i tenen efecte *föhn* i estacional, de manera que alteren considerablement aquesta regió de la mar. Així mateix, les borrasques en àrees anticiclòniques a l'Europa central-oriental són l'origen dels vents *poyraz*. Les àrees ciclòniques que es formen al nord d'Àfrica donen lloc a l'existència del xaloc, que bufa des dels deserts africans cap a la mediterrània i és portador de fines partícules de sorra en suspensió. Els vents que acumulen humitat en el seu llarg recorregut sobre el mar —llevants— si es troben en àrees fredes poden provocar pluges en zones properes a la costa. A la part més oriental, i en gran mesura sota la influència de la vall del Nil, es troba el vent *khamsin* que a compleix el mateix paper que el xaloc a la part occidental.

Els vents esmentats, juntament amb altres de menys importants, no tan sols són causa determinant del clima mediterrani, sinó que també són, en bona part, els que ajuden a definir el recorregut dels corrents marins d'una manera molt decisiva. D'altra banda, com ja s'ha indicat abans, especialment en algunes àrees són causants de fortes variacions de la densitat de l'aigua superficial, que, en enfonsar-se, desencadena la formació d'aigua intermèdia i d'aigua de fons d'una gran importància en la dinàmica mediterrània, tant des del punt de vista fisicoquímic com biològic.

Productivitat marina

En la major part dels estudis referits a la capacitat productiva de la mar Mediterrània, es considera que és bàsicament molt reduïda, si es compara amb valors estimats en la major part de les zones oceàniques. Hi ha molts factors que indueixen a mantenir aquest punt de vista: les zones amb potents processos d'aflorament hi són reduïdes i escasses. D'altra banda, les aigües que entren per l'estret de Gibraltar són més aviat pobres en nutrients, i les que en surten són aigües intermèdies relativament més riques; per tant, hi ha una pèrdua relativa de nutrients. Si bé en la major part dels estudis globals aquesta idea de pobresa és la dominant, una anàlisi aprofundida permet considerar aquesta qüestió des d'un punt de vista més positiu. No solament hi ha un cert nombre de zones d'aflorament clàssic, sinó que també, i el que és més important, hi ha una gran varietat de mecanismes productius. Aquí s'analitzen breument els més interessants. Un aspecte important és que els constitueix la gran massa de plàncton que es va enfonsant progressivament, i que, quan perden la seva vitalitat, constitueixen el detritus que té una gran rellevància en la dinàmica productiva, com es veurà més endavant. També cal tenir en compte la gran quantitat de matèria orgànica com a resultat del metabolisme del zooplàncton: els *pellets*. Aquesta massa biològicament inactiva és atacada pels bacteris, en moltes ocasions *in situ*, i la reintrodueixen en la mecànica productiva (Alcaraz *et al.* 1994). Això apareix clarament quan s'examina la distribució vertical de l'abundància de bacteris i s'observa l'existència d'un màxim estretament relacionat d'aquestes concentracions de matèria orgànica.

Un altre mecanisme productiu està relacionat amb el que s'anomena «el màxim profund de clorofil·la» (Estrada 1985), situat en el límit de penetració de la llum enèrgicament activa que reactiva la capacitat de la clorofil·la dels organismes del fitoplàncton que van sedimentant, en trobar-se amb fortes concentracions de nutrients. Si bé la distribució fòtonica es va dispersant, així mateix, el picoplàncton i el nanoplàncton aprofiten millor aquesta energia. Aquest procés és més intens en les aigües més allunyades de la costa. Un altre mecanisme productiu està relacionat amb la presència d'àrees ciclòniques, de les quals és un bon exemple la zona situada al sud del golf de Gènova. Una altra zona molt productiva es troba a la zona de contacte entre les aigües nerítiques de la plataforma continental i les oceàniques del talús. En aquestes zones és fàcil observar una gran concentració de biomassa de diversos tipus, resultat de l'alta capacitat productiva d'aquestes zones. En relació amb aquest procés, se'n poden considerar alguns altres: d'una banda, el refregament d'aigües pertanyents a diferents corrents que entren en contacte genera energia, fet que propicia la formació i la concentració de biomassa, i també les capçaleres dels filaments marins tan abundants a la Mediterrània (Margalef 1985). Hi ha altres mecanismes relacionats amb els nombrosos canyons submarins que caracteritzen la major part del talús mediterrani. La influència dels vents provoca transvasaments al llarg dels canyons i, així mateix, l'efecte xemeneia possibilita que les aigües intermèdies arribin a la superfície enriquides i, per tant, afavoreixen l'existència de zones de producció que, si bé en particular són poc rellevants, adquireixen importància global pel gran nombre en

què es troben. Des d'un punt de vista biològic, cal considerar altres processos: les grans masses de sàlpids, doliòlids i d'apendiculàries que es formen especialment al final de la primavera no es perden, com s'havia suposat, sinó que es degraden i reaprofiten, ja que entren de nou en la cadena productiva (figura 10).

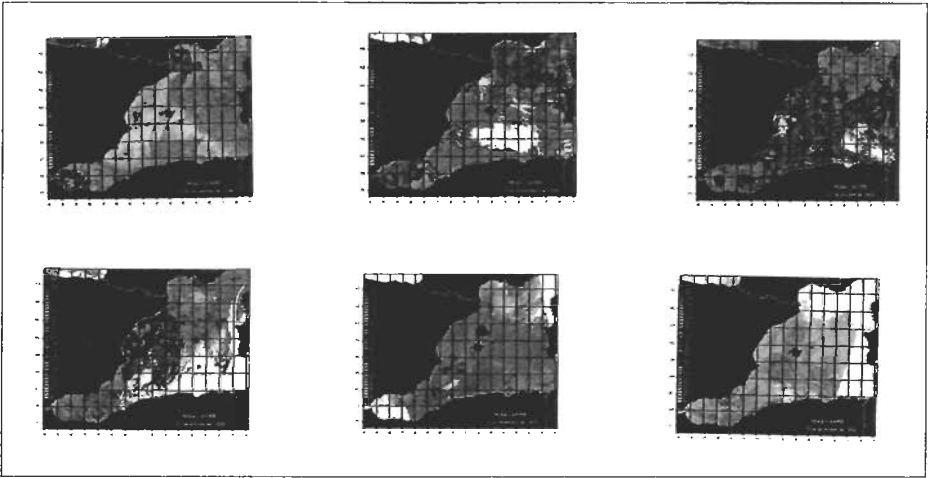


Fig 10.1. Imatges satel·litàries de la temperatura superficial a la cubeta occidental.
(Dep. Biol. ULPGC; gentilesia d'A. J. Ramos.)

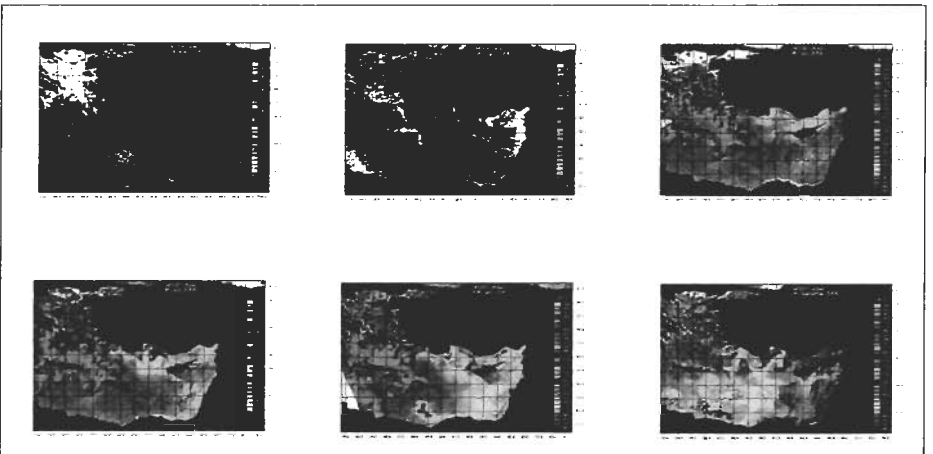


Fig 10.2. Imatges satel·litàries de la temperatura superficial a la cubeta oriental.
(Dep. Biol. ULPGC; gentilesia d'A. J. Ramos.)

