

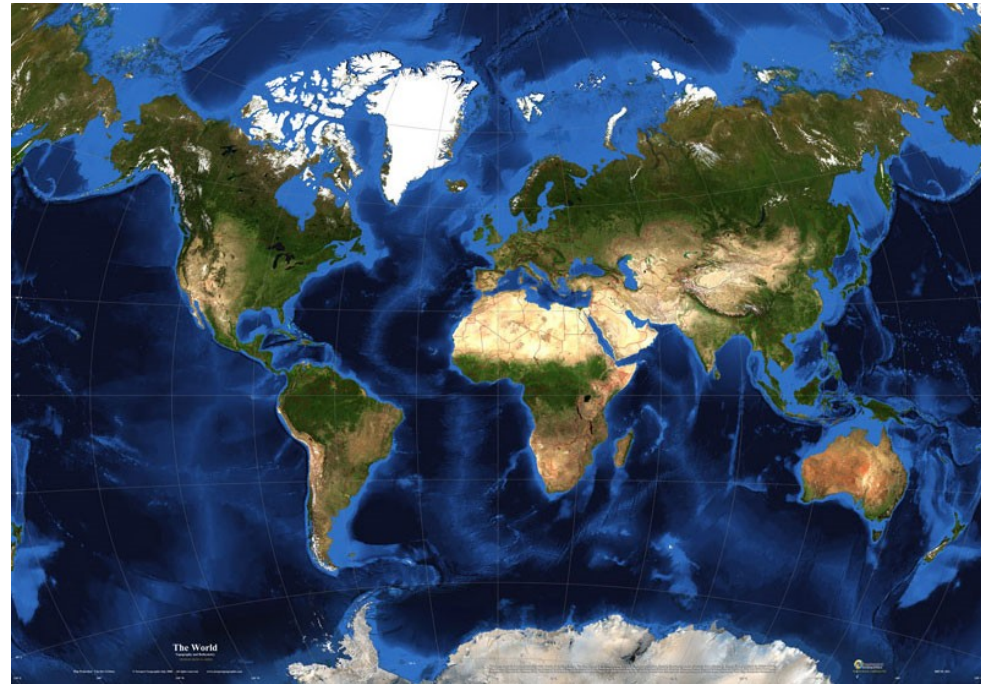
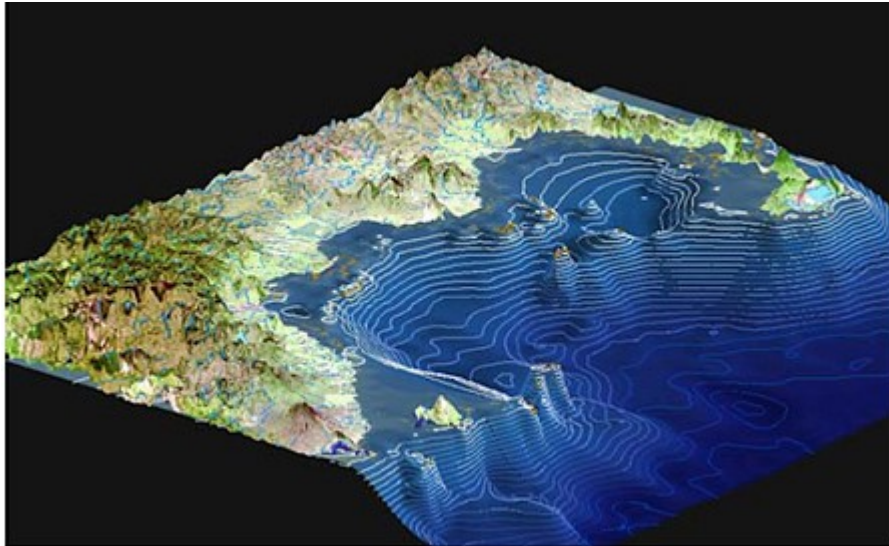
I VERTEBRATI IN AMBIENTE MARINO

Le superfici occupate da mari ed oceani (circa 360 milioni di km²) corrispondono a circa il 71% dell'intera superficie del pianeta



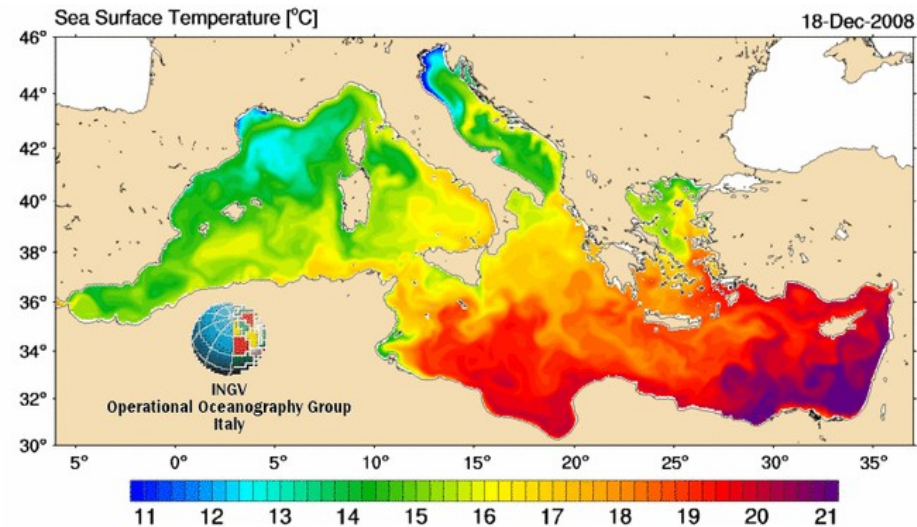
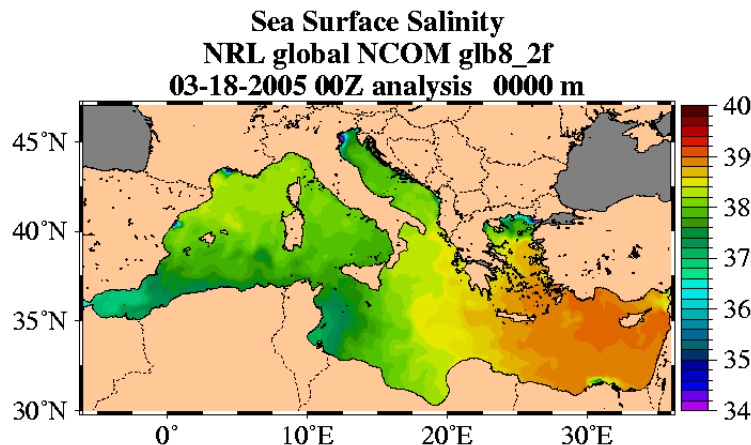
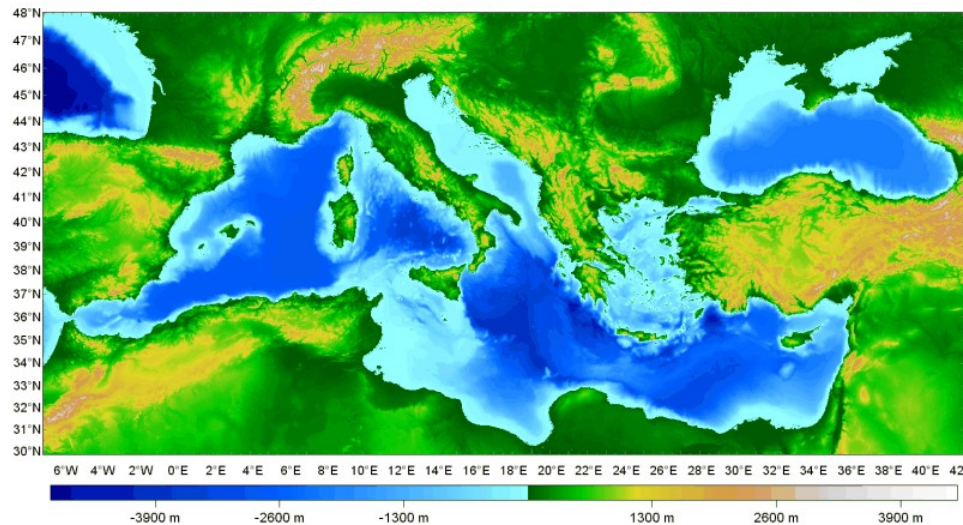
I VERTEBRATI IN AMBIENTE MARINO

**Maggior parte occupata da zone abissali (3000-6000 m di profondità).
Caratterizzate da temperature fredde e salinità costante ($-1.9/4^{\circ}\text{C}$ - 34.8‰), prive di luce.**



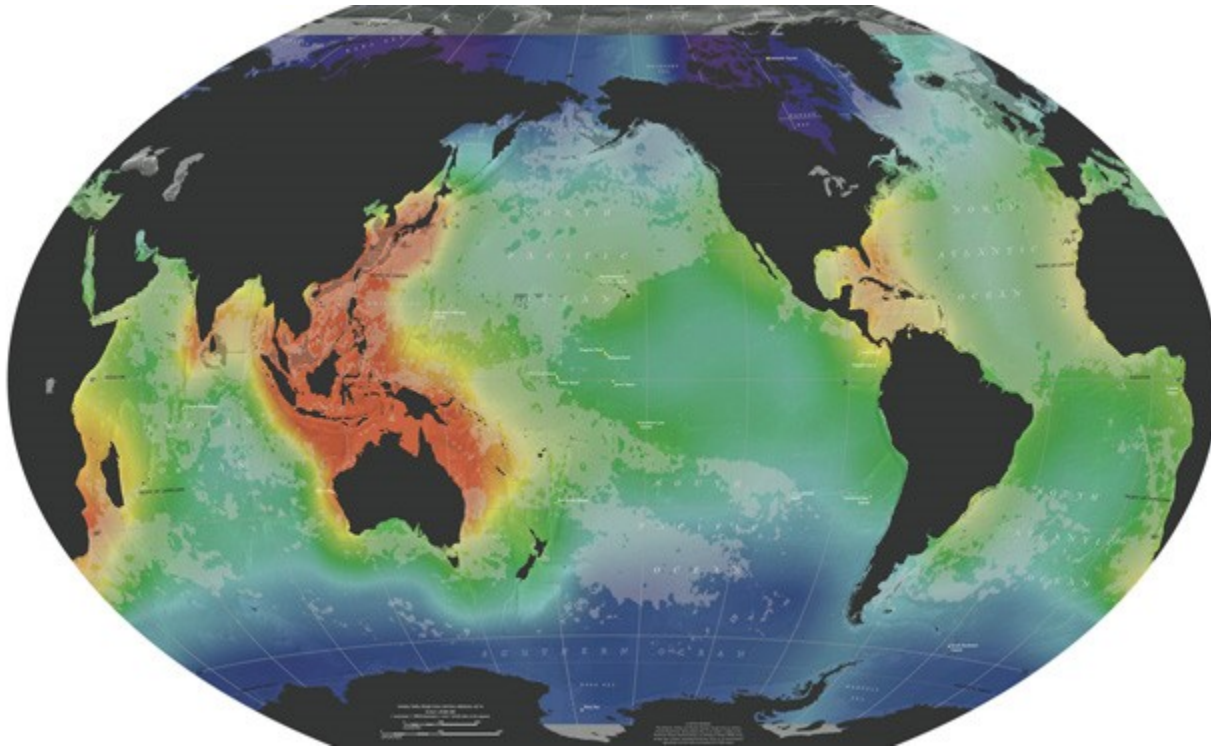
I VERTEBRATI IN AMBIENTE MARINO

Mediterraneo (13° C) e Mar Rosso (21.5 °C) fanno eccezione. Attività idrotermale (250° C)



I VERTEBRATI IN AMBIENTE MARINO

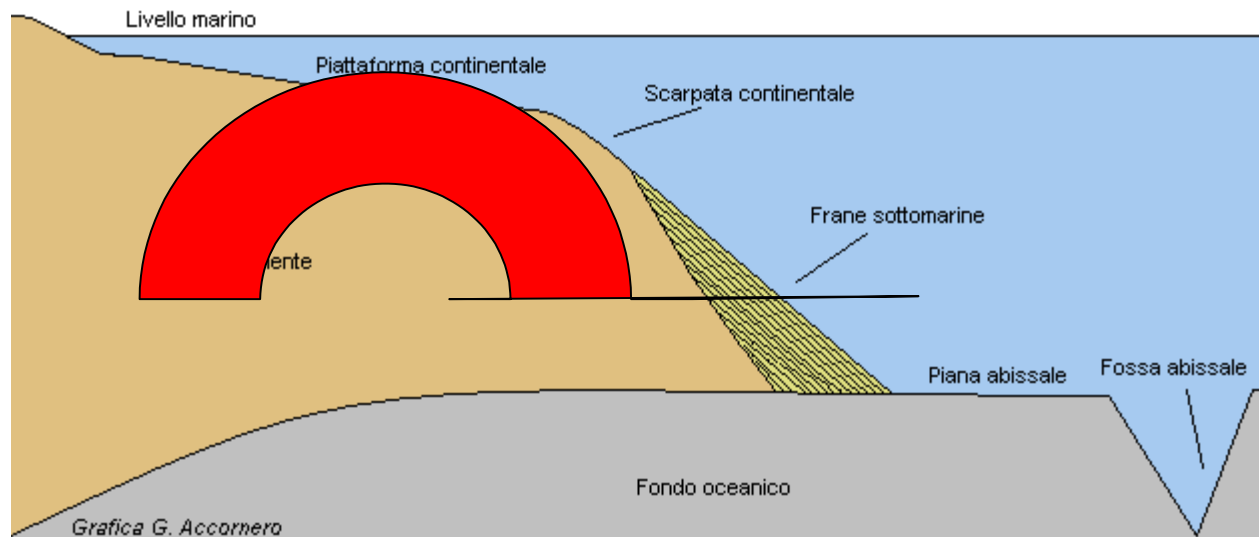
Solo 4% le specie marine presenti in tutti gli oceani nonostante l'apparente continuità ambientale



