Seconda sezione

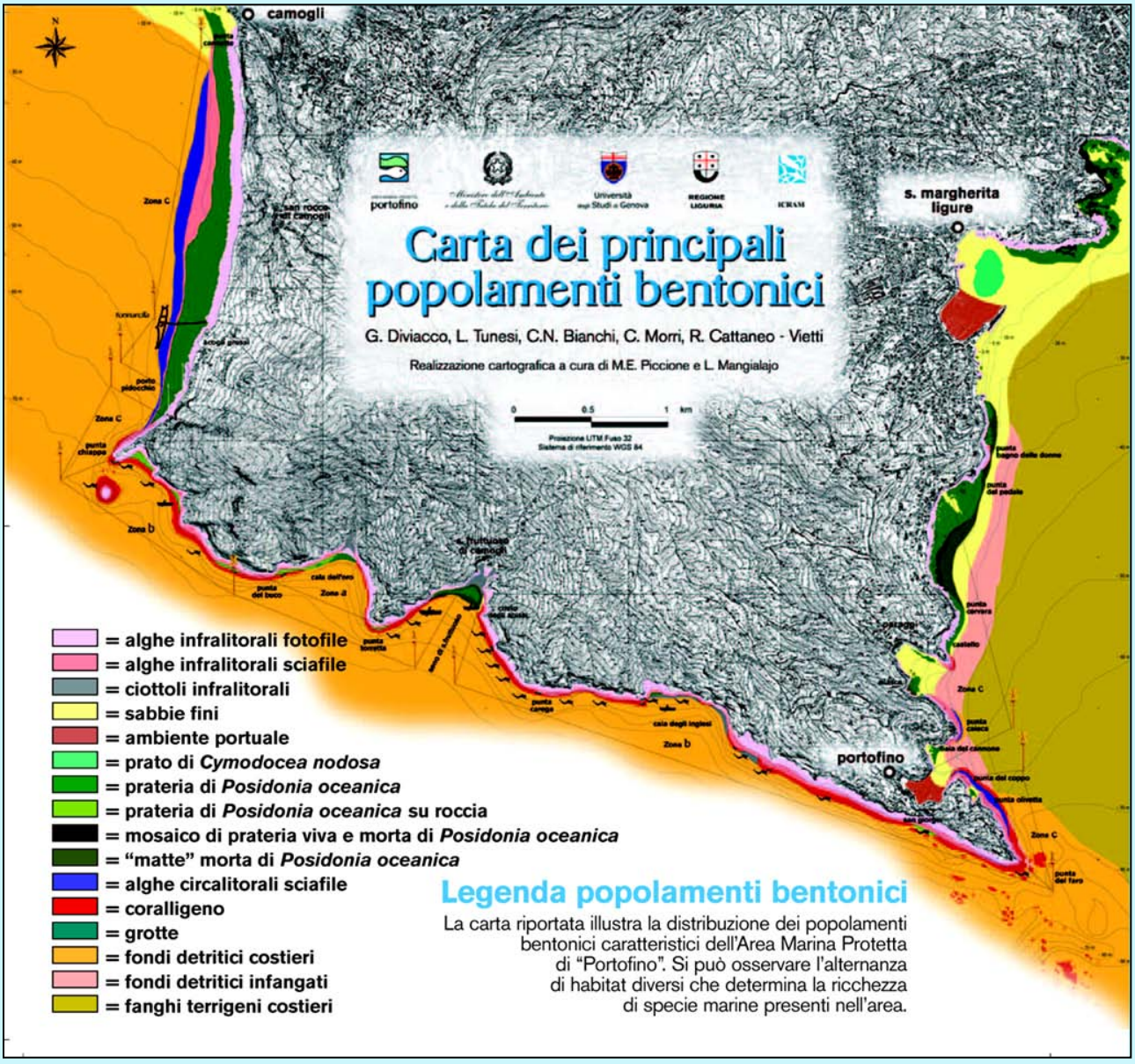
# I popolamenti dell'Area Marina Protetta di Portofino

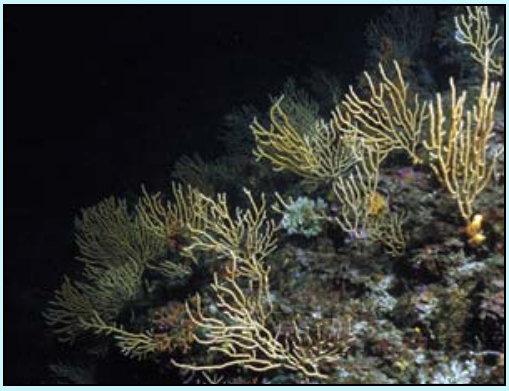
## La carta dei principali popolamenti bentonici

Uno degli strumenti più importanti per la tutela dell'ambiente marino e per il monitoraggio ambientale è senza dubbio la carta dei principali popolamenti bentonici. È chiaro che essa è georeferenziata e ci dice con buona approssimazione qual è la biocenosi dominante in ogni punto del fondale.
La carta ovviamente non ci può dare il dettaglio degli eventuali microambienti presenti, magari inseriti in popolamenti più vasti, di cui l'area marina è ricca.