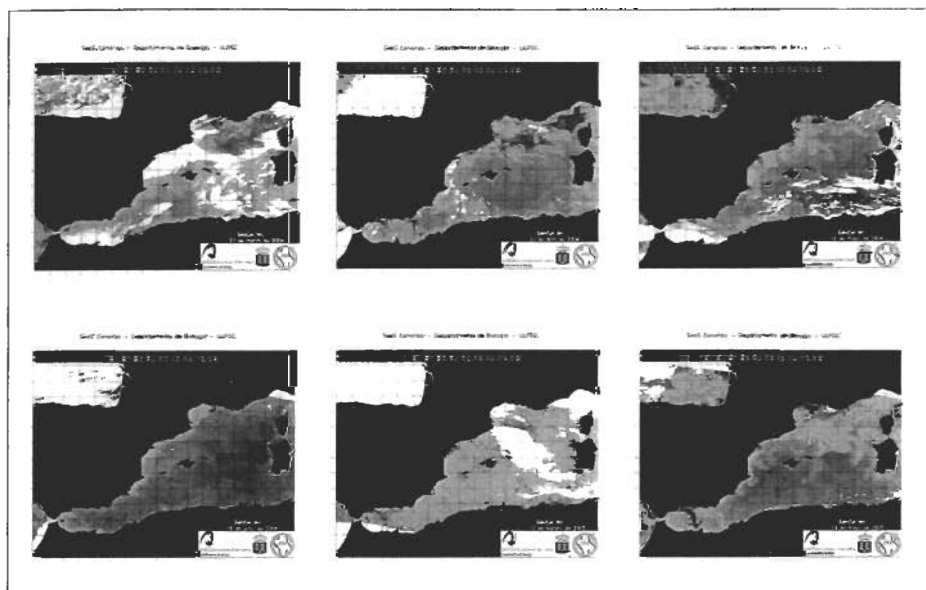
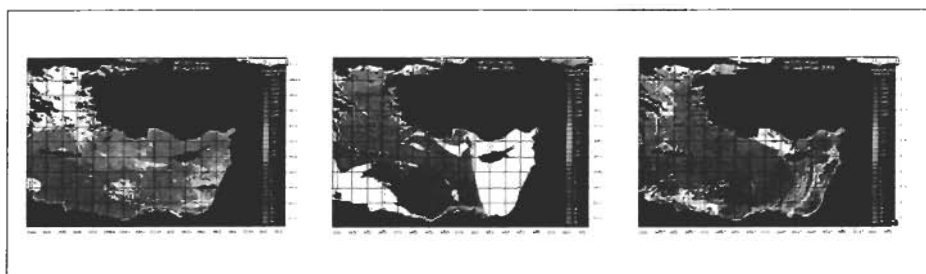


Fig 10.3. Imatge satel·litària de la distribució de la clorofil·la a la cubeta occidental.
(Dep. Biol. ULPGC; gentilesa d'A. J. Ramos.)



10.4. Imatge satel·litària de la distribució de la clorofil·la a la cubeta oriental.
(Dep. Biol. ULPGC; gentilesa d'A. J. Ramos.)

Entre els factors que afavoreixen la productivitat d'origen extern trobem les aportacions fluvials, especialment dels grans rius, que transporten alhora components d'origen terrícola i altres d'orgànics enriquidors del procés productiu. Segurament en una quantitat menor cal assenyalar, com s'ha indicat en els processos sedimentaris, les aportacions provinents de l'atmosfera de substàncies capaces de portar nutrients a la capa superficial, que pot

representar un enriquiment potencial sobretot a les zones allunyades de la costa i on els processos clàssics d'afloresciment són poc possibles.

La realitat és, per tant, que la productivitat global de la Mediterrània no és fruit d'un mecanisme clàssic d'afloresciment d'aigües profundes que aporten nutrients, sinó d'un procés complex d'integració de diferents mecanismes, cada un de relativa poca importància, però que en conjunt donen lloc a una productivitat superior a l'esperada. S'obtenen valors d'entre 5 i 15 mg·Chl·m⁻³·any⁻¹, un resultat bastant superior als valors clàssicament assenyalats.

Queda encara un factor important, que no és altre que els bacteris, els quals són molt abundants en la interfície aigua-fons, responsables del reciclatge de la matèria orgànica dipositada. Però encara hi ha més; segurament l'atac dels bacteris a les micropartícules possibilita l'augment de la seva grandària i que esdevingui material utilitzable pels microorganismes filtradors que es troben a les aigües fondes, fet que representa un increment d'aliment disponible que d'una altra manera no es podria aprofitar. Finalment, cal considerar la particularització de la matèria orgànica dissolta, ja sigui per l'acció microbiana o per la mecànica, el que pot representar un altre mecanisme d'enriquiment de les aigües marines (taula 3).

Quan es parla de distribució, és important considerar el flux del corrent atlàntic i les diferents estratègies que es troben des de la part occidental fins a l'oriental, circumstàncies relacionades amb característiques dinàmiques i estructurals. A la zona d'Alboran, l'existència d'àrees anticiclòniques i especialment del front Almeria-Orà dona lloc a una intensa activitat productiva. A la Mediterrània nord-occidental diversos mecanismes contribueixen a una productivitat relativament elevada: afloraments, aportacions fluvials, front del talús, filaments —especialment a la zona de l'Ebre—, refregament de corrents a la part central de la mar Catalana i a l'àrea de Ligúria. Sens dubte, la producció a la zona del golf de Lleó és molt important. A la zona algeriana, els remolins originats pel corrent atlàntic mostren diferències considerables: unes zones són monoespecífiques, mentre que d'altres són constituïdes per una gran varietat d'espècies. La producció zooplànctònica és variada al llarg del cicle anual. Un exemple que té un gran interès és la distribució nord-sud a la conca occidental. Així, a la zona septentrional i prenent per exemple els eufausiacis, l'espècie més abundant és *Meganictiphanes norvegica*, pròpia de les aigües fredes boreals, mentre que a la part meridional és més abundant *Nyctiphanes couchi*, d'aigües més calentes. D'aquesta manera es fa evident la importància dels diferents orígens en el poblament o repoblament de la Mediterrània. A la mar Tirrena, la producció globalment és més baixa i sols a l'estret de Messina, caracteritzat per la seva gran turbulència, s'observen valors més elevats. Aquest fet està ben correlacionat amb la producció global de la mar Tirrena, que és més aviat reduïda. Ben al contrari, la mar Adriàtica es caracteritza per la seva elevada productivitat, especialment a la zona nord i a la plataforma italiana. En aquest sentit, cal destacar-ne dos factors: el primer està constituït per les aportacions del riu Po, amb una gran quantitat de nutrients que es van estenent fins a la meitat de la costa italiana; el segon és la influència del vent bora, que manté la dinàmica marina. Hi ha dos aspectes que cal subratllar: la major pobresa a la costa dàlmata i, en conjunt, a la part més meridional de la mar Adriàtica. La