ORIGINE DELLA FAUNA

Teoria della subemergenza

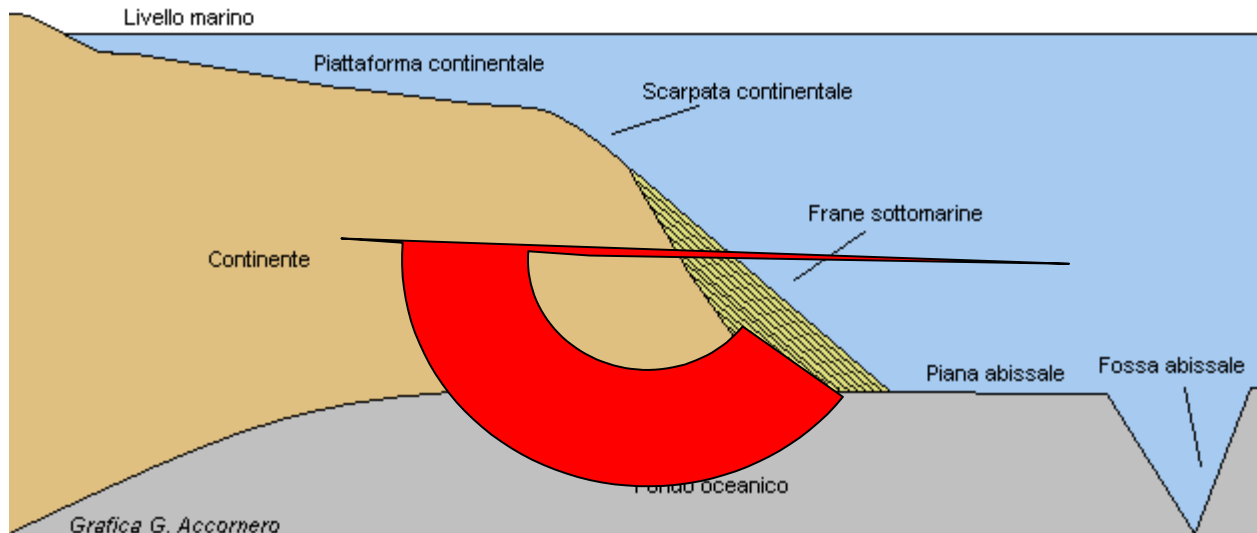
La fauna marina di profondità origina da specie che abitano le acque fredde costiere situate ad alte latitudini (assenza di barriera termica tra questi due ambienti)



ORIGINE DELLA FAUNA

Teoria dell'emergenza

L'ambiente abissale produce forme molto differenziate in grado anche di colonizzare i bassi fondali costieri situati a latitudini elevate (primitività di generi e specie abissali)



PESCI MARINI

Distribuzione largamente influenzata dalla temperatura che fa sì che la distribuzione di molti pesci sia in fasce simmetriche a S e a N dell'equatore (pesci antiequatoriali)

Bitropicali

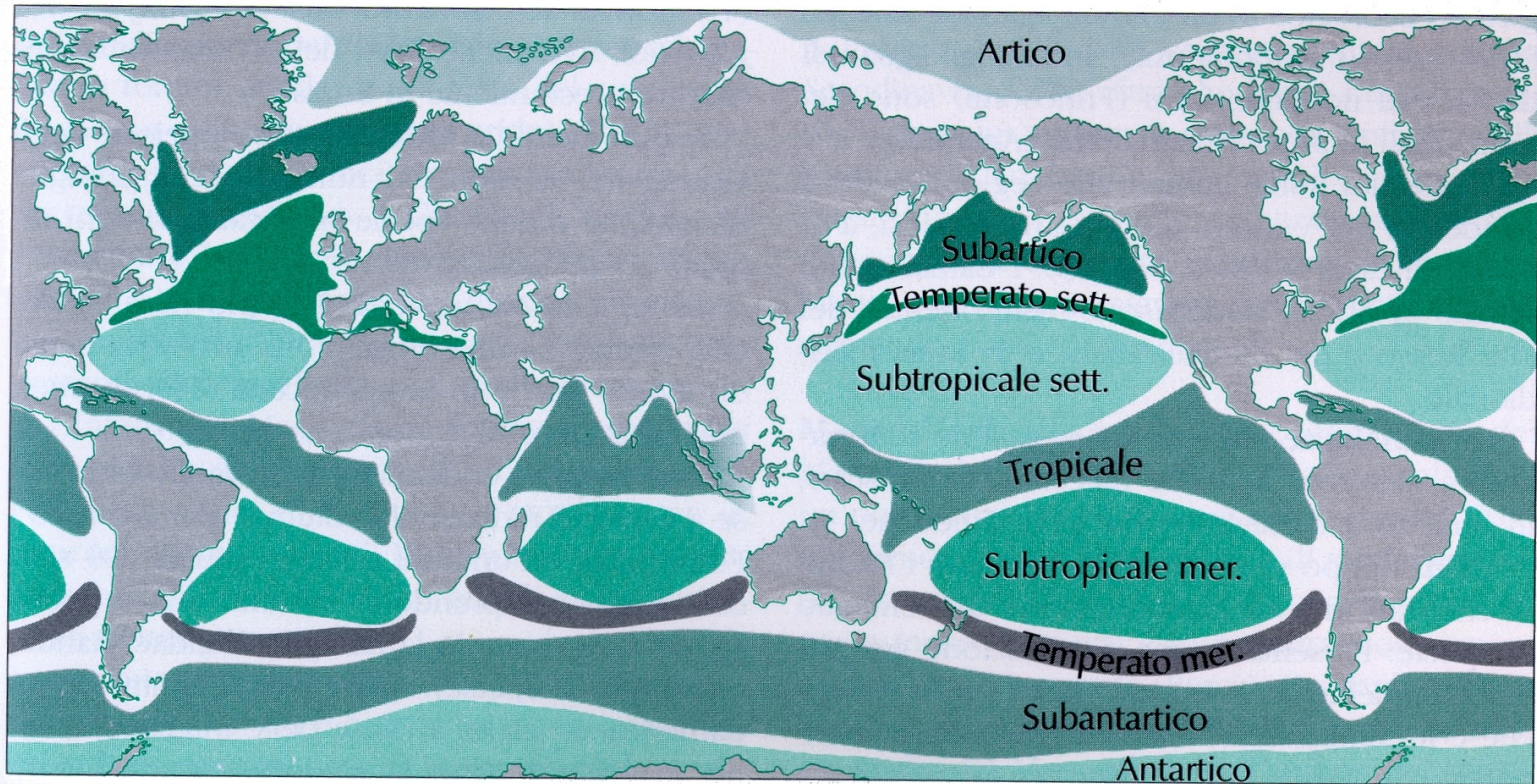
Bitemperati

Anfiboreali

Bipolari (rara a livello di specie ma comune a livello di genere e famiglia)

AMBIENTE PELAGICO

Distretti biogeografici

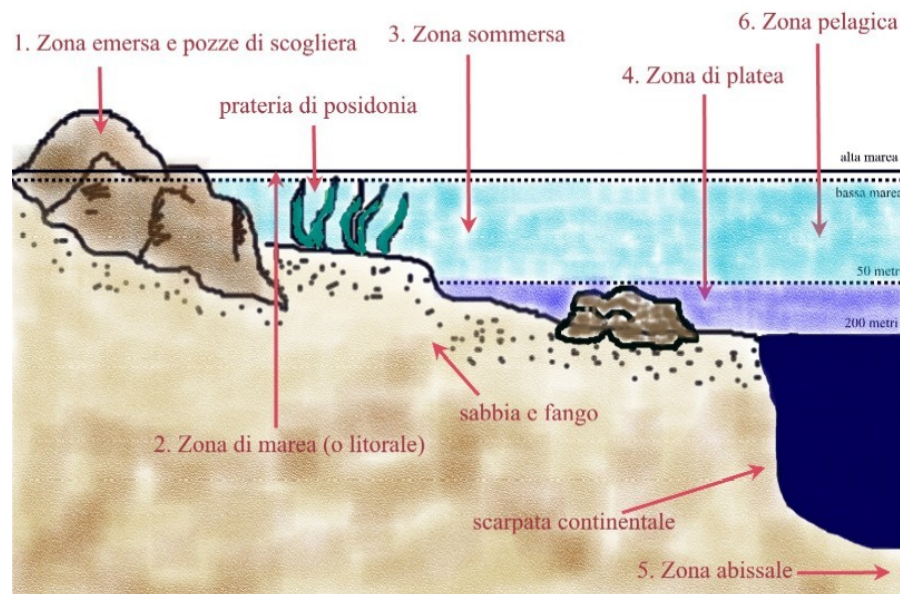


PESCI MARINI

Più della metà dei pesci marini vive tra 0 e 200 m di profondità, in relazione alle linee di costa e agli arcipelaghi.

Altre specie sono invece pelagiche e presentano ampie distribuzioni geografiche

Pesci abissali: vivono sotto i 200 m di profondità (specie relativamente antiche)



AMBIENTE PELAGICO

Fauna Indopacifica

Parte occupata dal mar Tetide: dal Mar Rosso, Oceano Indiano sino al SE Asiatico, Australia Polinesia ed Hawaii.

Regione più ricca di specie. Comprende quasi tutte le famiglie di pesci marini.

Ambiente molto diversificato (arcipelaghi, barriere coralline, abissi).

Hawaii con più del 30% delle specie ittiche endemiche (ma solo 3 generi endemici).



AMBIENTE PELAGICO

Fauna Afro-occidentale

Numero limitato di pesci tropicali. Fauna modesta simile al Mediterraneo ed ai Caraibi.



AMBIENTE PELAGICO

Fauna Caraibica

Dalla Florida sino alle coste brasiliane. Divisa in due dalla corrente del Golfo (N fauna del Golfo del Messico, S fauna Caraibica vera e propria).

Relitti glaciali tra la fauna del Golfo.



AMBIENTE PELAGICO

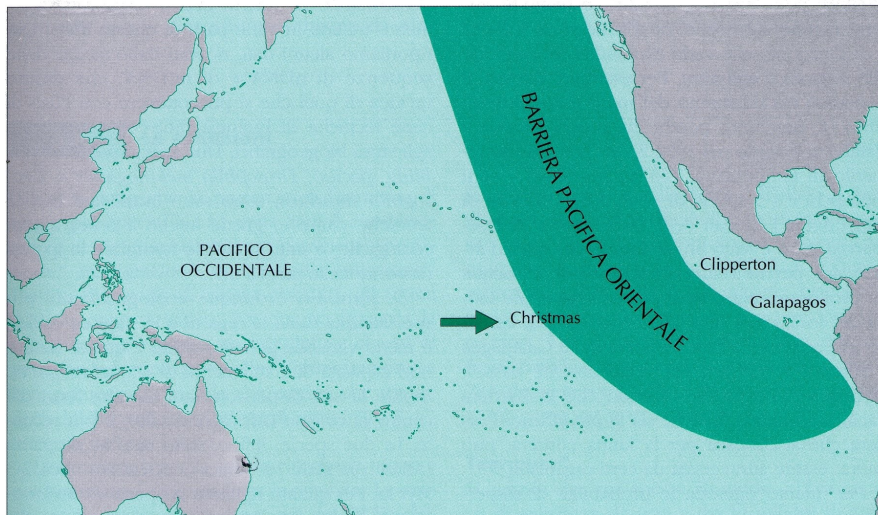
Fauna Americo-Pacifica

Dal golfo di California al Perù. Pesci separati dal resto del Pacifico dalla Grande Barriera Pacifica Orientale.

Affinità con la fauna caraibica (istmo di Panama formato solo alla fine del Terziario).

Barriera Pacifica Orientale: questa grande fascia oceanica priva di isole costituisce di per sé una barriera

efficace per molte specie marine bentoniche di acque poco profonde (da R.W. Grigg, R. Hey).