1) In alto un immagine dell'ambiente ad alghe fotofile, il primo ambiente che si incontra scendendo sotto il livello del mare.

2) In basso una carta degli ambienti marini dell'area marina protetta.





# Le biocenosi

Il termine biocenosi indica “un raggruppamento di organismi viventi animali e vegetali che per la loro composizione di specie e per il numero di individui corrisponde in modo stabile a determinate condizioni di un dato ambiente”.
Questi organismi oltre a dipendere dalle caratteristiche fisiche del luogo in cui vivono, sono strettamente legati gli uni agli altri da vari tipi di rapporti reciproci (competizione per lo spazio o per il cibo, rapporti preda-predatore, ecc.) tanto che da queste interazioni può dipendere la loro sopravvivenza.
Le biocenosi sono composte da specie caratteristiche che, indipendentemente dalla loro abbondanza, vivono preferenzialmente o esclusivamente in quel particolare ambiente.
Il dominio bentonico è popolato da differenti biocenosi, la cui distribuzione è fondamentalmente legata alla natura del substrato (sedimenti più o meno grossolani o roccia) alla profondità e quindi alla quantità di luce presente e alle condizioni di corrente che interessano le zone nelle quali si insediano.
Le principali biocenosi bentoniche del Mediterraneo sono state definite nel 1964 da due studiosi Pèrés e Picard nel loro trattato “*Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée*” nel quale prendono in considerazione il ruolo della luce e del tipo di substrato nel determinare la distribuzione degli organismi e delle biocenosi che costituiscono.
All’interno di una biocenosi si parla di facies quando si verifica l’esuberanza una o più specie in risposta a particolari condizioni.
Le biocenosi che si possono incontrare lungo le falesie del Promontorio di Portofino sono molte. Alcuni esempi sono la facies algale a *Cystoseira stricta e compressa* (Piano mesolitorale), i popolamenti fotofili di ambiente battuto (Piano infralitorale di substrato duro) la Prateria di *Posidonia oceanica* (Piano infralitorale di substrato molle) la biocenosi del coralligeno e le facies a *Eunicella cavolinii*, a *Paramuricea clavata e* a *Corallium rubrum*, la biocenosi di grotta semioscura e la biocenosi di grotta oscura (Piano circalitorale).
Nelle pagine che seguono saranno descritte alcune tra le biocenosi più significative dell’Area Marina Protetta di “Portofino”.

3, 4, 5, 6 e 7) Nelle foto alcune biocenosi presenti lungo il Promontorio di Portofino: dall’alto facies algale a *Cystoseira stricta e compressa*, una prateria di *Posidonia oceanica*, una parete a coralligeno e biocenosi di grotta semioscura e oscura.

## Il popolamento ad alghe fotofile

Tra – 0,5 e – 10 metri sulle scogliere sommerse e ben illuminate dai raggi solari che penetrano nelle acque si sviluppano numerose alghe come *Dyctyota dicotoma, Dictyopteris membranacea, Dictyotales sp., Sargassum vulgare, Codium bursa, Ulva rigida,* alcune specie di *Cystoseira* ed altre alghe corallinacee erette come *Amphiroa rigida*. Nelle zone più riparate dai moti del mare *Stypocaulon scoparium, Padina pavonica* e talvolta *Acetabularia acetabulum*. Talvolta si può osservare anche *Sphaerococcus sp.* che si ritrova anche nelle pozze di marea.
Tra gli animali che vivono in questo ambiente si incontrano alcuni poriferi (spugne) quali: *Spirastrella cunctatrix, Crambe crambe, Chondrosia reniformis e Clathrina cerebrum*.
Sono spesso presenti molluschi come il bivalve *Arca noae*, idroidi del genere *Eudendrium*, anellidi policheti e il briozoo *Pentapora fascialis*. Oltre a cnidari antozoi, come *Anemonia sulcata* e la piccola gorgonia *Eunicella singularis,* e a molluschi come il polpo, comuni questi ultimi anche in altri ambienti, si possono osservare stelle marine come *Coscinasterias tenuispina* che abbiamo visto avventurarsi anche a bassissime profondità sugli scogli costieri e, soprattutto, ricci di mare che trovano in questo ambiente il luogo ideale in cui vivere. Tra i crostacei si incontrano spesso paguri all'interno dei gusci di vari molluschi e con gli anemoni "sulla schiena" e la grancevola piccola, *Maja crispata* che di solito ha il carapace completamente ricoperto di alghe e in questa maniera riesce a mimetizzarsi. Le alghe si insediano su di essa come su un piccolo sasso in

8) Il crostaceo *Maja crispata*. Si può incontrare completamente coperto di alghe.