Alborán	Clorofila a 0,5-1,1 mg m ⁻² año ⁻¹ Zooplankton > 20 mg m ⁻³	Muy alto en el frente de Orán y Alborán
Med. NW	80-145 g Cl m ⁻² año ⁻¹ 87-35 g Cl m ⁻² año ⁻¹ 86-142 g Cl m ⁻² año ⁻¹ 114 g Cl m ⁻² año ⁻¹ 88 g Cl m ⁻² año ⁻¹ 80 g Cl m ⁻² año ⁻¹ 67 g Cl m ⁻² año ⁻¹ 40 g Cl m ⁻² año ⁻¹ Clorofila a 10 mg m ⁻³ año ⁻¹ 5-10 mg m ⁻³ año ⁻¹	(Invierno) Banyuls de la Marenda (Invierno) Marsella Villefranche Mónaco (Fabiano-84) Capo Marin Liguria Liguria (Aricur-88)
Tirreno	135 mg Cl m ⁻² día ⁻¹ 200 mg Cl m ⁻² día ⁻¹ 310 mg Cl m ⁻² día ⁻¹ 225 mg Cl m ⁻² día ⁻¹ Clorofila a 0,28 mg m ⁻³ hora ⁻¹ Clorofila a 10 mg m ⁻³ día ⁻¹ 1,64 mg Cl m ⁻³ hora ⁻¹	Sicilia Calabria Porto Milazzo Messina Messina Messina
Jónico	190 mg Cl l ⁻¹ día ⁻¹ Zooplankton 290.000 individual m ⁻³ Entre 8-10 m	
Egeo	Clorofila a 0,36-9,75 mg/L 0,24-3,58 mg 0,32-2,04 mg/L Células litro 7,2 · 10 ⁴ -10 ⁴ -10 ⁵ 0,48 · 10 ⁴ -6,8 · 10 ⁴ 8,8 · 10 ⁴ -0,97 · 10 ⁵ 33 g Cl m ⁻² año ⁻¹ 5-100 g Cl m ⁻² año ⁻¹ 16-25 g Cl m ⁻² año ⁻¹	64-30 g Cl m ⁻² año ⁻¹ Soronikos (Frigilos, 1988) 0,12-0,19 g Cl m ⁻² año ⁻¹
Levante	50-90 g Cl m ⁻² año ⁻¹ Clorofila 5-15 mg m ⁻³ año ⁻¹ 31,5-42 mg Cl m ⁻² 24h	(Dugdale-Hopkins, 1978) Zona norte, general, Beman <i>et al.</i> 1984-88 Zona norte, Coeman, 1988
Producción Costera Mediterraneo	31,5-42 mg Cl m ⁻² 24h	(Sournia-73) (Jacques-89) Mónaco
Argelia	0,25-0,5 Cl m ⁻³ h 0,35 mg Cl g m ⁻³	
Producción Marítima Levante (Norte)	7-157 mg m ⁻³ día ⁻¹ 36 mg Cl m ⁻² año ⁻¹ Producción bentónica: 0,089 gr m ⁻² (200 m fondo) Circalitoral: 8-16 g m ⁻²	Más alta en Alborán y Alto Adriático (Oren. ? no publicada)
Sicilia (Sur) Túnez Adriático (bentónica)	4,12 g m ⁻² (200 m fondo) 48-126 g m ⁻²	
Israel (bentónica)	0,059-0,075 g m ⁻²	
Alejandro (bentónica)	Alta (Nilo)	
Adriático	6-10 mg Cl g m ⁻³ año ⁻¹ 4-1,5 mg Cl g m ⁻³ año ⁻¹	Alrededores del Po Adriático N-Costa Italiana, Croacia y Albania (sólo muy cerca costa)
Pónica	1-0,3 mg Cl g m ⁻³ año ⁻¹ 10-4 mg Cl g m ⁻³ año ⁻¹ 3-1 mg Cl g m ⁻³ año ⁻¹ 1-0,2 mg Cl g m ⁻³ año ⁻¹ 0,7-0,2 mg Cl g m ⁻³ año ⁻¹	En la mayor parte del Adriático Mar Azor + costa plataforma Odesa Plataforma Odesa, costas de Rumania, Bulgaria, costa muy cercana a Turquía, Rusia y Georgia, norte Mármara Limite- plataforma alta mar, especialmente en la parte W. Parte sur de Mármara Resto del mar Negro

TAULA 3. Productivitat primària. Diverses expressions i diferents autors

part septentrional pot presentar en algunes ocasions fenòmens d'eutròfia i la presència de masses gelatinoses típiques d'aquesta zona. Al contrari del que s'ha assenyalat en la mar Tirrena, la producció global de la mar Adriàtica, centrada especialment a la costa italiana, és molt elevada. A la mar Jònica s'observa una certa capacitat productiva a la zona del golf de Tàrent i també, segurament a causa de l'amplitud de la plataforma, al golf de Gabès. Tanmateix, a la costa de Líbia la productivitat és reduïda com era d'esperar, i mínima a la part central de la zona. A la mar Egea la part més rica està situada a la zona nord i al golf de Saronicos. Sembla que, malgrat l'escassa informació disponible, la capacitat productiva podria assegurar una major producció pesquera. Finalment, la part més oriental —la conca llewantina— es caracteritza per la baixa capacitat productiva a causa de la molt reduïda influència del corrent atlàntic, que aquí està molt debilitat, l'estretor de la plataforma continental i la temperatura i la salinitat més elevades. Mereix una consideració especial la zona d'influència del riu Nil. Resta la zona pòntica, que mostra una altíssima productivitat, amb la zona del mar d'Azov i l'amplíssima plataforma de la part nord-occidental, una molt alta producció que segurament és propiciada per importants aportacions fluvials. A la part central la productivitat és més baixa, però en tot cas és de l'ordre de la que es detecta a la Mediterrània nord-occidental. La més elevada d'aquesta mar, juntament amb la que s'assenyala a la mar Adriàtica. Aquesta altíssima capacitat productiva explica l'existència de potents biomasses actuals del *Ctenofor*. *Moneyopsis Leydi*.

Ecosistemes mediterranis

Des de molts punts de vista, la mar Mediterrània es podria considerar un únic ecosistema ateses les següents consideracions que es poden captar com a fonamentals: en primer lloc, tot el medi marí està influenciat pel corrent atlàntic, que, entrant per l'estret de Gibraltar, com a compensació del dèficit hídric, s'estén per diverses ramificacions fins a la totalitat de la Mediterrània, fins i tot al nord de l'Adriàtica i a la part més allunyada de la conca llewantina. Aquesta circumstància segurament és el fet bàsic, si bé, com es comentarà més endavant, existeixen fluxos evidents que matisen les característiques de l'aigua atlàntica que constitueix el corrent principal. Altrament, l'estructura geomorfològica de la conca mediterrània en la seva estructura actual és el resultat de l'orogènia alpina i, per tant, es pot considerar que mostra unes característiques bàsiques força uniformes, especialment a la part del nord. Fins i tot a la península d'Anatòlia, que està formada per un nucli geològic molt antic, les cadenes costaneres tant del nord com del sud són d'origen alpí i per tant la costa té, com la major part del terreny, característiques alpines.

Pel que fa al poblament, cal remarcar que bàsicament es troben les mateixes espècies a tota la Mediterrània, especialment amb referència als components més alts en les relacions tròfiques —peixos, crustacis i mol·luscs—, però cal esmentar diferències de matis com a resultat dels diversos processos de poblament que s'han esdevingut al llarg dels temps geològics. Així, als antics pobladors s'hi afegiren poblacions de tipus boreal, juntament amb d'altres de tipus tropical. La seva distribució actual té relació amb les

característiques ambientals que més recorden les del seu hàbitat de procedència. En el Terciari la fauna estava formada especialment per espècies de tipus tropical i subtropical i alguns components de tipus temperat. Aquest és el conjunt propi del paleomediterrani. En quedar aïllat de l'Indopacífic, es produeix un refredament i queden restes endèmiques del poblament antic. Aleshores, té lloc l'entrada de nous poblaments de tipus atlàntic que constitueixen en bona part el poblament actual. A les acaballes del Pliocè i durant el Plistocè es produeix l'entrada d'elements d'origen boreal que se superposen als anteriors temperats (primera glaciació), però finalment perden importància, i dominen de nou els elements temperats. Aquest procés es repeteix diverses vegades, en el Sicília i en el Tirrenià, i cal destacar la fauna d'origen senegalès, que, com en anteriors ocasions, se superposa a la fauna anterior. Finalment, en la darrera glaciació —Würm— hi ha una altra entrada d'elements boreals característics en les tanatocenosis dels límits de les plataformes continentals. Al final d'aquest període, aquests elements minven molt i resten els components bàsics protomediterranis amb restes de pobladors antics, elements temperats i d'altres de tipus tropical que en conjunt constitueixen el poblament actual. Els elements boreals han quedat reclosos a les zones més septentrionals de la Mediterrània, mentre que els d'origen tropical s'escolen principalment per la riba meridional. Algunes de les espècies són típiques d'aigües atlàntiques properes, mentre que d'altres són de distribució molt àmplia. Un exemple clar és *Aristeus antennatus*, típica del Mediterrani i de l'Atlàntic marroquí, mentre que *Aristeomorpha foliacea* té una distribució molt àmplia.