BIOGEOGRAFIA DEL MEDITERRANEO

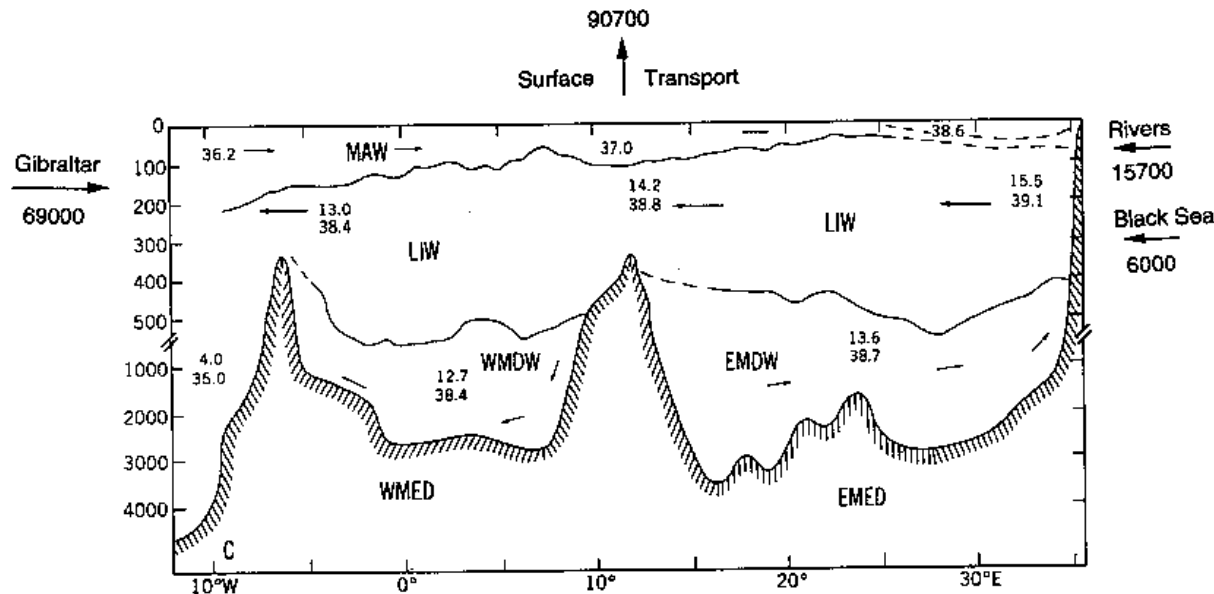
Durante il Giurassico (205-135 My) le diverse province marine risultavano indistinguibili da un punto di vista faunistico in quanto i popolamenti marini erano cosmopoliti. Questo perché i continenti erano ancora uniti e l'oceano non presentava zone di discontinuità.

La differenziazione delle comunità e la formazione di province biogeografiche inizia alla fine del Giurassico e già nel Cretaceo (135-65 My) sono evidenti i primi endemismi.

BIOGEOGRAFIA DEL MEDITERRANEO

Il bacino del mediterraneo oggi gode di un clima abbastanza arido e presenta un **deficit idrico**: gli apporti fluviali e le precipitazioni che riceve non sono infatti sufficienti a compensare l'evaporazione.

Se Gibilterra fosse chiusa, impedendo l'apporto nel Mediterraneo di acqua atlantica, nell'arco di 1000 anni il Mediterraneo rischierebbe di essere completamente prosciugato.



LA CRISI MESSINIANA

Un evento simile accadde alla fine del Miocene (23-5 My). In questo periodo si chiuse la comunicazione tra Atlantico e Mediterraneo e quest'ultimo si prosciugò quasi completamente ed una gran quantità di sali si depositò sul fondo (strati evaporitici o evaporiti).

Nel Mediterraneo orientale vi erano bacini poco profondi e ipersalini.

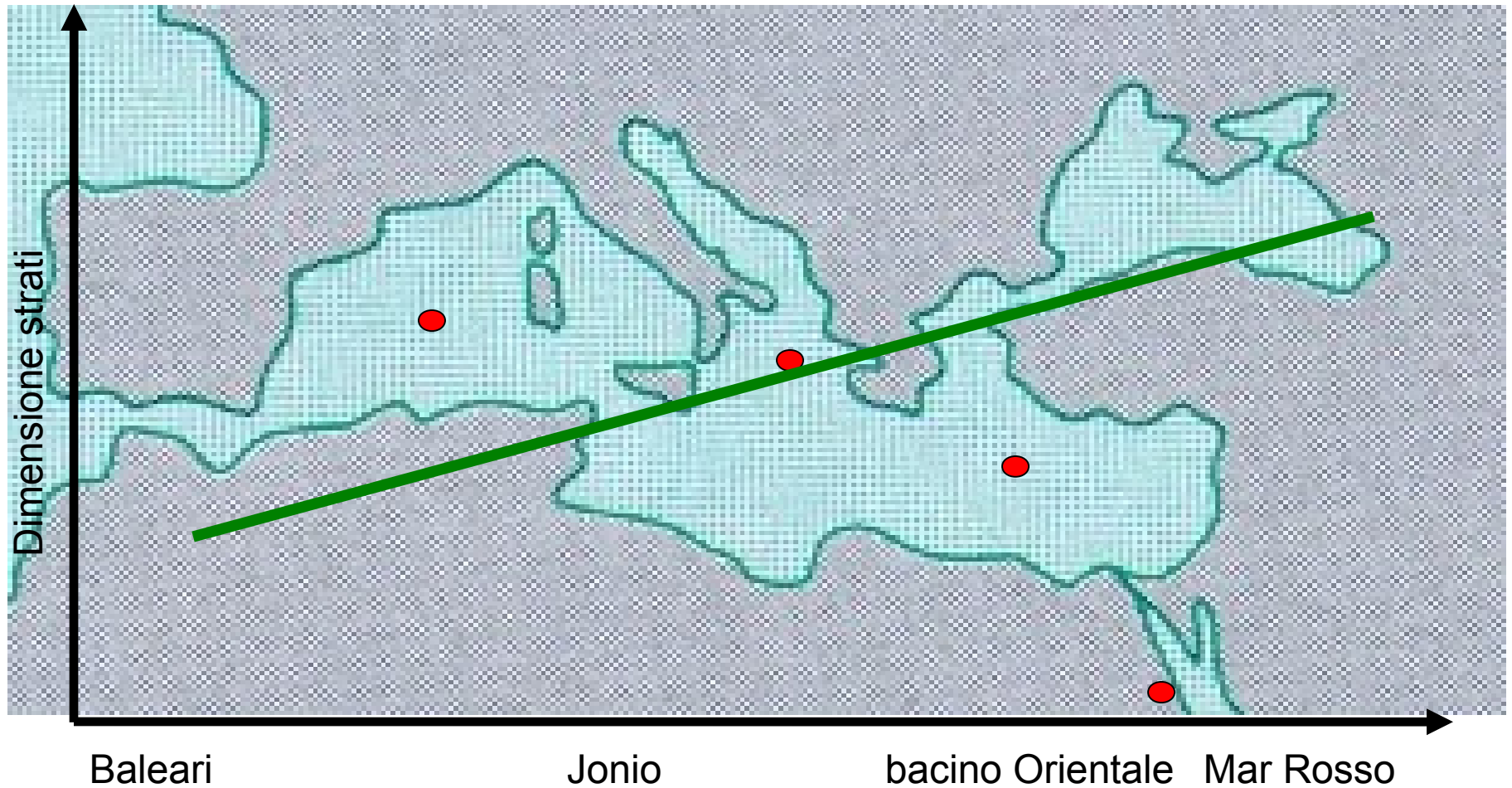
In genere i reperti geologici indicano un aumento dello spessore degli strati evaporitici messiniani procedendo da ovest ad est.

STRATI EVAPORITICI

Nei bracci di mare intorno alle Baleari lo spessore degli strati evaporitici si aggira intorno a 1000 m, nel Mar Jonio intorno agli 800 m, nel Mediterraneo Orientale 1800 m e nel Mar Rosso 5000 m.

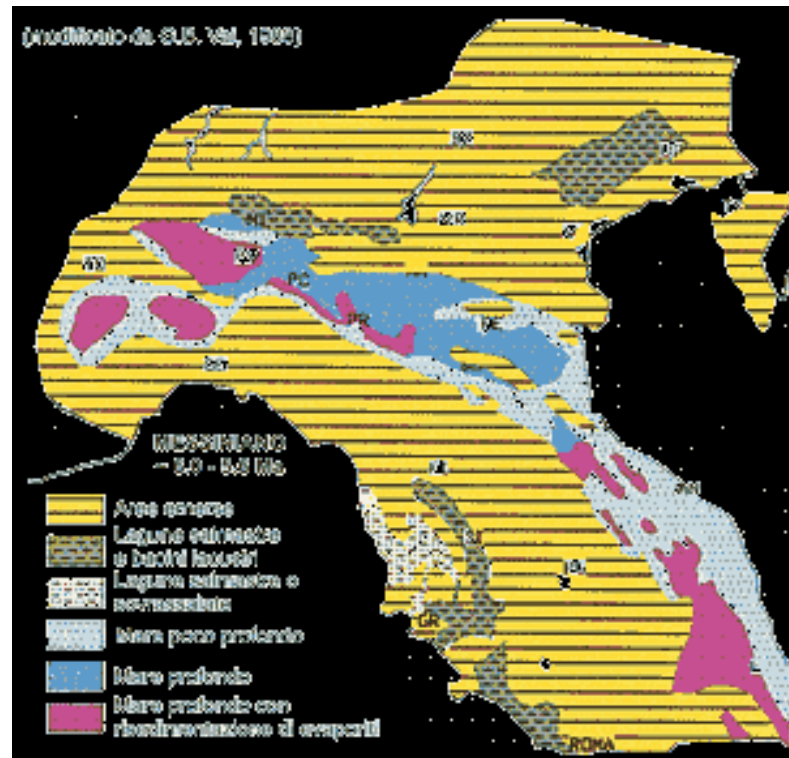
Anche attualmente esiste una diversa concentrazione salina nel Mediterraneo che aumenta passando da ovest a est.

STRATI EVAPORITICI



STRATI EVAPORITICI

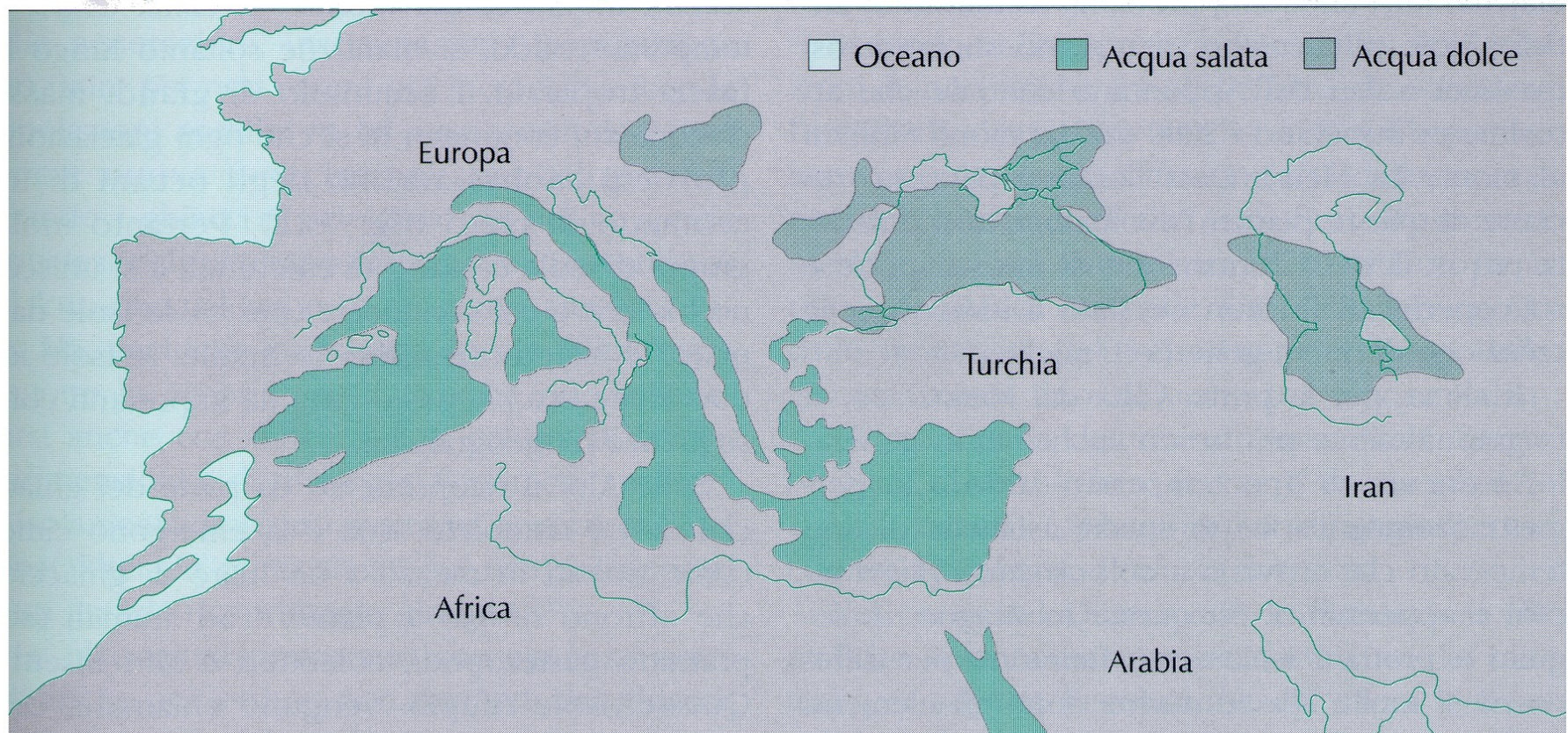
L'area attualmente occupata dalla Pianura Padana rimase un bacino di acque dolci o salmastre sino al Pliocene.