9) In alto: alghe della specie *Codium bursa;*
10) Al centro: *Padina pavonica* (alga a ventaglio) e *Dictyotales* sp.
11) In basso: *Acetabularia acetabulum* ingrandita;
11 bis) *Cladocora caespitosa*.

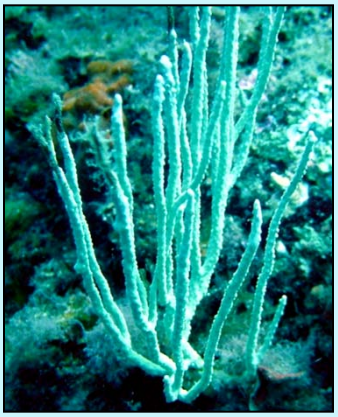
12, 13, 14 e 15) Alcuni pesci tipici dell'ambiente ad alghe fotofile. Dall'alto: sarago pizzuto; perchia; salpe intente a brucare e bavosa gattoruggine.
16 e 16 bis) A lato: *Eunicella singularis* e un piccolissimo picnogonide ingrandito.

quanto l'animale rimane fermo per lungo tempo. Soprattutto vicino ad *Anemonia sulcata* si incontrano anche piccoli gamberetti della specie *Leptomysis mediterranea*, una delle principali prede dei cavallucci marini.

In questo ambiente sono presenti ovviamente anche numerosi pesci di piccola taglia o immaturi che utilizzano spesso l'ambiente caratterizzato dalle alghe fotofile per nascondersi. Tra questi si possono osservare soprattutto alcune specie di labridi come la donzella, *Coris julis*, il tordo pavone, *Symphodus tinca* e il tordo comune, *Labrus viridis*. Tra i serranidi è frequente lo sciarrano, *Serranus scriba*, e la perchia, *Serranus cabrilla*. Altri pesci molto diffusi sono i saraghi delle tre specie, *Diplodus vulgaris*, *D. sargus e D. puntazzo*, le occhiate, *Oblada melanura*, le salpe, *Sarpa salpa* e numerose specie di bavose e ghiozzi. Le salpe inoltre sono pesci erbivori e pertanto strettamente legati a questo ambiente o a quello di prateria di fanerogame (Posidonia).

Nell'ambiente caratterizzato dalle alghe molti organismi contendono ad esse il fondale. Sono soprattutto spugne, come quelle già citate, e cnidari (anemoni come *Anemonia sulcata* e *Aiptasia mutabilis*, madreporari come *Cladocora caespitosa* e in minor misura il gorgonario *Eunicella singularis*). Questi animali sessili, cioè fissi al substrato o, nel caso degli anemoni, capaci soltanto di effettuare piccoli movimenti sul fondale, hanno nei tessuti cianobatteri, i primi, alghe unicellulari, i secondi, simbionti che conferiscono loro i caratteristici colori e cedono zuccheri in cambio di protezione.

Particolari abitanti di questi ambienti sono i picnogonidi, cheliceriformi pantopodi molto piccoli, parenti stretti degli scorpioni e dei ragni che hanno sembianze simili a questi ultimi. Alcuni vivono associati in particolar modo a colonie di idroidi del genere *Eudendrium*. Sono animali parassiti e si nutrono dei tessuti dell'idroide depositando le proprie larve all'interno dei polipi dove avviene il loro sviluppo.



## Le praterie di *Posidonia oceanica*

*Posidonia oceanica* è una pianta superiore (fanerogama) e, pertanto, possiede radici, foglie e produce fiori e frutti. Vive in zone illuminate, dalla superficie fino alla profondità di circa 40/50 metri, in funzione della trasparenza delle acque.