Entre els endemismes, cal esmentar *Possidonia oceanica*, *Spicara flexuosa*, *S. cryselis*, *S. smaris*, *Raya melitensis* i *R. polystigma*. Entre les espècies emigrants de tipus boreal, destaquen els gàdids, *Platycthyis* i *Sprattus*. Entre els elements tropicals i subtropicals atlàntics són importants els serrànids, els espàrids, els làbrids, els caràngids, *Balistes carolinensis*, entre d'altres. Més endavant, amb l'obertura dels estrets del Bòsfor i dels Dardanel, espècies pròpies de la zona pòntica s'escampen per la Mediterrània. Actualment té interès esmentar l'entrada gradual però mantinguda d'elements *lessepsians* a través del canal de Suez.

La major part de les espècies es troben a tota la Mediterrània, si bé canvia la proporció relativa entre les espècies o bé llur abundància. Malgrat aquesta relativa uniformitat, s'observen canvis que es consideren aquí d'una manera global. Des d'aquest punt de vista, una espècie característica és la ucla. A la Mediterrània occidental, les espècies més abundants són *Spicara smaris* i *Spicara cryselis*, mentre que a la Mediterrània oriental —i especialment a la conca levantina, a l'entorn de Xipre, i a la mar Egea— l'espècie és substituïda per *S. flexuosa*. Altrament, aquesta mateixa espècie és molt més present en les aigües septentrionals que en la costa sud. Una altra espècie que mostra clarament aquesta variació és *Engraulis encrasicolus*. La seva abundància va disminuint en direcció est, pel que fa a la vessant meridional. Així, a partir de Tunísia pràcticament desapareix. Entre les pelàgiques, *Sardinella pilchardus* és present en tota la Mediterrània, tot i que la seva abundància disminueix en direcció a Gaza, mentre que *Sardinella aurita*, una espècie d'origen tropical, augmenta en la mateixa direcció de tal manera que a les costes d'Egipte substitueix pràcticament la sardina (taula 4).

Un altre pelàgic que mostra clarament una distribució boreal és *Sprattus sprattus*. A la part nord de la Mediterrània nord-occidental la seva presència és molt reduïda, mentre que a la part nord de la mar Adriàtica, especialment a la costa dalmata, és força més abundant. La major biomassa d'aquesta espècie es troba a la mar Negra, on la seva biomassa és certament molt important. Aquesta espècie fortament relacionada amb el seitó i la sardina forma la major biomassa dels recursos pelàgics. En aquest cas són moltes les reflexions que es poden fer, però segurament la més versemblant està relacionada amb el Paratetis, caracteritzat per la presència d'espècies de tipus boreal que han entrat a la Mediterrània a través de la mar de Màrmara quan els estrets del Bòsfor i dels Dardanels es van obrir en el Quaternari superior.

Merlangius merlangus és una altra espècie important a la mar Negra que també es troba al nord de l'Egea i de la mar Adriàtica. És d'hàbitat mesopelàgic. Com a espècie demersal, *Psetta maeötica* també és molt abundant a la mar Negra, especialment a la seva part occidental. Espècies semblants estan representades en altres àrees acantonades a les zones més septentrionals i, en particular, al golf de Lleó. Si en la distribució de peixos, crustacis i mol·luscs s'observa una gran uniformitat matisada amb derives en alguns casos, això també és evident en altres pobladors. Així, per exemple, entre les algues, algunes espècies mostren clarament la influència latitudinal. En les poblacions d'algues de la fàcies litoral al nord del cap de Creus, és important l'associació de *Padina pavonia* amb *Clodotephus verticillatus*, mentre que més al sud aquesta espècie és substituïda per *Halopteris scoparia* (Bas 1949). Una situació semblant es produeix en la distribució d'espècies del grup dels eufausiacis, que mostren clarament l'acantonament de les espècies nòrdiques a la part septentrional i en conjunt queda clar que la fàcies boreal queda acantonada a la part nord, segurament com a refugi de les espècies que resten de les invasions boreals primigènies. Ben al contrari succeeix a la zona sud, on a més del testimoni que s'acaba d'esmentar, *Sardinella aurita* és un clar exemple de les espècies que van penetrar a la Mediterrània durant les invasions tropicals i subtropicals. També cal esmentar *Solea senegalensis*, que s'ha anat expandint per la costa peninsular ibèrica, així com l'espàrid *Pagellus belloti*, els quals són exemples de penetracions relativament recents d'espècies originàries de l'Atlàntic subtropical presents a la Mediterrània occidental.

Però el fenomen més important és el conegut com a migració *lessepsiana*. És un fenomen relativament recent que mostra com espècies d'origen indopacífic van penetrant de manera gradual pel canal de Suez. Aquest fenomen és tan important que a la costa de Gaza i d'Israel són molt abundants i fins i tot substitueixen certes espècies d'interès tradicional per a la pesca. Així, *Mullus barbatus* ha estat substituït per *Upeneus mollucensis*, i *Merluccius merluccius*, per *Saurida undosquamis*. La primera de les espècies esmentades s'ha estès àmpliament per la Mediterrània i sembla que ha arribat fins i tot a les costes llevantines de la península Ibèrica. D'altra banda, també ha penetrat a la subconca pòntica travessant la mar Egea. Aquest procés ben actual s'està estenent de manera lenta, però continuada, i constantment s'esmenten presències de diferents espècies que penetren a través de la mar Roja i es van estenent de manera progressiva per tota la Mediterrània

en direcció oest. El seu estudi és de màxim interès, perquè, de ben segur, és una rèplica dels anteriors poblaments.

	Alboran	Med. NW	Algèria	Tirrena	Adriàtica	Jònica	Egea	Llevant	Negra
Plataforma (km ²)	11 115	54 163	30 276	14 804	94 290	109 950	61 761	56 670	90 288
Sardina	2 780	1 000	180	340	530	230	400 ¹	220 ¹	50 ¹ /50 ²
Seitó	990	800	90	40	140	30	270	-	3 250
Sorell	450	60	130	130	30	60	130	20	210
Espàrids	450	50	330	520	30	140	310	130	100
Roger	60	70	60	180	30	50	100	60	100
Lluç	50	130	60	170	50	170	50	302	-
Talús (km ²) ³	29 467	41 948	42 768	48 609	19 650	138 525	34 973	72 760	24 840
Maire	70	110	50	-	50	6	-	-	-
Escamarlà	7	10	-	10	50	30	-	20 ⁴	-
Gamba rosada	20	120	50	20	-	-	-	-	-

1) Sardina més alata.

2) Lluç més *Saurida undoquamis*.

3) *Natantia* espècie sense discriminar.

4) Alosa.

5) Amploia.

6) Les densitats corresponents al talús estan minimitzades, ja que la superfície del talús compresa entre 200 i 1 000 metres és superior a la superfície ocupada per les espècies considerades.