LA CRISI MESSINIANA

Crisi di salinità nel Messiniano (fine Miocene, tra 5.6 e 5.0 Myr). A NE del Mediterraneo rimangono i resi-

dui dell'antica e poco salata Paratetide (da F. Røgl, F.F. Steininger).



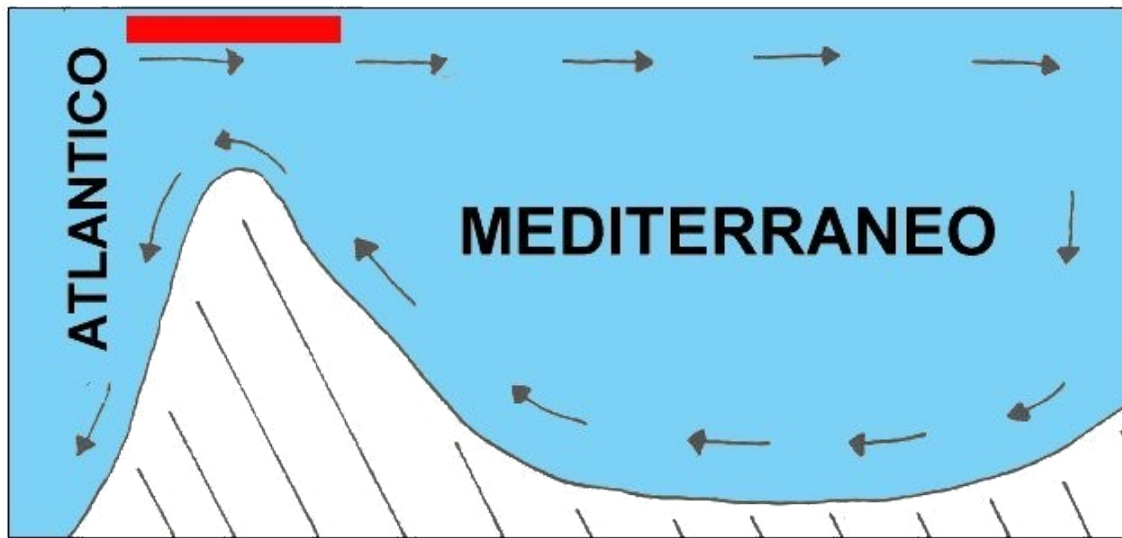
LE ESTINZIONI

Durante la crisi messiniana si ebbe una estinzione di massa molto forte ma probabilmente non totale. Infatti le specie di origine indopacifica attualmente presenti nel Mediterraneo (dopo la crisi il Mediterraneo non è più stato in contatto con l'Oceano Pacifico attraverso l'Oceano Indiano) sono probabilmente sopravvissute in aree rifugio ove la salinità non è diventata un fattore limitante.

Altri autori ipotizzano che le specie di origine indopacifica presenti durante la crisi ed abbiano trovato rifugio nell'Atlantico e siano rientrate nel Mediterraneo successivamente. L'abbassamento della temperatura durante il Pliocene avrebbe provocato la scomparsa delle specie tropicali e subtropicali.

IL MEDITERRANEO NEL PLIOCENE

All'inizio del Pliocene (5 milioni di anni fa) la soglia di Gibilterra si riabbassò e l'Atlantico confluì nuovamente nel Mediterraneo. Probabilmente la causa fu lo scioglimento dei ghiacci antartici.



IL MEDITERRANEO NEL PLIOCENE

L'ingresso delle acque atlantiche in Mediterraneo creò un enorme cascata che durò qualche centinaio d'anni e riempì nuovamente il bacino occidentale. Questo mare divenne quindi un mare temperato, carattere che mantiene anche attualmente.

Nel Pliocene si ebbe quindi la ricolonizzazione del Mediterraneo ad opera di faune Atlantiche. Questo mare perse dunque le sue caratteristiche di mare tropicale che aveva nel Miocene. Non comparvero più nel Mediterraneo madreporari: l'unica madrepora endemica attualmente presente (*Cladocora cespitosa*) non forma barriere.

CLADOCORA CESPITOSA



IL MEDITERRANEO NEL PLIOCENE

Il Mediterraneo nel Pliocene inferiore era un mare calmo e la profondità media era di 1000 m rispetto ai 1500 m attuali.

Mar Mediterraneo attuale:

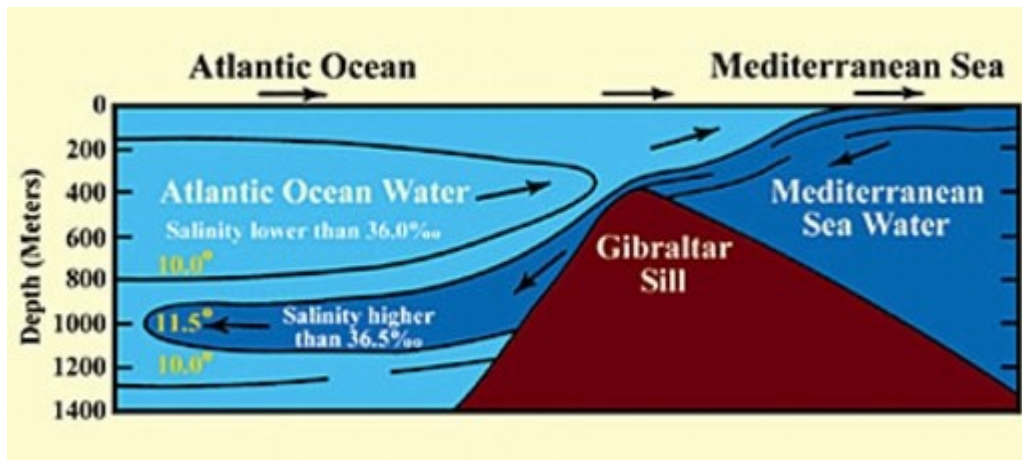
1500 m di profondità media

5267 m di profondità' massima (Mar Ionio)

Superficie del Mediterraneo occidentale 0.85 milioni di km²

Superficie del Mediterraneo orientale 1.65 milioni di km²

Stretto di Gibilterra 13 km (330 m di profondità)



IL MEDITERRANEO NEL PLIOCENE

Con l'aumentare della profondità si osserva un decremento delle specie endemiche. Questo, probabilmente, in relazione alla tarda colonizzazione delle specie di immigrazione atlantica che occuparono le aree abissali in seguito alla loro formazione, avvenuta successivamente all'innalzamento del livello marino ed all'avvento del periodo tardo pliocenico freddo.

Nel Mediterraneo sono attualmente presenti circa 550 specie diverse, delle quali alcune sono specie endemiche antiche (sopravvissute al Messiniano), altre specie endemiche di origine più recente (circa un milione di anni fa), specie subtropicali atlantiche (che sono residui della fauna atlantica entrati durante i periodi caldi) e infine specie boreali (entrate viceversa durante i periodi freddi).

IL MEDITERRANEO ORIENTALE

Il Mediterraneo orientale rimase isolato, nel periodo pliocenico, dal bacino occidentale e quindi, non avvalendosi delle immigrazioni atlantiche, è molto più povero da un punto di vista faunistico.



LE GLACIAZIONI PLEISTOCENICHE

Il maggior effetto delle glaciazioni è la variazione dei livelli marini: durante i massimi periodi glaciali, quasi il 30% delle terre emerse fu ricoperto dai ghiacci e come conseguenza i livelli marini si abbassarono di circa 100 m.

Tali abbassamenti di livello consentirono la congiunzione di molti territori (Alaska-Siberia).

Durante il Wurm, comparvero elementi provenienti dall'Atlantico settentrionale (ospiti freddi: molluschi bivalvi come *Arctica islandica*, *Mya truncata* e gasteropodi come *Buccinum undatum*).

Glaciazione di Gunz (600-550 mila anni fa)

Glaciazione di Mindel (480-430 mila anni fa)

Glaciazione di Riss (240-180 mila anni fa)

Glaciazione di Wurm (120-10 mila anni fa)

LE GLACIAZIONI PLEISTOCENICHE

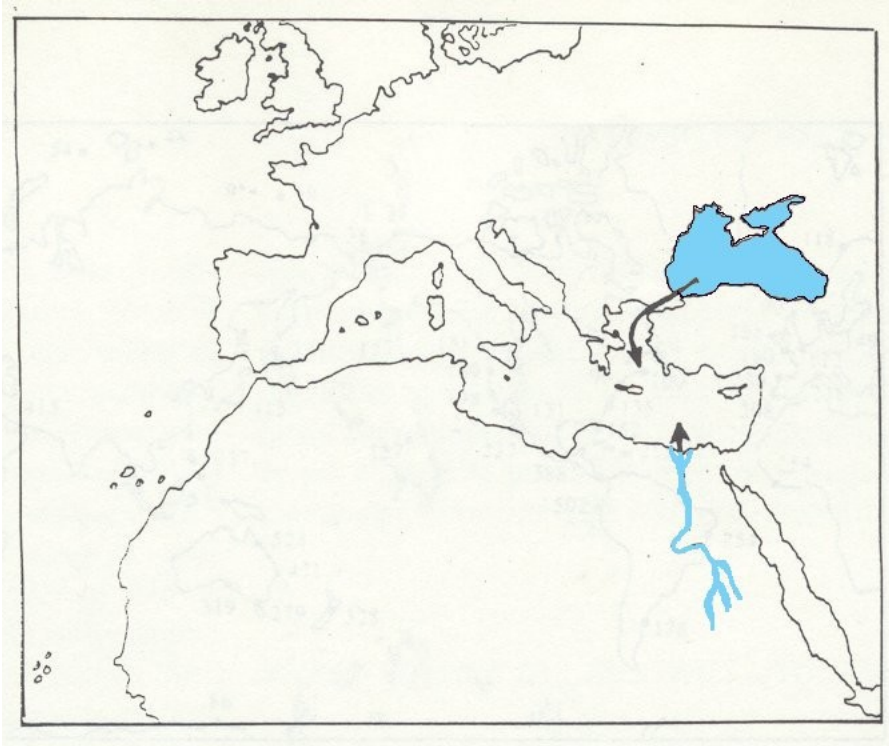
Arctica islandica



Buccinum undatum.



APPORTI IDRICI



Durante i post-glaciali l'Egeo e le acqua del Nilo ebbero una grande influenza sul bacino del Mediterraneo. Si formò probabilmente una stratificazione salina (acque dolci in superficie e salate sul fondo).

LA STRATIFICAZIONE SALINA

La stratificazione con acque più salate sul fondo impedisce il rimescolamento delle acque e quindi le acque sul fondo risultano anossiche. Inoltre gli apporti idrici massici nel post glaciale favorirono apporti di sostanza organica e quindi la fiuritura algale.

Tale condizione di anossia del bacino orientale, durata circa 1000 anni a partire da circa 9000 anni fa, è testimoniata dalla presenza di strati sapropelitici (strati con elevata percentuale di carbonio organico).

INTERGLACIALE

Tra la glaciazione di Riss e di Wurm compaiono i cosiddetti ospiti caldi (attualmente quasi completamente estinti): i molluschi gasteropodi *Strombus bubonius* e *Conus guinaicus* ed il bivalve *Mytilus senegalensis* (attualmente forme simili si ritrovano lungo le coste del Senegal).

Glaciazione di Gunz (600-550 mila anni fa)

Glaciazione di Mindel (480-430 mila anni fa)

Glaciazione di Riss (240-180 mila anni fa)

Glaciazione di Wurm (120-10 mila anni fa)

INTERGLACIALE

Strombus bubonius



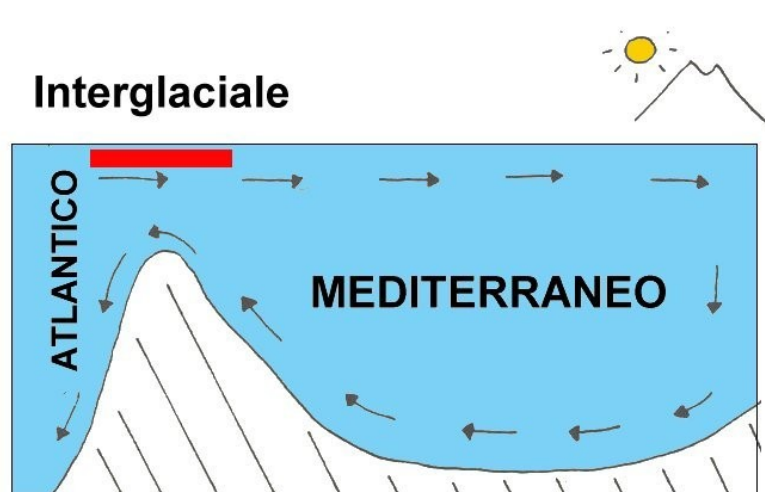
Conus guinaicus



LA CONVERSIONE DELLE CORRENTI

Le variazioni nei popolamenti del Mediterraneo (faune “calde” - faune “fredde”) non sono solamente da mettere in relazione alle variazioni di temperatura ma anche alle modificazioni del regime delle correnti dello Stretto di Gibilterra legate alle oscillazioni climatiche.