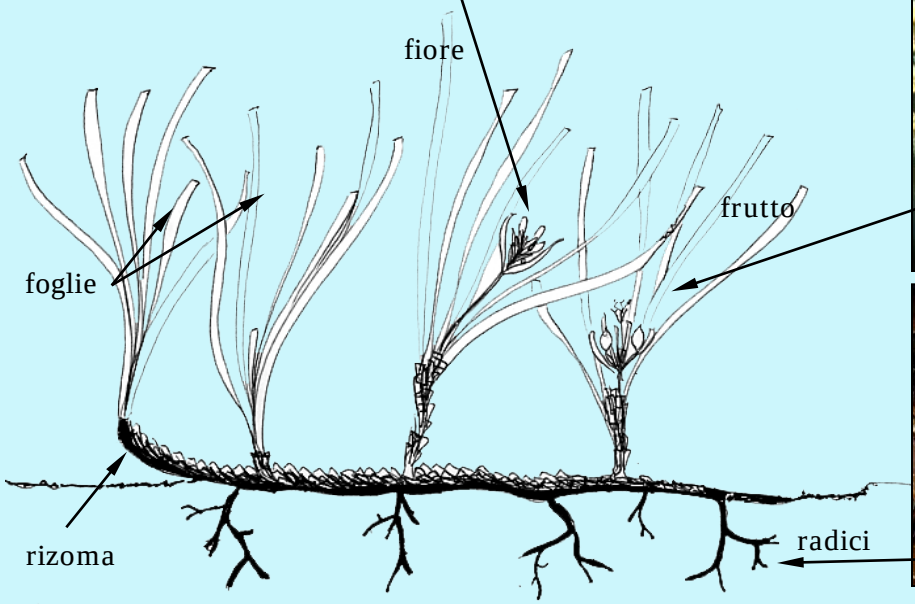
Si tratta di una pianta molto importante per i litorali per molteplici ragioni: produce notevoli quantità di ossigeno, smorza l'azione delle onde limitando in questo modo l'erosione delle coste e ospita numerosi organismi, comprese le fasi giovanili di molte specie di pesci, che trovano cibo e protezione tra le sue foglie.

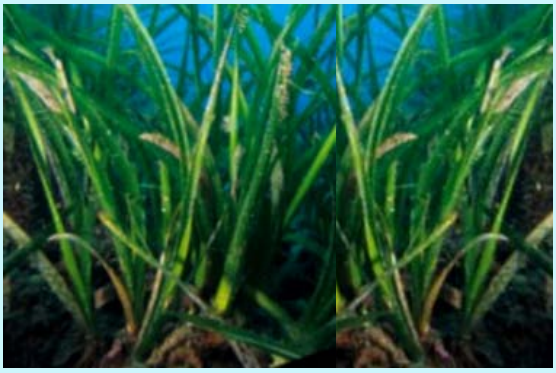
Lungo il Promontorio di Portofino, caratterizzato da falesie a picco sul mare, che raggiungono in breve grandi profondità, le praterie possono svilupparsi quasi esclusivamente all'interno delle baie e lungo i versanti di ponente e levante, dove il pendio dei fondali risulta più dolce. In queste zone comunque la prateria non raggiunge mai estensioni rilevanti.

17) In alto: una prateria di *Posidonia oceanica* con le foglie che ondeggiano seguendo il moto del mare.

18) A sinistra: fiore di *Posidonia oceanica*.

19 e 20 e 20bis) Sotto: frutto in formazione di posidonia (a maturità diviene rossastro), disegno della struttura della pianta e radici.