TAULA 4. Distribució de densitats de les espècies més importants en kg/km²

IMPACTE DE L'HOME

La pesca

En el context mediterrani no es pot fer abstracció de la presència de l'home a les seves ribes. Des de sempre han aparegut indicis de les accions de l'home relacionades amb el mar (Alegret, 2003) i l'existència de colònies dedicades a la pesca, entre d'altres llocs, a la zona pòntica per part dels grecs. També hi ha documentades dades molt antigues

relacionades amb la pesca en el context de l'arribada de l'*Homo sapiens* a Europa. El desenvolupament tecnològic de la pesca, així com l'impacte que ha tingut sobre l'ecosistema mediterrani, és un fonament progressiu amb una línia molt clara i que està estretament relacionada amb la geomorfologia de l'entorn. Allí on la plataforma continental és àmplia, si bé aquesta situació és sempre relativa pel que fa al context mediterrani, el perfeccionament tecnològic hauria donat lloc a dos ginyes de pesca típics: arts d'arrossegament i arts d'encerclament. En el primer cas es tracta de la forma tècnicament evolucionada per poder actuar sobre el fons i el seu desenvolupament està molt estretament relacionat amb les xarxes primitives. Si bé és una tècnica molt desenvolupada, com sigui que les plataformes són relativament estretes, aquesta circumstància originarà ràpidament una situació de sobreexplotació prou coneguda de tota la Mediterrània.

L'altra línia de progrés, molt més recent, va des de les xarxes primitives fins a les grans xarxes d'encerclament. Aquests tipus d'arts de pesca no estan lligats a l'estructura del fons sinó que es poden emprar en diverses àrees: sobre la plataforma, especialment per a la pesca dels pelàgics petits i mitjans, i a alta mar per a la pesca dels grans migradors. Això fa que, juntament amb la major abundància, especialment dels pelàgics petits i mitjans, la seva pressió sobre els recursos pesquers sigui intensa, però no tan gran com succeeix en el cas de la pesca mitjançant els arts d'arrossegament.

Les formes inicials, a partir de les quals han evolucionat les tècniques més modernes, no han desaparegut, encara que han experimentat millores tecnològiques evidents, i conserven en bona part llurs característiques primigènies. Així, palangres, tremalls, xarxes, nanses, etc. han experimentat modificacions especialment en les dimensions. Només a títol d'exemple, els palangres i les xarxes, avui dia poden tenir quilòmetres de longitud sense que això signifiqui altra cosa que disposar d'instruments mecànics que en facilitin la maniobrabilitat.

Una visió general de l'acció de l'home sobre el medi marí a través de la pesca mostra amb claredat que existeix un gradient de desenvolupament tecnològic que té direcció oest-est. Mentre que en bona part de la conca occidental l'impacte de l'home sobre els recursos marins és molt intens, mitjançant l'ús de ginyes tecnològicament molt desenvolupats, a la conca oriental són encara molt abundants els arts de pesca de tipus primitiu. Així, la forta pressió tecnològica i, és clar, la demanda, han esperonat l'explotació del talús continental i s'ha arribat fins als 1 000 metres de fondària en moltes ocasions. Quan s'observa el tipus d'esforç desenvolupat a la zona de la mar Egea, amb una profunditat mitjana inferior als 1 000 metres, hom observa que en general la pesca està restringida a les àrees costaneres mitjançant l'ús d'instruments de pesca artesanals i poc desenvolupats. De seguida ens hauríem de preguntar quines són les causes d'aquestes diferències. Són característiques biològiques, espècies diferents, variacions en l'abundància, fons poc adients per a la pesca...? O bé hi intervenen motivacions economicosocials que, ben al contrari del que succeeix a la part occidental, no estimulen la pesca? Una primera observació ens faria inclinar per aquesta segona possibilitat. Si considerem l'impacte socioeconòmic de l'entorn pesquer, s'observa l'existència d'un gradient decreixent d'oest a est segurament

molt lligat al grau de desenvolupament general de la població. Fins a la dècada dels cinquanta, els estudis del nivell de consum mostren una major preferència per la carn, que apareix com el producte més apreciat, de tal manera que quan el preu mitjà del peix s'apropa al de la carn el comprador fa un esforç per tal d'adquirir productes càrnics (Bas *et al.* 1955). Posteriorment, al Mediterrani nord-occidental la situació evoluciona i es dóna més importància al peix, especialment quan aquest és un producte local. És possible que la situació en els països orientals sigui encara la detectada anys enrere a la costa nord-occidental. D'altra banda, si es compara la situació tecnològica de l'esforç de pesca, s'observa una situació semblant, amb un fort impuls tecnològic a la part oest i molt més endarrerit a la Mediterrània oriental. Si a aquestes situacions s'hi afegeixen règims polítics de caràcter programàtic, instaurats en bona part de la vessant sud de la Mediterrània: règim amb un fort control dirigit políticament, etc., és fàcil d'entendre per què el desenvolupament tecnològic de la pesca en aquestes zones és força inferior al que s'observa en d'altres àrees mediterrànies.

Pel que fa a les espècies objectiu per a la pesca s'observa una considerable uniformitat. Hom pot constatar que les espècies que són objecte de pesca són presents quasi d'una manera uniforme per tota la Mediterrània, i tan sols en varia la proporció relativa. Certament hi ha algunes particularitats, com per exemple la desaparició del seitó a la costa sud, a partir de Tunísia.

En línies generals, les espècies són les mateixes en tota la Mediterrània i si en algunes contrades sembla que algunes són més abundants, pot influir-hi el tipus de pesca que afavoreix la captura d'una espècie o d'una altra. Així, per exemple, allí on són més abundants els ginys artesanals, els espàrids poden ser l'espècie predominant. A la mar d'Alboran, entre els pelàgics, l'espècie més abundant és la sardina, si bé fins als anys vuitanta el seitó hi fou molt important i donà lloc a una estratègia ben definida. Pel que fa a la pesca de fons, el lluç, el roger i els espàrids són les espècies predominants. Ja en el talús, la gamba roja i l'escamarlà, i també la maire, en són espècies característiques. A la zona nord-occidental destaquen la sardina i el seitó, així com els grans migradors. En la plataforma, el lluç, el roger, els espàrids, els peixos plans, els mugílids. En el talús, a part de la gamba roja i l'escamarlà, també hi és molt abundant la maire. A la conca algeriana, la sardina sobresurt acompanyada els darrers anys de l'alatxa. Les captures de túnids i peixos espasa també són abundants. En la plataforma, juntament amb les altres espècies ja esmentades, destaquen els espàrids i novament la gamba roja i l'escamarlà hi són força abundants. A la mar Tirrena, la sardina i el seitó hi són menys abundants, juntament amb el sorell i diferents espècies de túnids. Els peixos de plataforma són els mateixos que hem esmentat més amunt i és important assenyalar la presència de la xucla, que va augmentant la seva abundància a mesura que s'avança cap a l'est. En el talús, la gamba roja i l'escamarlà són importants. Queda evident que són les mateixes espècies les que es troben arreu i són objecte d'explotació pesquera.

A la mar Adriàtica, les característiques són semblants, si bé entre els pelàgics cal assenyalar dues diferències importants: l'abundància de seitó, especialment en la vessant

itàlica, i l'existència de l'amploia, especialment a la part nord-oriental. En les àmplies plataformes de la part italiana i a la zona centre i nord, les espècies típiques són les mateixes que en la resta de la Mediterrània amb la particularitat que, especialment a la part meridional, abunda la xucla. Entre els grans pelàgics migradors, els túnids tenen un cert interès. En les zones profundes que sempre es troben a la part sud, l'escamarlà té una gran importància i cap al final de la península Itàlica també hi és present la gamba roja. Cal destacar el fet que l'escamarlà es troba fins i tot en les aigües pràcticament someres de la part septentrional.

Quan passem a la part central de la Mediterrània —la mar Jònica— pel que fa a les espècies pelàgiques, la sardina i l'alatxa són les més abundants, i si bé es detecta la presència del seitó, aquest està arraconat a les costes del nord de la zona, i és absent a les més meridionals. Els túnids i també el peix espasa hi són relativament abundants. En les plataformes continentals, especialment extenses al sud, s'hi troben les espècies acostumades, amb més abundància allí on la plataforma és àmplia, tal com succeeix a l'est de Tunísia: els espàrids i els lluços hi són espècies abundants. També, l'àmplia plataforma tunisiana permet l'abundància de llagostí, i a la costa italiana —especialment al talús entre Sicília i el nord de Tunísia— hi és abundant la gamba de profunditat, el que dona lloc a una important pesqueria.