Negli interglaciali la regione mediterranea presentava un clima caldo-arido ed un bilancio idrico deficitario. Questa situazione determinò l'afflusso di grandi quantità di acque atlantiche più leggere (meno salate).



LA CONVERSIONE DELLE CORRENTI

La temperatura delle acque sia di superficie sia di profondità era abbastanza elevata precludendo la sopravvivenza di specie boreali (faune “fredde”).

Attualmente nel Mediterraneo a 3000 m di profondità vi è una temperatura media di 12° C (nel resto dei bacini oceanici, alla stessa profondità, 3-4 °C).

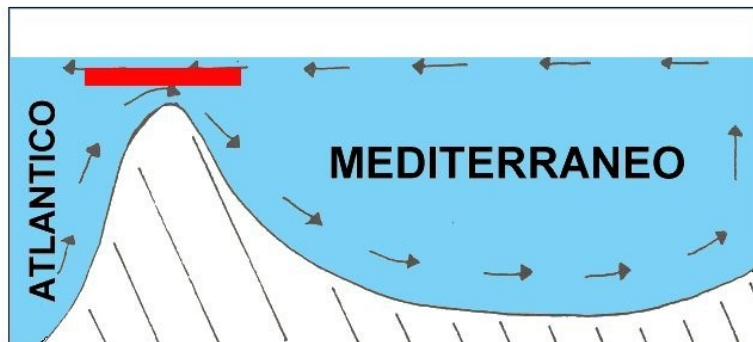
Questa situazione favorì l'ingresso di faune “calde”.

LA CONVERSIONE DELLE CORRENTI

Nei periodi glaciali il clima nell'area mediterranea risultava freddo ed umido. L'aumento delle precipitazioni, la diminuzione dell'evaporazione e l'abbassamento dell'Atlantico (ghiacciai) favorì una eccedenza di acqua nel Mediterraneo rispetto all'Atlantico. Si invertì, di conseguenza, la corrente di Gibilterra: una corrente superficiale più calda in uscita ed una corrente fredda, profonda, in entrata. Questa situazione favorì l'insediarsi di una fauna "fredda" che sostituì la precedente.

Attualmente, nel Mediterraneo, è presente una fauna litorale calda ed una profonda boreale di origine quaternaria.

Glaciale



VARIAZIONI DELLA RICCHEZZA SPECIFICA

Il 70% della superficie terrestre è ricoperta dagli oceani ma solamente il 10% delle specie è marina.

La maggiore omogeneità ambientale, l'assenza di grosse barriere, la minor influenza degli eventi storici rispetto alle terre emerse hanno meno favorito l'isolamento e quindi la differenziazione delle faune.

I fattori principali che influenzano la distribuzione degli organismi marini non sono di ordine storico o geomorfologico ma soprattutto ecologico (luce, temperatura, salinità, ossigeno...)

VARIAZIONI DELLA RICCHEZZA SPECIFICA

Attualmente, negli oceani, vi sono temperature prossime ai 30° nelle aree equatoriali e agli 0° vicino ai poli. Poche specie sono in grado di tollerare l'intero *range* di variazione. Questo **limita la distribuzione latitudinale**.

Anche per le specie marine è evidenziabile un incremento numerico in prossimità dell'equatore. **L'area indo-pacifica, inoltre, mostra la più alta diversità specifica rispetto agli altri oceani.**

La seconda regione con la maggior diversità è la costa pacifica tropicale dell'America. La più bassa si rileva sulla costa atlantica. Le coste antartiche mostrano una maggior diversità rispetto a quelle artiche.

VARIAZIONI DELLA RICCHEZZA SPECIFICA

Le cause della maggior diversità dell'area indo-pacifica sono le seguenti:

- **manca di stagionalità nella quantità di radiazione solare**
- **stabilità della colonna d'acqua**
- **presenza di barriere coralline che incrementano l'eterogeneità spaziale aumentando i microhabitat**
- **le zone di mare profondo tra le aree di acqua bassa (atolli) agiscono da filtro frazionando le popolazioni ed incrementando i fenomeni di speciazione.**

BIOGEOGRAFIA MARINA

Le province marine possono essere definite in relazione alla loro **composizione sistematica omogenea**, anche in mancanza di linee nette di demarcazione.

Il *benthos* litorale è l'elemento che presenta maggiori variazioni a causa, principalmente, della temperatura.

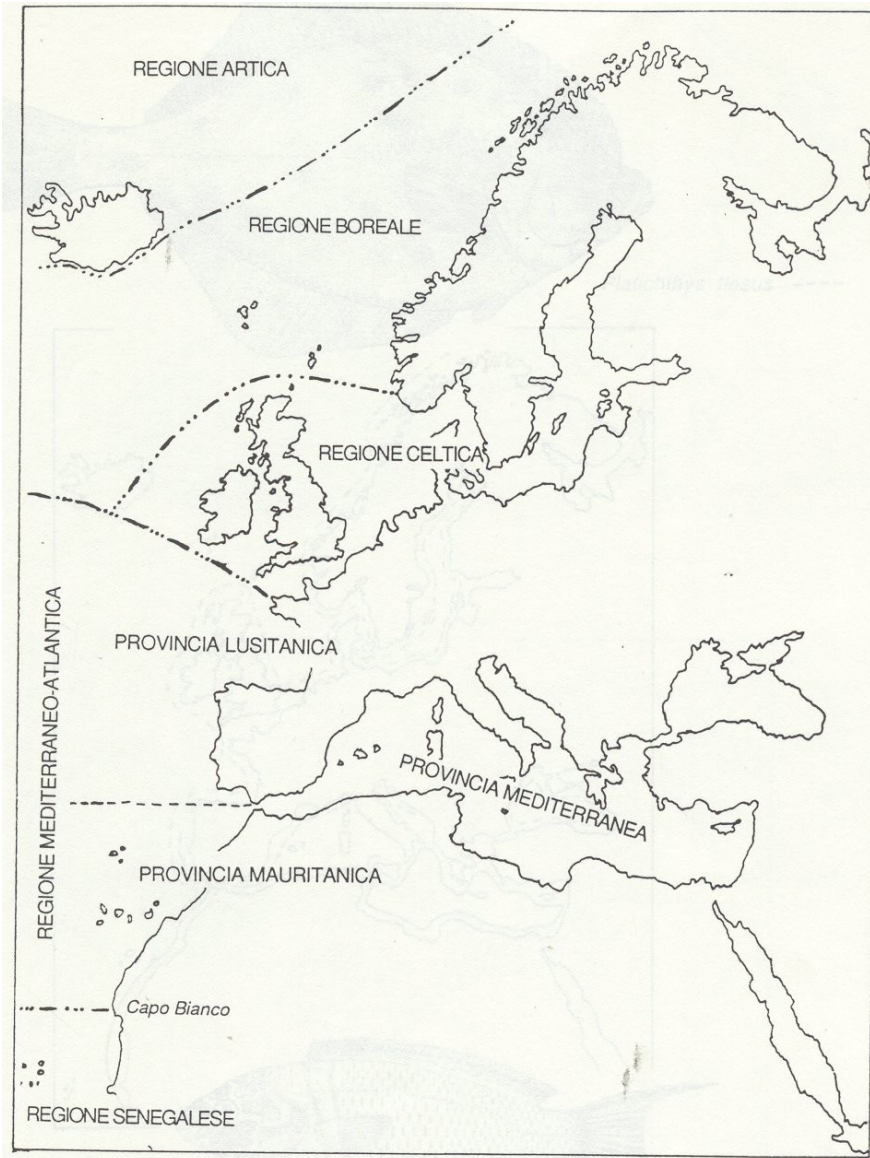
BIOGEOGRAFIA MARINA



REGIONI BIOGEOGRAFICHE MARINE

1) artica; 2) boreale; 3) aleutina; 4) mediterraneo-atlantica; 5) celtica; 6) caroliniana; 7) oregoniana; 8) californiana; 9) giapponese; 10) indopacifica; 11) panamense; 12) caraibica; 13) senegalese; 14) sudafricana; 15) australiana; 16) neozelandese; 17) peruviana; 18) argentina; 19) magellanica; 20) antartica.

ZOOGEOGRAFIA MARINA



AFFINITÀ DELLE POPOLAZIONI MEDITERRANEE

Una delle particolarità del Mediterraneo è quella di ospitare sia specie provenienti dall'Africa sia specie dal Nord Europa che invece nell'Atlantico vivono separate.

Nei settori più settentrionali del Mediterraneo (es. Mar Ligure e Mar Adriatico settentrionale) vivono specie ad affinità boreale (Passera di mare ed alcuni molluschi).

Ad affinità africana troviamo invece la Donzella pavonina, presente nei settori più meridionali del bacino Mediterraneo.

ALCUNE SPECIE

Thalassoma pavo



Platichthys flesus



AFFINITÀ DELLE POPOLAZIONI MEDITERRANEE

Sono riscontrabili anche casi di **vicarianza ecologica**: specie presenti nel Mediterraneo che in Atlantico sono sostituite da specie ecologicamente affini. È il caso di *Mytilus edulis*, specie circumboreale, che nel Mediterraneo è sostituita da *Mytilus galloprovincialis*.



AFFINITÀ DELLE POPOLAZIONI MEDITERRANEE

Il bacino orientale del Mediterraneo è una delle aree faunisticamente più povere. In esso sono riscontrabili solamente il 57% dei pesci ed il 48% dei molluschi presenti nel bacino occidentale.

Dei 60 pesci endemici del Mediterraneo solo 3 appartengono al bacino orientale.

Un altro fenomeno riscontrabile è il cosiddetto “nanismo levantino”: le specie comuni anche nel bacino occidentale, in quello orientale presentano individui caratterizzati da dimensioni inferiori.

AFFINITÀ DELLE POPOLAZIONI MEDITERRANEE

Sotto i 200 m di profondità la temperatura nel Mediterraneo risulta costante e sono presenti, per il 70% dei casi, specie ad affinità boreale.

Le specie endemiche mediterranee (circa il 20%) possono avere tre possibili origini:

- sopravvivenza nel Mediterraneo dopo il frazionamento della Tetide (paleoendemismi tetidiani)
- sopravvivenza esclusiva in mediterraneo a causa di estinzioni nelle altre aree per variazioni climatiche (endemismi relitto)
- casi di speciazione a partire da elementi atlantici (neoendemismi)

AFFINITÀ DELLE POPOLAZIONI MEDITERRANEE

Numero di endemismi nelle diverse aree del Mediterraneo:

- **il Mediterraneo Occidentale presenta il tasso di endemismi maggiore (82%) seguito dall'Adriatico (33%) e dal bacino Orientale (22%)**

Tutte queste specie sono comprese tra 0 e 200 metri di profondità. Il popolamento profondo è più recente di quello litorale.

MIGRAZIONI LESSEPSIANE

Recentemente sono state ritrovate specie indopacifiche immigrate nel Mediterraneo attraverso il canale di Suez, aperto nel 1869.

Tra queste il Gasteropode *Pterea vulgaris*, i granchi *Myra fugax* e *Portunus pelagicus*, l'ofiura *Ophiactis savignyi* e l'ascidia *Pyuraa momus*.

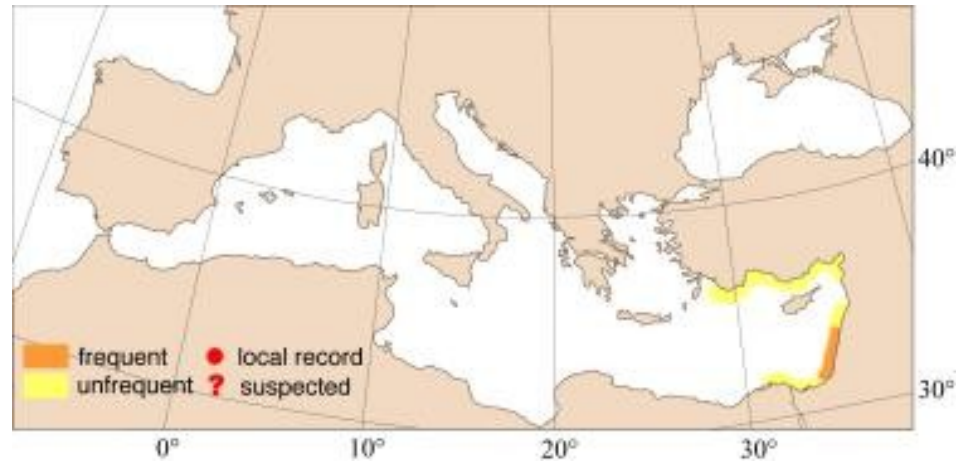
La migrazione attraverso il canale di Suez (Ferdinand de Lesseps) era limitata dalla presenza dei cosiddetti “laghi amari”, aree con una concentrazione salina elevata. Attualmente la salinità in queste aree è diminuita.