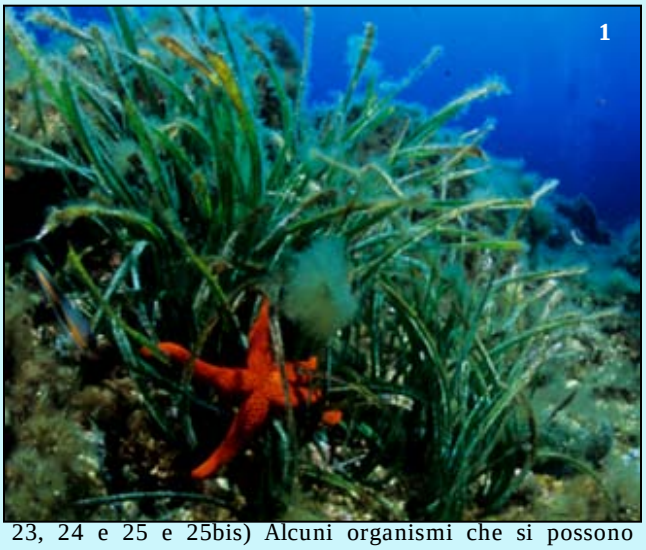


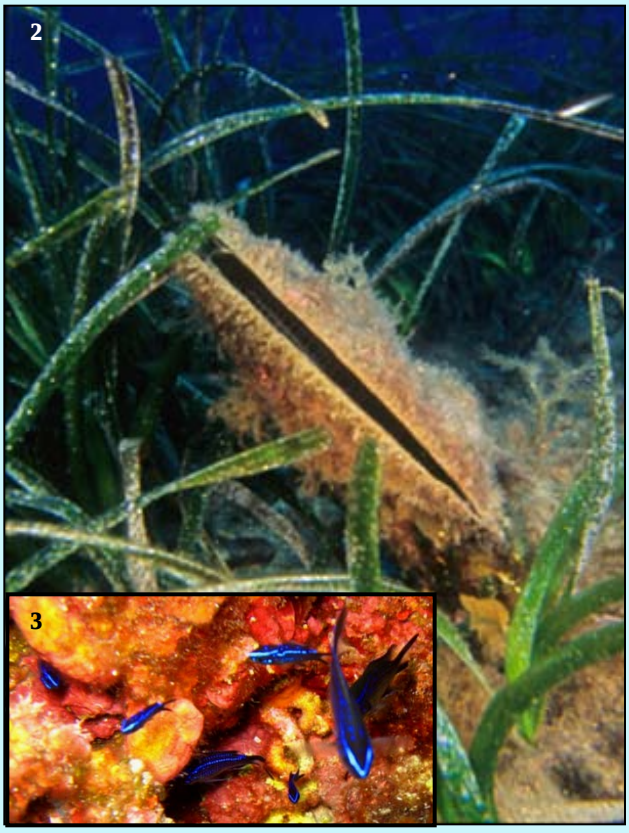
21) La base di una prateria: si può notare come i rizomi possano svilupparsi in verticale. Questo permette a queste piante di sopportare tassi di sedimentazione anche elevati e non venire velocemente ricoperta.

Sfortunatamente in alcuni tratti, in particolare quelli lungo il versante orientale del Promontorio, le praterie sono state parzialmente compromesse dal generale aumento della torbidità dell'acqua, dovuto allo sviluppo urbanistico dei comuni del Golfo del Tigullio.

Come detto l'importanza delle praterie di *Posidonia ocenica* è dovuta anche al fatto che ospitano numerose specie di organismi. Ogni angolo di questa biocenosi infatti viene sfruttato per le molteplici opportunità che offre. Ad esempio tra le lunghe foglie nastriformi molte specie hanno la possibilità di sfuggire ai predatori e tra i rizomi dove le condizioni di illuminazione sono minori è possibile l'insediamento di specie sciafile.

22) nell'Area Marina Protetta di "Portofino" è presente anche un'altra fanerogame marina, *Cymodocea nodosa*, meno diffusa rispetto a *Posidonia oceanica*, che forma praterie in cui le piante sono più rade e più esili.

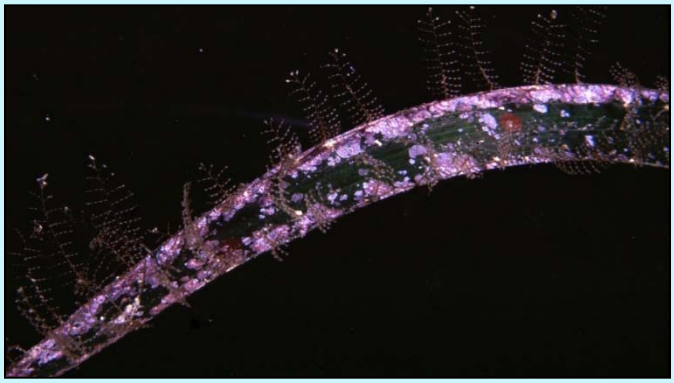


23, 24 e 25 e 25bis) Alcuni organismi che si possono incontrare nella prateria, alla base delle foglie o tra i rizomi di *Posidonia oceanica*.

1) Una stella marina si muove alla base di alcune piante, 2) una *Pinna nobilis* specie protetta di bivalve che si trova molto spesso insediata sui fondi sabbiosi dove si sviluppa *Posidonia*. 3) giovanili di castagnola e 4) Un cavalluccio marino, tipico abitante delle praterie di questa pianta.

Esistono altri organismi epibionti (che "vivono sopra"), di dimensioni minori, che possono sfruttare lo "spazio" offerto dalle foglie, grazie al fatto che queste possono arrivare ad oltre il metro di lunghezza.
Alcune specie si insediano stabilmente sulle foglie, altre invece si possono spostare alla ricerca di cibo, protezione o per deporre le uova, e spesso assumono colorazioni simili alle foglie stesse per nascondersi da eventuali predatori.



26) L'idrozoo *Aglaophenia pluma* colonizza la faccia superiore di una foglia di *Posidonia oceanica*.

27 e 28) A sinistra il crostaceo anfipode *Caprella acanthifera* su una foglia; a destra il briozoo *Electra posidoniae*.