A la mar Egea la sardina, el seitó, i en menys grau el sorell, experimenten una forta pressió pesquera. A la part meridional, la pesqueria de túnids i peixos espasa és bastant important, i s'estén cap a Xipre, ja en la conca llewantina. A les plataformes continentals, les espècies són les típiques d'altres mars, amb una gran importància dels espàrids, en concordança amb la major importància de la pesca de tipus artesanal. El conjunt de crustacis decàpodes és relativament important, encara que segurament són més abundants les espècies pròpies d'aigües poc profundes. Finalment, la conca llewantina mostra un notable increment de les captures d'alatxa i substitueix en bona part la sardina. Els grans migradors són darrerament importants, si bé cal distingir entre pesqueries d'almadrava a la costa de Líbia i tècniques més modernes a les zones del nord, segurament amb un fort increment els darrers anys. A la plataforma també hi predominen els espàrids i es nota la substitució parcial del lluç per *Saurida undosquamis*. Els crustacis també tenen interès i la gamba de fons és important a la costa d'Israel i possiblement també al sud-est de Turquia. Un fet important és el fort increment de captures de la major part de les espècies explotades a la Mediterrània oriental.

La zona pòntica té, des del punt de vista de les espècies explotades, característiques molt particulars, i el seitó hi és l'espècie més important, ja que en alguns moments ha ultrapassat les 500 000 tones anuals. Entre els migradors, el bonítol, encara que amb fortes oscil·lacions, és important especialment a la zona meridional. A la plataforma, el rèmol, la llissa, el roger, la xucla i els espàrids tenen interès. Paga la pena, però, esmentar una espècie abundant en aquesta mar, el merlà.

A més, els cefalòpodes són importants a les zones occidentals i centrals de la Mediterrània i menys a la conca oriental. Igualment succeeix amb els bivalves. Les esponges

són pròpies de la part central i oriental amb una gran tendència a disminuir. Per contra, el corall és més característic d'algunes costes occidentals i de la part central, i també mostra una forta tendència decreixent.

Contaminació

Una altra forma de l'impacte important que l'home exerceix sobre el medi marí és la contaminació, que pot ser directa o indirecta. Els camins mitjançant els quals els contaminants arriben a la mar són tres: directament des de la costa, a través de les aportacions fluvials i directament a la mar, ja sigui per mitjà de vessaments efectuats des dels vaixells o per decantació dels contaminants que es troben a l'atmosfera procedents de processos que tenen lloc terra endins —els fums. Aquests contaminants tenen un denominador comú: sempre són perjudicials per al medi marí. En algunes ocasions la decantació de fums atmosfèrics pot fins i tot ser beneficiosa perquè aporta nutrients —especialment fosfats i nitrats— a zones allunyades de la costa, amb la qual cosa es possibilita l'enriquiment de les aigües superficials. Una anàlisi global de la contaminació mediterrània mostra amb claredat que el seu valor màxim es troba a la Mediterrània occidental, però va disminuint progressivament en direcció est; per tant, hi ha un gradient negatiu oest-est. Una ràpida ullada sobre l'origen de les aportacions contaminants reforça aquest punt de vista. La forta aglomeració urbana a les costes de la zona occidental i part de la central, molt influenciades pel turisme, implica, malgrat les dessaladores no sempre existents, l'arribada temporal d'una gran quantitat de deixalles urbanes costaneres. És a la zona pòntica on els grans rius que desemboquen a la part nord de la mar Negra aporten les quantioses deixalles de les populoses ciutats que es troben a les seves ribes. En aquest context és especialment important l'aportació de tipus turístic que implica durant l'estiu multiplicar per 5-10 la població costanera d'atracció turística. Són processos difícilment controlables i més intensos a la Mediterrània nord-occidental i a la part superior de l'Adriàtica. A la part meridional aquest fenomen té menys interès, si s'exceptuen alguns indrets de la costa tunisiana.

Juntament amb el que s'acaba d'esmentar, és important assenyalar les aportacions via fluvial dels residus agrícoles i industrials relacionats amb les zones més importants pel que fa a aquestes activitats. En aquest aspecte, el Roine i el Po i els grans rius pòntics aporten els residus de grans conques industrials i mineres, mentre que l'Ebre drena cap a la Mediterrània grans quantitats de productes tòxics —pesticides, herbicides i insecticides— que són emprats en les extenses zones agràries de la seva conca. El mateix cal assenyalar per a altres zones (taula 5). Encara que aquestes fonts sembla que són les més importants pel que fa a la contaminació mediterrània, la importantíssima quantitat de cru que es transporta per aquesta mar és causa d'una important contaminació. Finalment, cal esmentar els contaminants de metalls pesants, d'origen radioactiu i una gran quantitat de deixalles de tot tipus provinents de la navegació, que si bé està reglamentada, és incontrolada amb massa freqüència (Codispoti 1997).

Riu	Alachlor	Atrazine	Metalechlor	Molinate	Simazine	Total
Po	<0,03-0,106	0,021-0,118	<0,03-0,605	<0,03-1,750	0,06-0,081	0,171-2,660
Ródano	<0,001	0,022-0,386	-	-	0,018-0,372	0,041-0,758
Ebro	<0,001-0,267	<0,001-0,190	<0,001-0,568	<0,001-0,568	0,010-0,138	0,014-1,787
Euros/Morç	nd-0,37	nd-0,63	-	-	nd-0,32	nd-1,32
Agios	<0,05-1,30	<0,05-0,70	<0,001-0,90	<0,001-0,90	<0,06-0,30	0,261-3,70
Aliakmon	nd-1,20	nd-0,74	nd-0,94	nd-0,94	nd-0,06	nd-3,57
Nilo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,005

TAULA 5. Diferents pesticides/herbicides aportats a la mar pels rius mediterranis (Albanis 1977) en mg·L⁻¹

Un dels efectes més importants dels contaminants es manifesta en els canvis de la biodiversitat dels ecosistemes marins. El sistema costaner gens o poc alterats es caracteritzen per una important varietat de components: crustacis (del 10 al 20 %), mol·luscs (del 15 al 20 %), equinodermes (del 5 al 8 %), poliquets (que signifiquen a l'entorn del 58 %) i altres espècies d'interès (del 5 al 10 %) entre les quals destaquen, per exemple, el celenteris colonials (figura 11). Quan la contaminació és intensa, es produeix un canvi molt radical i en aquest cas els poliquets i els nematodes poden arribar a representar el 90 % del total. La resta és constituïda per un conjunt d'espècies generalment poc variat. Si bé l'impacte més important és clar en les poblacions demersals, no és poc freqüent que les poblacions pelàgiques siguin afectades d'alguna manera, per exemple, per les mareas roges (Constanza *et al.* 1997).

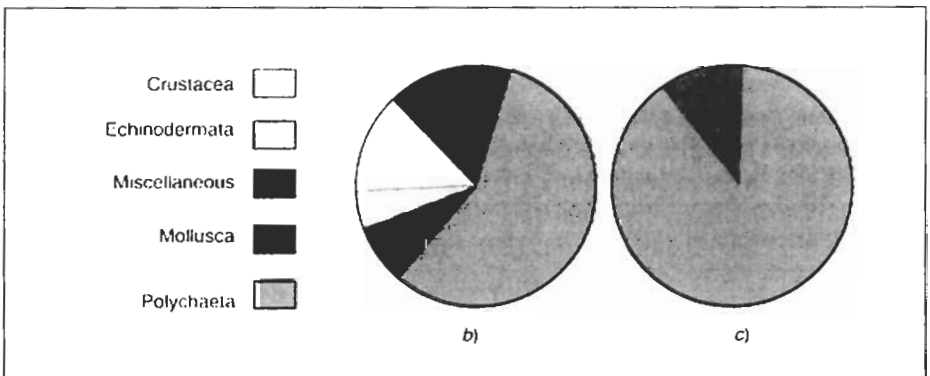


Fig 11. Canvis en la distribució bentònica: b) situació antiga; c) situació actual.