MIGRAZIONI LESSEPSIANE

Myra fugax

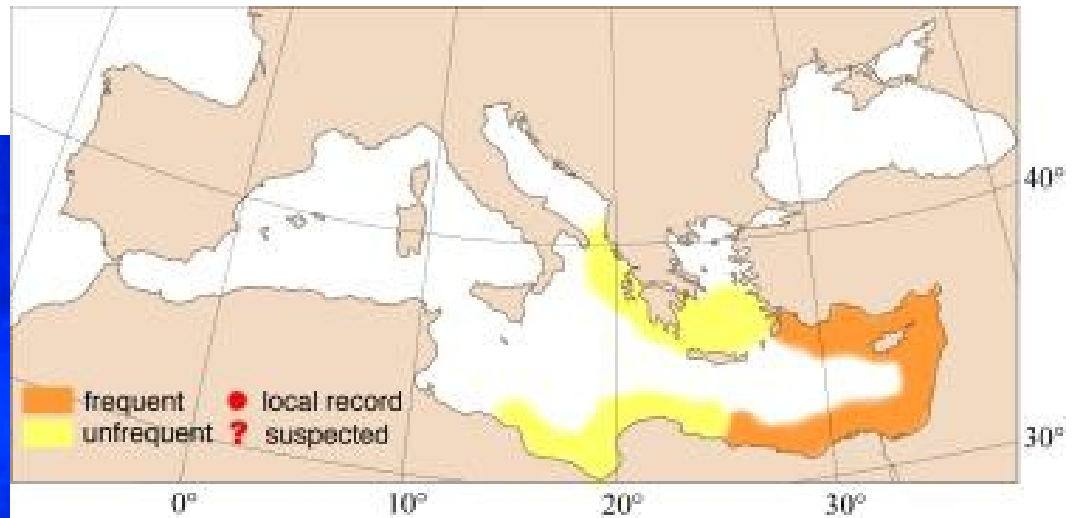


Portunus pelagicus



MIGRAZIONI LESSEPSIANE

Parexocoetus mento



MIGRAZIONI ANTI-LESSEPSIANE

La migrazione di specie mediterranee verso il Mar Rosso è alquanto limitata: è noto il caso di due specie di pesci e di un bivalve che permangono però principalmente all'interno del canale.

Questo fenomeno è da porre in relazione alle principali correnti che per 10 mesi all'anno sono in direzione Mar Rosso-Mediterraneo, inoltre, nelle zone profonde ove le correnti potrebbero risultare favorevoli, la concentrazione salina risulta limitante la sopravvivenza degli organismi marini.

INFLUENZA ANTROPICA

L'influenza umana sulle distribuzioni delle fauna mediterranee può essere messa in relazione a diversi metodi di trasporto passivo:

fouling delle navi: il vettore del trasporto è rappresentato dalla carena delle navi utilizzate da organismi sessili (esempio il policheta *Pileolaria berkeleyana*)

allevamento e commercio: introduzione di specie eduli e di specie da collezionismo

canali intercontinentali: canali navigabili creati dall'uomo come il caso del canale di Suez e Panama.

INFLUENZA ANTROPICA

**Numero stimato di specie alloctone di Molluschi: 125
69 famiglie**

**Numero stimato di specie alloctone di Crostacei Decapodi: 57
24 famiglie**

**Numero stimato di specie alloctone di Pesci: 91
58 famiglie**

I MAMMIFERI MARINI

Cetacei (balene, capodogli, delfini, orche)

13 famiglie, 41 generi e 79 specie

Odontoceti 9 famiglie

Misticeti 4 famiglie

Pinnipedi (foche, otarie, leoni marini)

3 famiglie: Otariidi, Odobenidi, Focidi

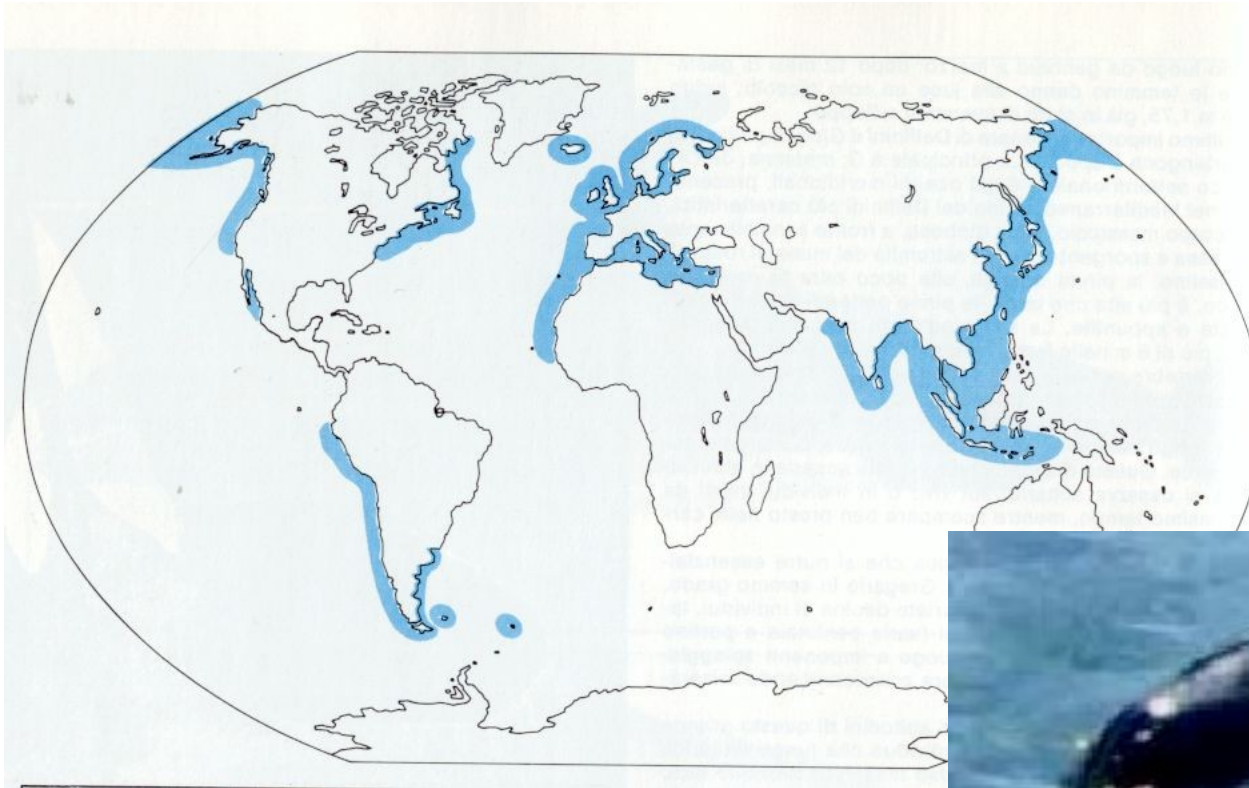
18 generi e 34 specie.

Sireni (dugonghi, manati, lamantini)

2 famiglie: Dugongidi e Trichechidi o Manatidi

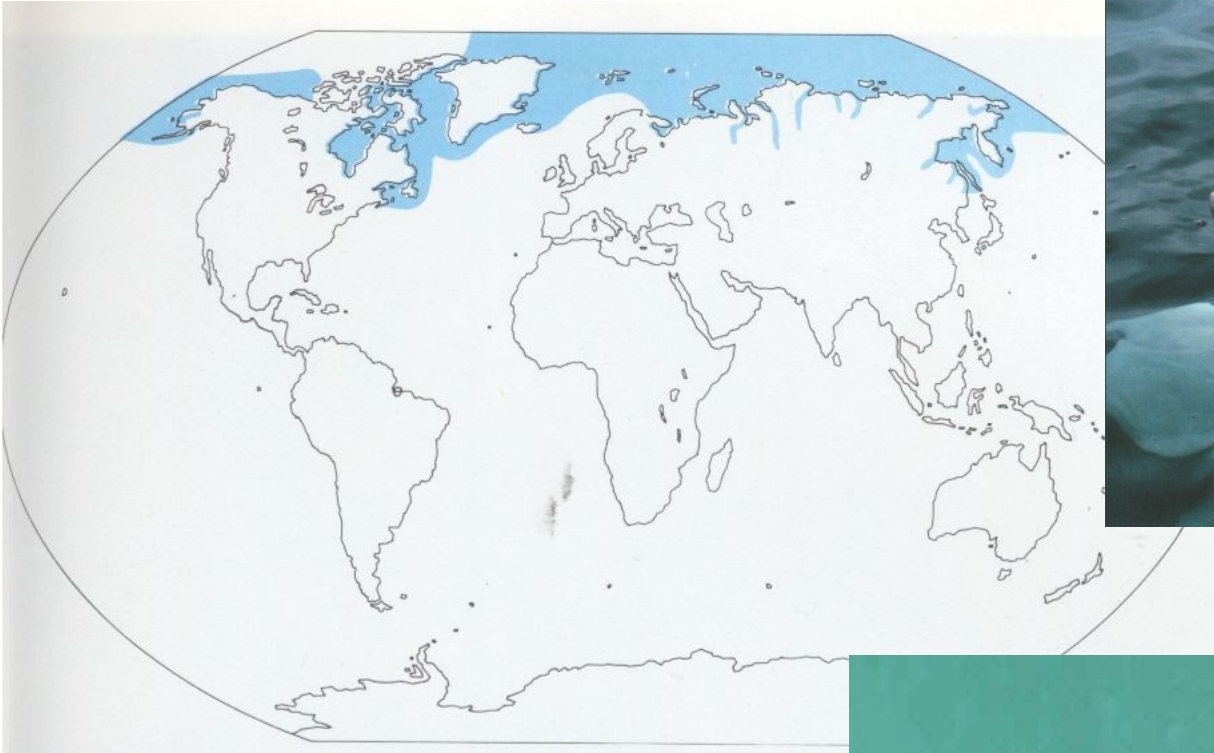
3 generi e 5 specie (una estinta)

I MAMMIFERI MARINI



Famiglia Focenidi (Focena - 3 specie)

I MAMMIFERI MARINI



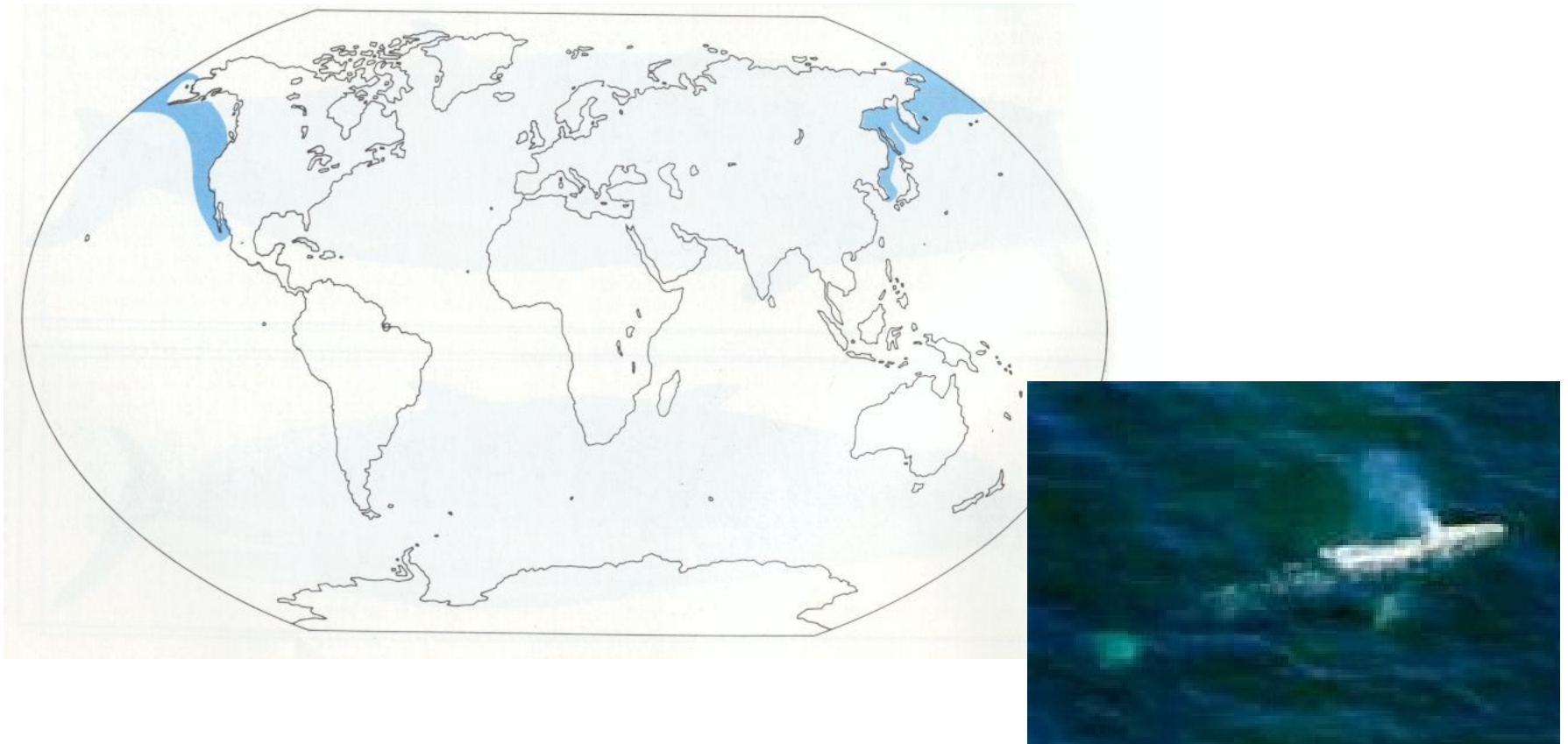
Famiglia Monodontidi (Beluga e Narvalo - 2 specie)

I MAMMIFERI MARINI

Famiglia Fiseteridi (Capodoglio e Kogia - 3 specie): tipici dei mari tropicali e sub tropicali i Kogia, presenti anche nelle aree temperate i capodogli.