29) A destra: il piccolo crostaceo isopode *Idotea hectica* su una foglia verde di *Posidonia oceanica*.

30) Il piccolo pesce *Apletodon incognitus* si mimetizza su una foglia piuttosto vecchia e dai colori variegati a causa degli organismi insediati su di essa.

31) La stella marina *Asterina gibbosa*.

32 e 33) Foglie colonizzate da idroidi della specie *Plumaria obliqua* (sinistra) e *Sertularia perpusilla* (destra).

Come le foglie di alcune piante terrestri, anche quelle di *Posidonia ocenica* tendono a distaccarsi dai rizomi verso la fine dell'estate avendo raggiunto in questo periodo la massima lunghezza.
Le prime mareggiate invernali, infatti, ne provocano il progressivo distacco e il conseguente accumulo sulle spiagge, insieme ai frammenti dei rizomi.
Alcune delle fibre vegetali vengono successivamente riorganizzate dal moto ondoso in palline di tutte le dimensioni, note come egagropile, che si possono trovare sulla battigia.

34 e 35) A sinistra resti di foglie e rizomi di *Posidonia* oceanica accumulati su una spiaggia. A destra foglie di *Posidonia oceanica* che hanno raggiunto una lunghezza superiore al metro e tenderanno progressivamente a staccarsi dai rizomi.

36) Due egagropile su foglie di *Posidonia oceanica*; sulla destra si notano anche i resti di due rizomi.

# Il coralligeno

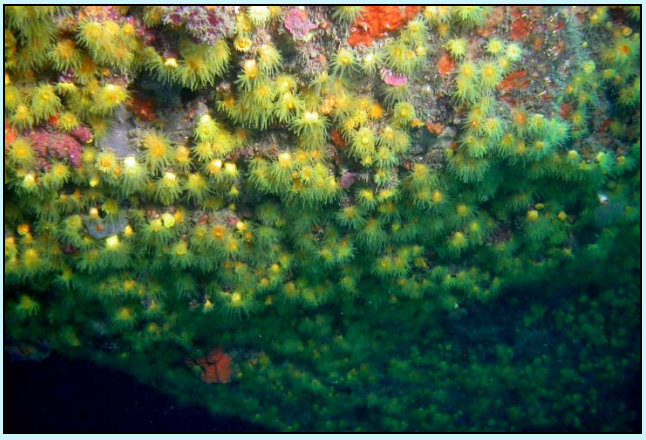
Il coralligeno o, meglio, la biocenosi coralligena, è definita come il concrezionamento prodotto dagli organismi, sia animali sia vegetali, in grado di produrre calcare (carbonato di calcio) che permette lo sviluppo di un substrato solido, creando così nuove condizioni sia per la fauna sessile, sia per quella sedentaria o moderatamente vagile che può occupare gli anfratti interni della massa concrezionata.
Il bioconcrezionamento coralligeno, si sviluppa in zone a scarsa illuminazione ed è dovuto essenzialmente agli scheletri di alcune specie di alghe rosse calcaree della famiglia delle Corallinacee (es. *Pseudolithophyllum expansum* e *Lithophyllum incrustans*) e delle Peyssonelliacee (*Peyssonnelia squamarla, Peyssonnelia polymorpha*) che crescono con il tallo aderente al substrato e le fronde sovrapposte le une alle altre. Dopo la morte degli organismi rimangono le lamine calcaree che fossilizzano e danno origine al bioconcrezionamento, il quale può arrivare, nel tempo, a superare il metro di dimensione. Tra i talli fogliosi delle rodoficee si accumulano i frammenti dei numerosi organismi che trovano il loro habitat all'interno del coralligeno. La presenza di alghe coralline è indispensabile per la biocostruzione e per l'insediamento di tutti gli altri organismi che ne costituiranno il popolamento e i costruttori secondari.
La partecipazione animale alla costruzione è limitata a circa il 20% e consiste in un apporto secondario poco consolidato, molto eterogeneo dal punto di vista meccanico e sotto la dipendenza diretta del concrezionamento vegetale. La componete animale costruttrice è rappresentata principalmente da scheletri calcarei di briozoi e da cnidari scleractinari (*Leptosammia pruvoti* e *Caryophilla smithii* e *C. inornata)* che producono scheletri sviluppati in altezza estremamente solidi e indispensabili alla costruzione. Alcune spugne insinuanti (*Faciospongia cavernosa*) infine hanno la capacità di legare il materiale.
Il risultato è una massa con un sottile strato vivente superficiale e un cuore di roccia dura cementata e resistente, ma con numerosi buchi e cavità.
La successione naturale degli organismi che contribuiscono alla formazione del coralligeno e sono detti pertanto biocostruttori è contrastata in parte dall'azione dei cosiddetti distruttori: organismi animali in grado di forare o sciogliere il substrato calcareo, detti biodemolitori. Essi sono quantificabili in un 2% in termini di specie, ma il loro contributo non è trascurabile, anzi la loro azione permette lo sviluppo della complessa comunità caratteristica del coralligeno, in quanto genera nuove cavità, superfici di impianto per altre specie di organismi e microhabitat occupati da un elevato numero di organismi criptici.