Evidentment, la causa més important de l'alteració de la biodiversitat mediterrània prové de la pesca, que, en incidir sobre determinades espècies —espècies objectiu— de manera primordial, provoca la destrucció de l'equilibri en l'ecosistema i en molts casos pot desencadenar-ne la destrucció i, en la millor circumstància, un canvi profund en l'estructura (Kocatas *et al.* 1987).

El conjunt de les accions contaminants al principi quedava restringit a les zones costaneres i a part de la plataforma continental, però actualment, en la mesura que els processos contaminants van adquirint més i més intensitat, són cada cop més àmplies les àrees afectades i més importants els impactes que tenen sobre la bionomia del conjunt de la Mediterrània. Un efecte segurament causat per múltiples circumstàncies no és altre que la massiva aparició de meduses a gran part de la Mediterrània.

Característiques globals

La consideració de la Mediterrània com una unitat estructural no es pot tenir en compte sols des del punt de vista oceanogràfic, sinó que, per a entendre el seu dinamisme, també és bàsic no oblidar la totalitat de les seves estratègies. Caldrà doncs tenir en compte no solament les característiques de la dinàmica oceanogràfica i dels components de l'ecosistema, com s'ha realitzat en els capítols precedents, sinó que també caldrà incloure-hi l'impacte de l'home com a agent pertorbador —pesca i contaminació— influenciat per les estratègies socio-econòmiques, i tot considerat en el seu context geomorfològic. Aquesta visió global i integradora correspon als plantejaments proposats per Sherman *et al.* (1999) i ampliat, incloent-hi l'impacte humà/social. És el concepte ampliat dels grans ecosistemes marins (LME: *large marine ecosystems*). Aquí és plantejarà la comprensió de la dinàmica mediterrània tenint en compte un fet que sembla important: l'existència de tres formacions geoestratègiques que des del nord es dirigeixen cap al sud. Són les penínsules Ibèrica, Itàlica i Balcànica. Al contrari com ja s'ha comentat el litoral sud, es quasi rectilini en el sentit latitudinal. Aquesta característica estructural té un interès rellevant pel fet que la part nord reuneix tres característiques molt importants: una densitat poblacional màxima, un desenvolupament tecnològic importantíssim i el fet que els països que l'integren han estat en bona part colonitzadors dels països de la ribera meridional. Contràriament a la part sud, les circumstàncies són certament unes altres, el que pot donar lloc a fortes tensions nord-sud que requereixen polítiques molt eficaces i compensatòries de transvasament sociopolític i tecnològic. Si només es considera el component biològic és evident que totes aquestes consideracions podrien estar fora de lloc, però no es pot oblidar que l'ecosistema marí mediterrani està sotmès a una fortíssima pressió humana que en modifica l'estructura tant des del punt de vista biològic (pesca) com fins i tot des de les estratègies costaneres: ports, destrucció del litoral, etc. Com a resultat d'aquesta visió complexa i total de la Mediterrània, és impossible una descripció i comprensió amb vista a una adequada regularització que no tingui en compte totes aquestes facetes i les seves mútues influències.

Si bé s'ha acceptat que l'estructura bioecològica és sensiblement uniforme, no ho és l'impacte que el factor socioeconòmic exerceix sobre el sistema. La tecnologia relacionada amb el medi marí és molt sofisticada i intensa a la part nord-occidental i mostra un gradient negatiu en la direcció est i sud. Per contra, la massa humana disponible per actuar sobre la mar en els seus diferents aspectes és més forta especialment en els països del sud i, en particular, a la part més occidental. És indispensable un flux adequat de les possibilitats tecnològiques del nord cap al sud-est, i també és necessària una certa regulació de la pressió del sud sobreabundant en capital humà disponible que pugui substituir el dèficit progressiu constatable en les zones septentrionals. Cal aconseguir una regulació d'aquest doble flux per tal d'assolir un equilibri en l'acció del factor humà sobre l'entorn bioecològic, que podrà suportar una pressió suau i uniforme i d'acord amb les possibilitats en les diverses zones. D'aquesta manera pot ser possible que les diferents necessitats de la pressió social, estretament relacionada amb els nivells d'explotació/mercat, a poc a poc es vagi uniformitzant i complementant, el que ha de permetre no solament conèixer amb profunditat la complexitat d'aquests LME en tota la seva amplitud, sinó també apuntar les normes globals de regularització que tendeixin a llur sostenibilitat.

Finalment, aquesta comprensió global serà eficaç en el context d'un model bioeconòmic que tingui en compte tots els factors i llur complexitat. Caldria fonamentar-se en dues relacions clàssiques:

D'una banda, reclutament + creixement = mortalitat natural + mortalitat per pesca ($R + C = M + F$) i, de l'altra, l'equació que relaciona presa i depredador (recurs i pescador) segons l'expressió de Lotka-Volterra. La presentació del paràmetre *reclutament* a partir del model proposat per Solari et al. permet un ajust de la realitat més realista. Pel que fa al *creixement poblacional*, caldrà tenir en compte la capacitat de càrrega del sistema mediterrani juntament amb els processos de densiddependència i densiindependència. Tot plegat queda —per bé que molt complicat— en els models ECOPATH i ECOSIM. El paràmetre *mortalitat natural* està estretament relacionat amb l'acció presa-depredador entre concomitants. Finalment, amb relació al paràmetre *mortalitat per pesca* trobem els aspectes bioeconòmics i la influència dels mercats, entre els quals cal considerar els destinats al consum bàsic (l'alimentari) i al consum de luxe típic d'una gran part del litoral mediterrani, on l'elevat preu que assumeix la producció pesquera local en els mercats respectius explica que l'escassetat de les captures permeti —subvencions a part—, mantenir una explotació raonablement exitosa. Tota aquesta complexa xarxa de relacions bioeconòmiques generalment no estan en equilibri, sinó que, en la millor de les condicions, se situen en els límits de la situació d'equilibri. En aquestes condicions, el concepte d'elasticitat és bàsic per a entendre la capacitat de subsistència del context mediterrani.

BIBLIOGRAFIA

- Alagret, J. LL. 2003. *La Pesca a Catalunya*. Ed. Anglia.
- Alcaraz, M.; Saiz, E.; Estrada, M. 1994. *Excretion of ammonia by zooplankton and its potential contribution to nitrogen requirements for primary production in the Catalan Sea (NW Mediterranean)*. Mar. Biol., 119 (1): 69-76.
- Astraldi, M.; Balopoulos, S.; Candela, J.; Font, J.; Gracic, M.; Gasparini, J. R.; Manca, B.; Teocharis, A. i Tintoré, J. 1999. *The role of straits and channels in understanding the characteristics of Mediterranean circulation*. Progress in ocean., 44 (1-3): 65-108.
- Bas, C. 1949. *Contribución al conocimiento algológico de la costa catalana*. P. Inst. Biol. Api., (6): 103-127.
- Bas, C. 1965. *Note préliminaire sur la crevette rouge, Aristeus Antennatus*. Débats et Doc. Tech., CGPM-FAO, 8 p.
- Bas, C. 1966. *Crecimiento y desarrollo en Micromesistius pouassou. Desarrollo de los otolito*. Inv. Pesq., 30: 179-197.
- Bas, C. 1990. *Contribució al coneixement bioecològic de la Mediterrània NW: Influència antròpica*. Mem. R. A. C. A. de Barcelona XLIX, (12), 67 p.
- Bas, C. 1992. *Ecological structures: expansion and replacement. A: International symposium on middle-sized pelagic fish*. C. Bas, J. J. Castro i J. M. Lorenzo (eds.). Scientia Marina, 59 (3-4): 373-380.
- Bas, C. 2006. *The Mediterranean Sea: Living resources and exploitation*. CIHEAM – COPEMED, 509 p.
- Bas, C.; Morales, E.; Rubió, M. 1955. *La pesca en España: Cataluña*. Instituto de Investigaciones Pesqueras, C.S.I.C. Barcelona, 500 p.
- Bas, C.; Calderón, L. E. 1989. *Effect of anthropogenic and environmental factors on the blue whiting Micromesistius pouassou off the Catalanian coast, 1950-1982*. Mar. Ecol. Prog., Ser, 54 (3): 221-228.
- Blanc, J. J. 1968. *Sedimentary geology of the Mediterranean Sea*. Oceanogr. Mar. Biol. Am., ref. 6: 377-454.
- Bianchi, C. K., Morri, C. 2000. *Marine diversity of the Mediterranean Sea: Situation, problems and prospects for future research*. Mar. Pobl. Bull., 40 (5): 367-376.
- Blott, J. 1970. *Etudes des faunes ichthyologiques fossiles et interpretation de l'evolution du milieu merin au Méditerranée*. Journées Ichthyologiques 13-20 CIESMM. Mònaco.