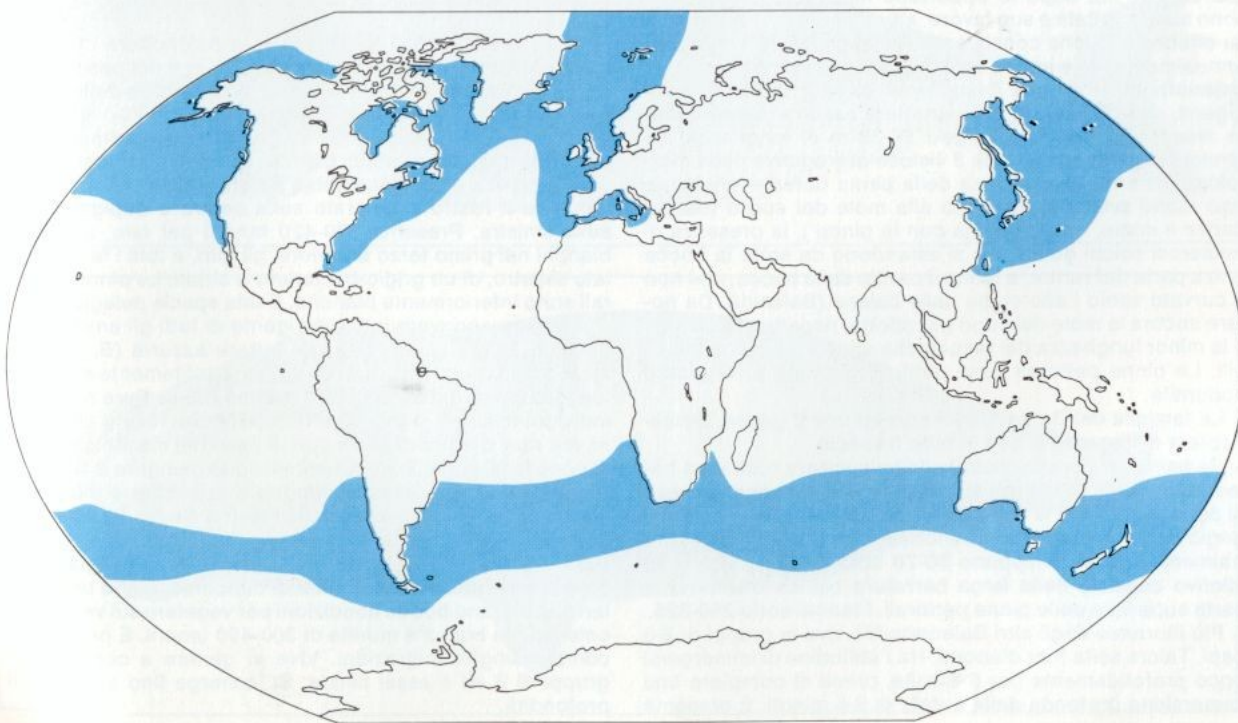


I MAMMIFERI MARINI



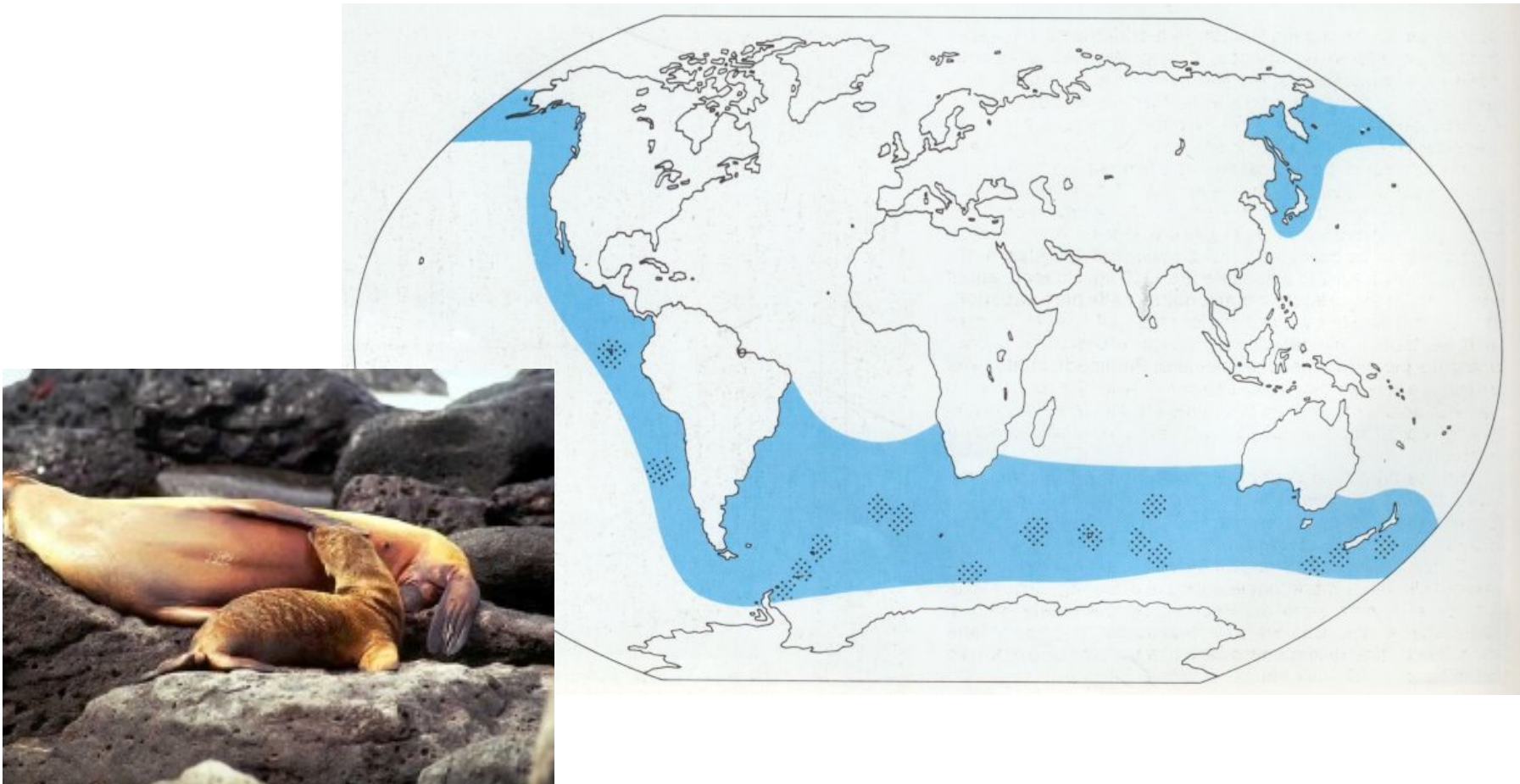
Famiglia Escrittidi o Rachianettidi (Balena grigia - 1 specie)

I MAMMIFERI MARINI



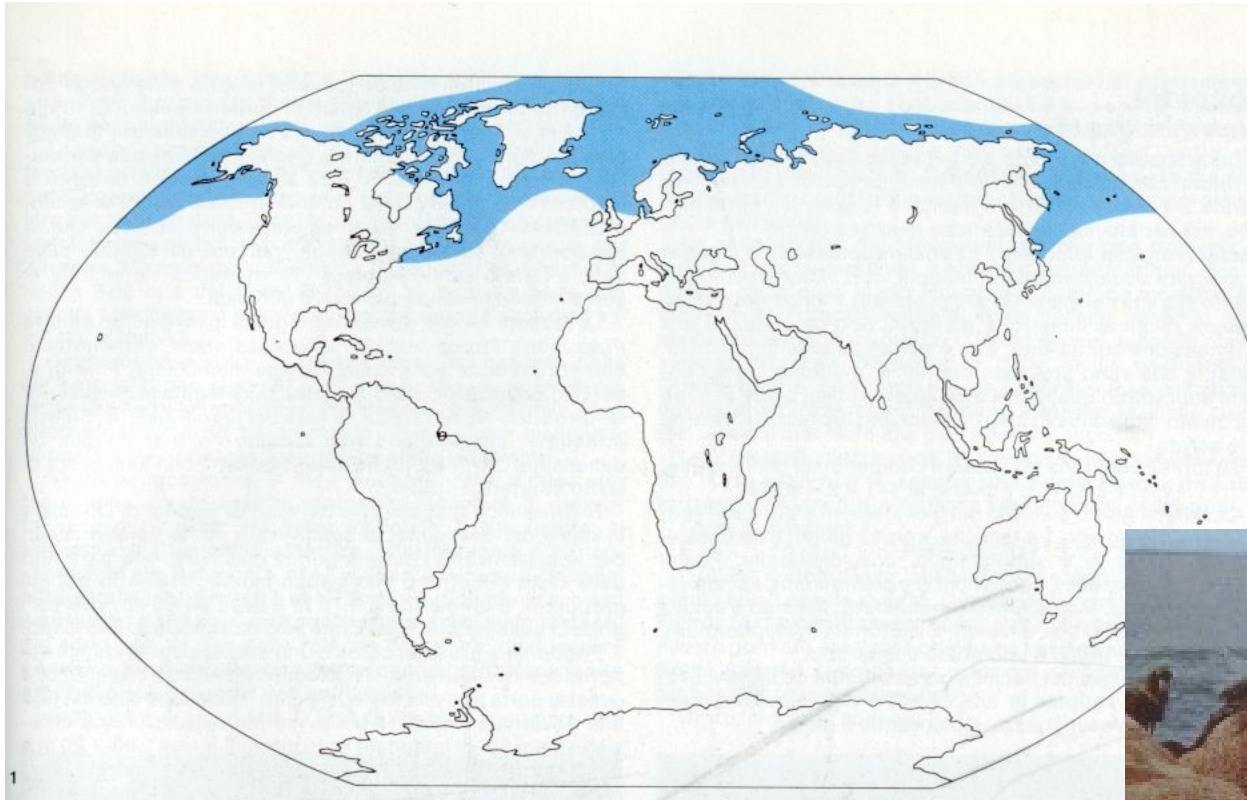
Famiglia Balenidi (Balena - 6 specie)

I MAMMIFERI MARINI



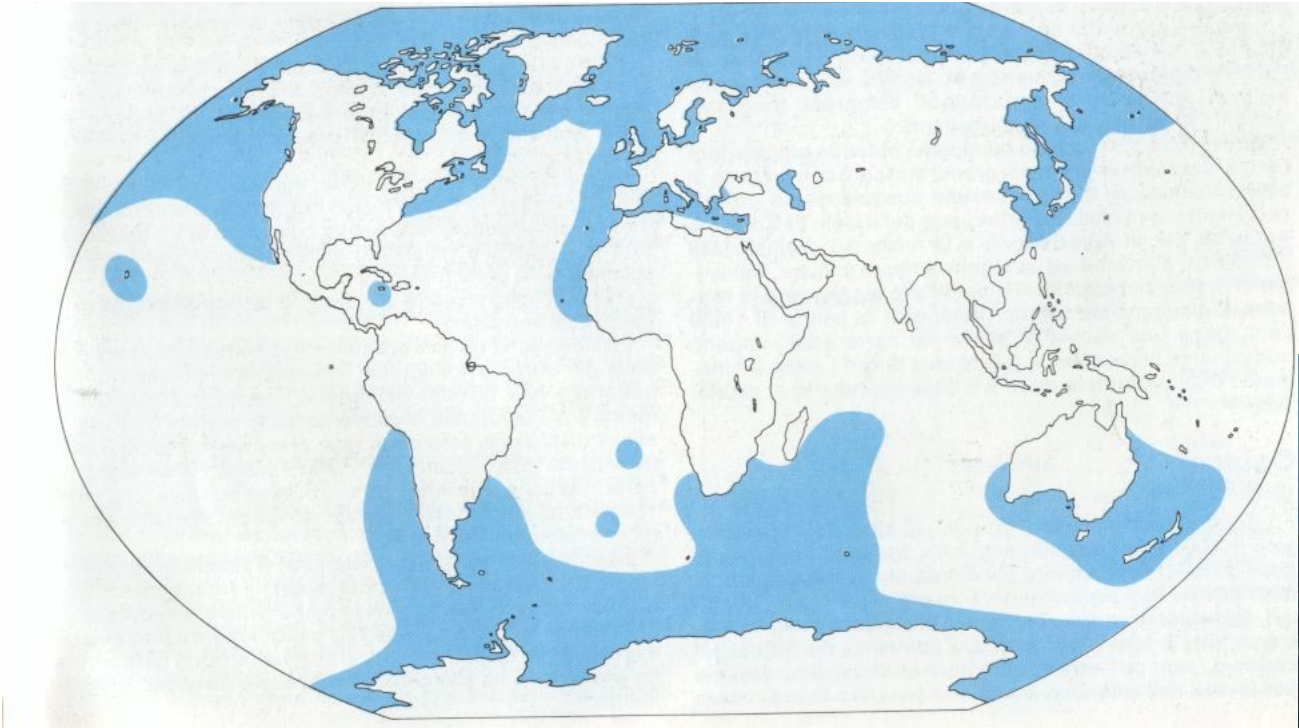
Famiglia Otariidi (otarie e leoni marini - 14 specie)