## Organismi biocostruttori

In questa immagine puoi vedere due delle specie principalmente responsabili della formazione del coralligeno.
Come detto nelle pagine precedenti, alcune alghe sono in grado di vivere in condizioni di scarsa illuminazione e riescono così a colonizzare substrati rocciosi ad una certa profondità, dove la biocenosi coralligena tende a svilupparsi. Entrambe le specie della foto sono dure al tatto perché hanno il tallo (il corpo) calcificato, cioè ricco di carbonato di calcio; da qui il nome di alghe calcaree.

37) *Pessyonnelia* sp. (rosso scuro in primo piano) e *Pseudolithophyllum* sp. (rosa).

38 e 39) *Reteporella septentrionalis*, nota come “trina di mare” ; nella foto in basso particolare di una colonia.



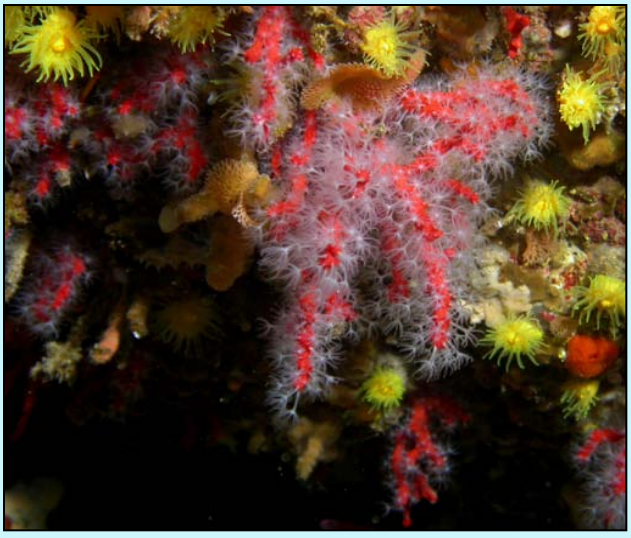
40) Sopra: un tetto di roccia completamente ricoperto da *Leptopsammia pruvoti*..
41) Sotto: singolo individuo con i tessuti che ricoprono ancora l’intero corallite.

Ma le alghe calcaree non sono le uniche responsabili della
sua formazione. Come detto alcuni animali, anch’essi con scheletro calcareo, contribuiscono alla costruzione del coralligeno. Tra questi vi sono alcune specie di briozoi come quelle rappresentate in queste foto. Come le alghe, anche i briozoi possono avere aspetto molto vario: alcuni sono incrostanti e aderiscono al substrato formando sottili strati di calcare, altri sono eretti e ramificati e, anche se piuttosto fragili, possono arrivare a raggiungere diversi centimetri in altezza. Sono formati da colonie, cioè gruppi di singoli individui (detti zooidi) interconnessi tra loro, ciascuno dei quali possiede un anello di tentacoli intorno alla bocca. I tentacoli permettono la cattura delle particelle alimentari trasportate dalle correnti.
Alla costruzione del coralligeno contribuiscono anche molti cnidari con scheletro duro come la specie *Leptopsammia pruvoti.*
I singoli individui, infatti, hanno uno scheletro bianco calcareo, detto corallite, secreto da ciascun polipo; gli individui possono essere singoli o fusi insieme
*L. pruvoti* raggiunge altissime densità di individui per $m^2$ e spesso, immergendosi lungo i fondali del Promontorio, si possono osservare gli scheletri bianchi di individui caduti nei sedimenti, alla base delle pareti sulle quali si insediano.