- Briand, F.; Maldonado, A. 1997. *Transformation and evolution of the Mediterranean coast-line*. Bull. Inst. Ocean., núm. especial 18, CIESMM, Sci. Series, 243 p.
- Codispoti, A. 1997. *The limits to the growth*. Nat., 387 (15-V-97), 33 p.
- Costanza, R.; d'Arge, R.; de Groot et al. 1997. *The values of the world's ecosystem services and natural capital*. Nat., 387: 253-260.
- Emelianov, E. M.; Shimkus, K. M. et al. 1981. *Unconsolidated bottom surface sediments of the Mediterranean and Black seas (layer 0-5cm)*. Printed by the Head Department of Navigation of Oceanography of the URSS.
- Estrada, M. 1985. *Deep phytoplankton and chlorophyll maximum in the Western Mediterranean*. In the Moraitou – Apostolopoulou i V. Kiortis (ed.). Med. Mar., Ecosystems, 247-277.
- García Olivares, A.; Isern Fontanet, J.; García-Ladona, E. 2007. *Dispersion of passive tracers and finite scale Lyapunov exponents in the Western Mediterranean Sea*. Deep Sea Researchers, part I, 54 (2): 253-268.
- Kocatas, A.; Ergen, Z.; Mater, S.; Özel, J.; Katagan, T.; Koray, T.; Önen, M. i Kaya, M. 1987. *Biological diversity in Turkey marine fauna*. Environmental problems foundation of Turkey. Collected Reprints, vol. 13: 141-162.
- Lotka, A. J. 1925. *Elements of physical biology*. Williams and Wilkins, Baltimore.
- Malanotte-Rizzoli, P. i Bergamasco, A. 1989. *The Circulation of Eastern Mediterranean Sea*. Ocean. Acta, part I, 12 (4): 335-351.
- Margalef, R. 1985 (ed.). *Western Mediterranean*. Pergamon Press, 363 p.
- Millot, C. 1987. *Circulation in the Western Mediterranean Sea*. Ocean. Acta, 10: 143-149.
- Mosetti, F. 1984. *Caratteristiche fondamentali dell'idrobiologia dell'Adriatico*. Bull. Ocean. Teor. Appl., II (2): 169-174.
- Robinson, A. R.; Golnaraghi, M. 1992. *Progress in understanding the Eastern Mediterranean Sea*. A: Advances en Océanologie Méditerranéenne. Bull. Inst. Ocean., 11: 65-79.
- Scaccini, A. 1985. *L'influence du Po sur les eaux marines côtières devant Fano (1972-1981)*. Thalassia Iug., 21-22: 75-83.
- Sherman, K. i Duda, A. M. 1999. *Large Marine ecosystems. An Emerging Paradigm for fishery Sustainability*. Fisheries Amer. Fish. Soc., 24 (12): 15-26.
- Solari, A. P.; Martín-González, J. M. i Bas, C. 1999. *Stock and recruitment in Baltic cod (Gadus morhua): a new-nonlinear approach*. ICES. J. Mar. Sci., 54: 427-443.

- Sonnenfeld, P. 1981. *Tethys: The Ancestral Mediterranean*. Hutchinson Ross Pub Com. Stroudsburg, Pensilvânia, USA.
- Sorokin, Y. J. 1982. *The Black Sea*. Moscow-Nauka, 216 p.
- Stanley, D. J. 1971. *The Mediterranean Sea*. Douden, Hutchinson i Ross Inc., 765 p
- Volterra, V. 1926. *Fluctuations in the abundance of species considered mathematical*. Nature, 118: 558-560.

RESUM

S'explica breument la formació de la Mediterrània a partir de l'antiga Tetis així com tota l'estructura geomorfològica, amb una especial referència a l'orogènia alpina. Es dedica una especial atenció a la circulació superficial d'origen atlàntic, considerada el factor bàsic de tota la dinàmica mediterrània, i es destaca principalment el paper dels estrets i el significat de l'efecte estuarià. Així mateix, es té en compte l'acció dels vents més importants, ja que afecta la dinàmica complexa oceanogràfica. Com a primer resultat del conjunt de les accions dinàmiques s'estudia i es reflexiona sobre els diversos factors que contribueixen a la productivitat mediterrània considerada superior a l'esperada. En un altre aspecte s'examinen les característiques de l'ecosistema mediterrani considerat una gran unitat, encara que amb gradients molt característics. Com un dels elements que caracteritzen l'estructura dinàmica de l'ecosistema mediterrani, es revisa la influència de l'home per mitjà de la pesca i la contaminació com a factors pertorbadors. Finalment, a manera de resum s'exposa una visió global en la qual s'assaja d'integrar els factors oceanogràfics, biològics i socioeconòmics, amb una especial atenció a la dinàmica humana amb l'intent que la integració de tots aquests aspectes permeti comprendre la totalitat de la problemàtica mediterrània com a base d'una possible planificació més sostenible.

RESUMEN

Se comenta de forma breve la formación del Mediterráneo a partir del antiguo Tethys, así como la estructura geomorfológica, con especial referencia a la orogenia alpina. Se dedica especial atención a la circulación superficial de origen atlántico considerada como el factor básico de toda la dinámica mediterránea, destacando principalmente el papel de los estrechos y el significado del efecto estuario. Asimismo, la acción de los vientos más importantes se considera en tanto que afecta la compleja dinámica oceanográfica. Como primer resultado del conjunto de las acciones dinámicas que se analizan, se reflexiona sobre los diferentes factores que contribuyen a la productividad mediterránea que se considera superior a la esperada. Desde otro punto de vista, se analizan las características del ecosistema mediterráneo considerado como una gran unidad, si bien se reconoce la existencia de gradientes muy característicos. Como uno de los elementos que contribuyen a la estructuración dinámica del ecosistema mediterráneo, se revisa la influencia del hombre por medio de la pesca y la contaminación, considerados como factores perturbadores. Finalmente, y a modo de resumen, se expone una visión global en la que se trata de integrar los factores oceanográficos, biológicos y socioeconómicos, con una especial atención a la dinámica de las poblaciones humanas, con el propósito que la integración de todas estas facetas permita una comprensión de la totalidad de la problemática mediterránea como base de una posible planificación más sostenible.

SUMMARY

The formation of the Mediterranean sea from the former Tethys, and the geomorphological structure with special reference to the alpine «orogenesis» is mentioned briefly. Special attention has been given to the superficial circulation from Atlantic origin, considered the essential factor for all the Mediterranean dynamics, rendering a special reference to the straits' role and to the «significance» of the estuary effect. Furthermore, the action of the more important winds is considered insofar it affects the complex oceanographic dynamics. As a first result from the set of dynamic actions that are analysed, and the different contributing factors to the Mediterranean productivity, that is considered greater than expected, are mentioned. The Mediterranean ecosystem characteristics are analysed, from a different perspective by considering the Mediterranean ecosystem as a large unit, though the existence of very characteristic gradients is recognised. The influence of man through fishing and contamination, considered disrupting factors, is checked as one of the elements that contribute to the dynamic structuring of the Mediterranean ecosystem. Finally, as a summary, a global vision is put forward that tries to integrate the oceanographic, biologic, and socioeconomic factors, with special attention to the human population dynamics, hoping that the integration of all these aspects will allow a global comprehension of the problematics of the Mediterranean possibly as the grounds for more sustainable planning.