I MAMMIFERI MARINI



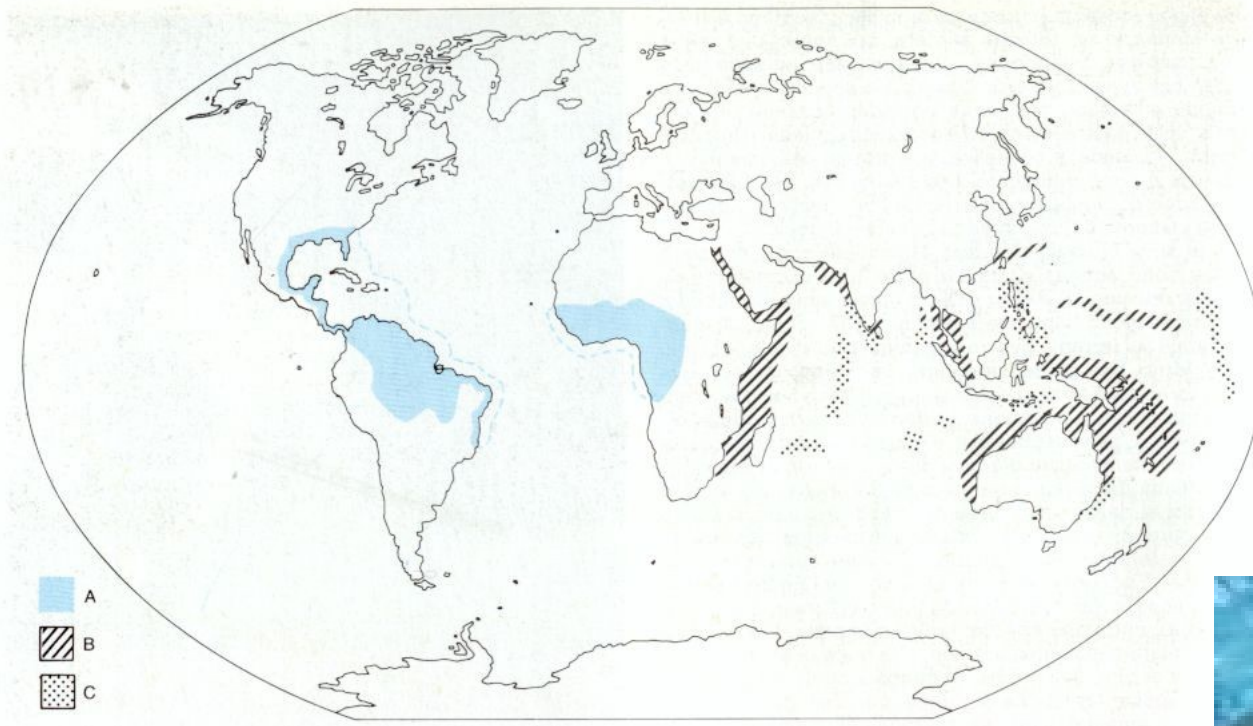
Famiglia Odobenidi (Tricheco - 1 specie)

I MAMMIFERI MARINI



Famiglia Focidi (foche - 19 specie)

I MAMMIFERI MARINI



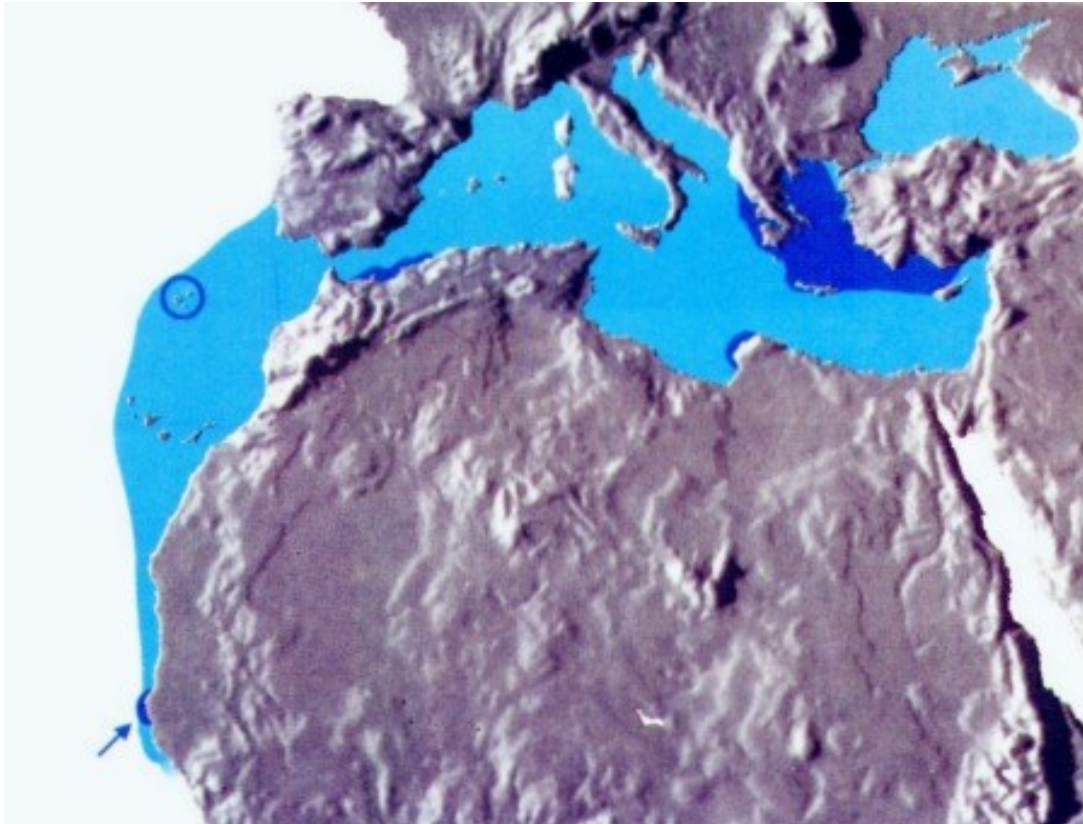
A: Manatidi

B: Dugongidi

C: areale storico Dugongidi



I MAMMIFERI MARINI NEL MEDITERRANEO



Foca monaca (in blu la distribuzione attuale ed in azzurro quella storica)

CETACEI DEL MEDITERRANEO

Cetacei presenti nel mediterraneo

Balaenoptera physalus

Physiter catodon

Ziphius cavirostris

Globicephala melaena

Grampus griseus

Tursiops truncatus

Stenella coeruleoalba

Delphinus delphis

Balenottera comune

Capodoglio

Zifio

Globicefalo

Grampo

Tursiope

Stenella striata

Delfino comune

Occasionali

Balaenoptera acutorostrata

Orcinus orca

Pseudorca crassidens

Steno bredanensis

Balenottera minore

Orca

Pseudorca

Steno

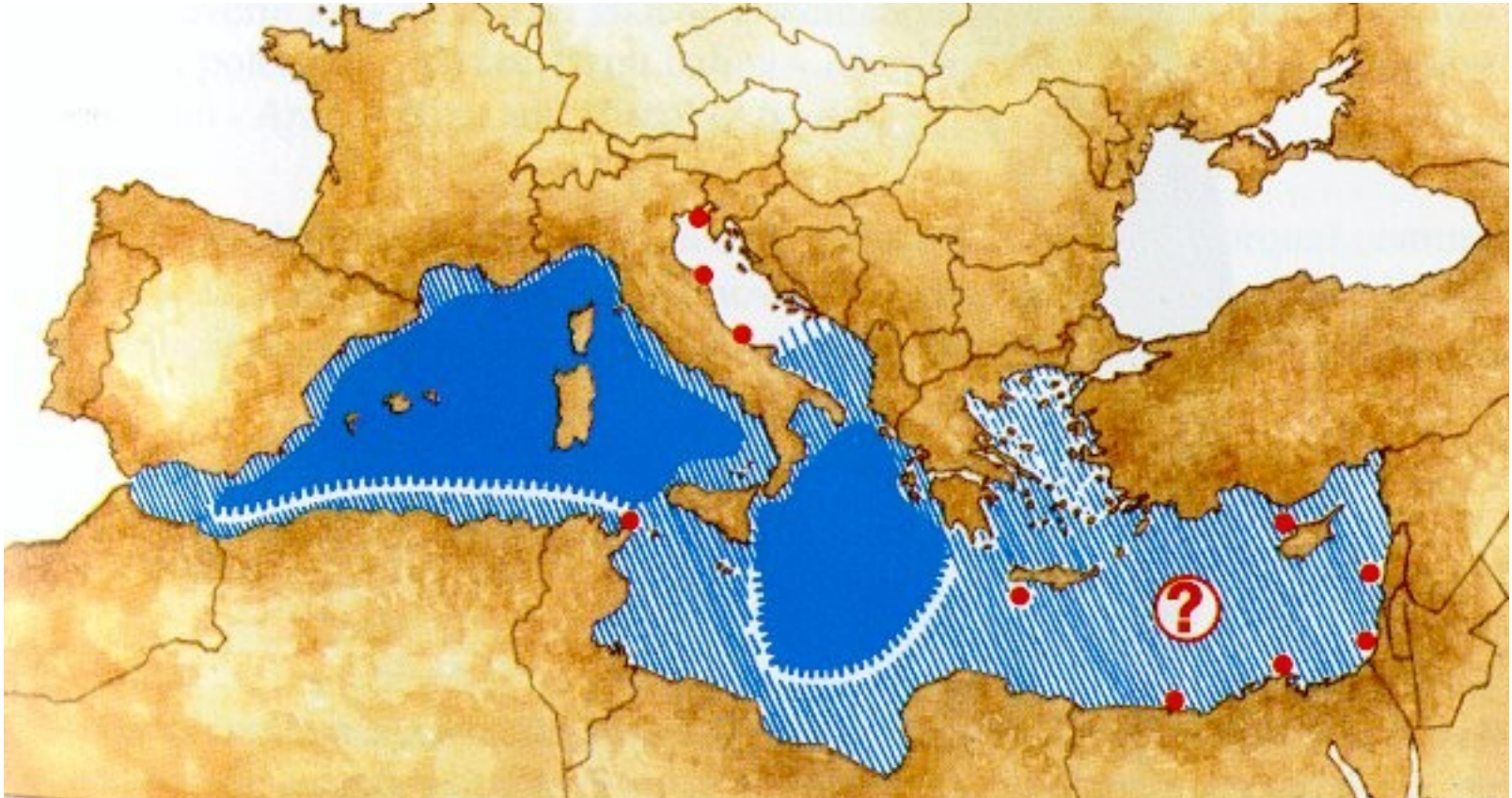
CETACEI DEL MEDITERRANEO

Legenda per le carte di distribuzione

	Regolare		Segnalazione incerta
	Presente ma non frequente		Mancano dati
	Confine incerto		Presenza localizzata
			

CETACEI DEL MEDITERRANEO

Balenottera comune



CETACEI DEL MEDITERRANEO

Capodoglio



CETACEI DEL MEDITERRANEO

Zifio



CETACEI DEL MEDITERRANEO

Globicefalo



CETACEI DEL MEDITERRANEO

Grampo



CETACEI DEL MEDITERRANEO

Tursiope



CETACEI DEL MEDITERRANEO

Stenella striata



CETACEI DEL MEDITERRANEO

Delfino comune



CETACEI DEL MEDITERRANEO - Occasionali

Balenottera minore



CETACEI DEL MEDITERRANEO - Occasionali

Orca



CETACEI DEL MEDITERRANEO - Occasionali

Pseudorca



CETACEI DEL MEDITERRANEO - Occasionali

Steno