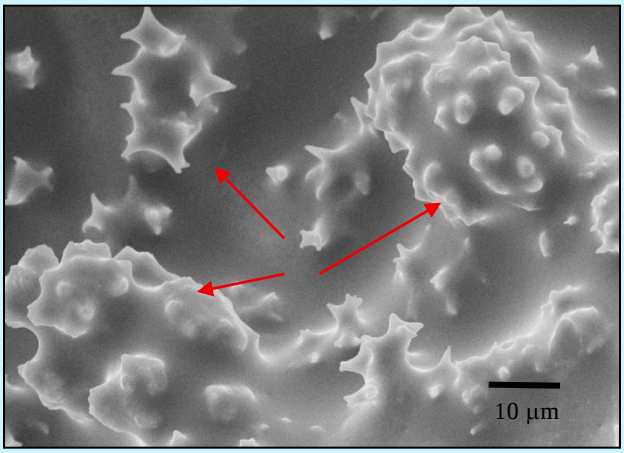
42) In basso: diversi individui di *L. pruvoti* fusi insieme, dei quali restano solo i coralliti bianchi

In questo ambiente si trovano anche vermi policheti, che vivono in piccoli tubi di calcare da loro stessi secreti. Anch'essi svolgono così la funzione di piccoli costruttori del coralligeno.
Tra i responsabili della costruzione del coralligeno vi è anche il corallo rosso, *Corallium rubrum*, appartenente alla classe degli cnidari. Questo animale ama vivere in zone poco illuminate ed è per questo che si può trovare a grandi profondità, dove la quantità di luce che penetra è decisamente scarsa, oppure non lontano dalla superficie, ma solo in grotte ed anfratti poco illuminati.
Come molti organismi sessili, che vivono cioè fissandosi in modo permanente al substrato roccioso, anch'esso dipende dalle correnti che trasportano cibo e ossigeno.
Il corallo è un organismo coloniale. Ogni colonia è ramificata e costituita da un insieme di polipi interconnessi tra loro all'interno dello scheletro. Ciascun polipo ha otto tentacoli simili a piccole piume, al centro dei quali si trova la bocca. Grazie ai tentacoli, che sono urticanti, i polipi riescono ad intercettare gli organismi planctonici dei quali si nutrono. Lo scheletro è ricoperto da tessuto vivente, detto cenenchima, di colore rosso.
Sparsi nel cenenchima vi sono polipi più piccoli privi di tentacoli, che hanno la funzione di far circolare l'acqua all'interno della colonia, nonché piccole formazioni calcaree, dette spicole, che servono a irrobustire le colonie.
L'aspetto della superficie dei rami ingrandita, si può osservare nella foto qui sotto in bianco e nero: si possono distinguere le spicole calcaree (frecce rosse) che spuntano dal cenenchima.

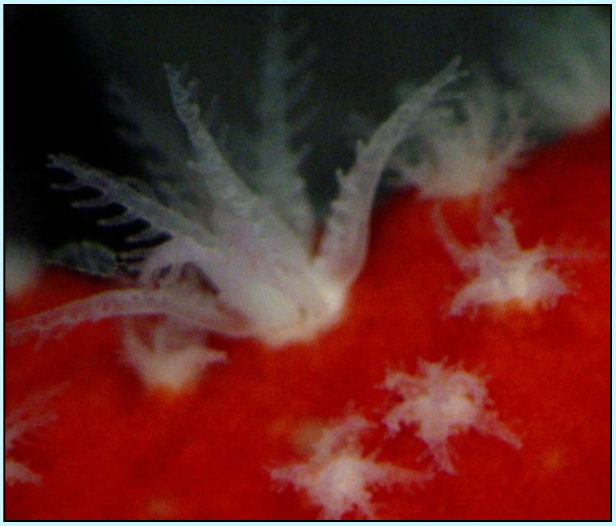
43) Una colonia di vermi appartenenti alla specie *Filograna implexa*.



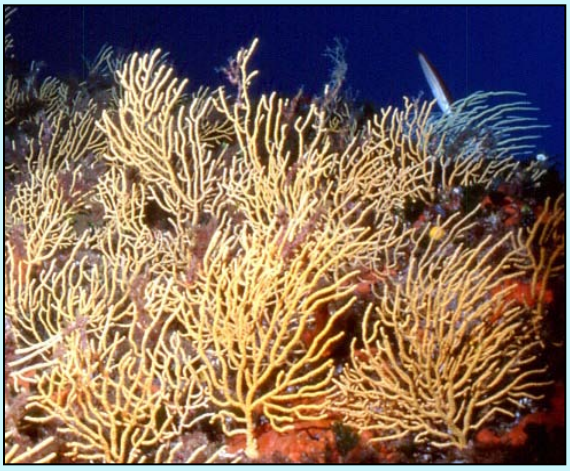
44) Una colonia di *Corallium rubrum* con i polipi bianchi espansi. Si possono notare anche diversi individui di *Lptopsammia pruvoti* insediati sullo stesso tetto di roccia




45) Sotto: particolare di un ramo di corallo fotografato con il microscopio elettronico a scansione (SEM).



46) Un polipo di *C. rubrum* espanso; si distinguono i singoli tentacoli piumati.

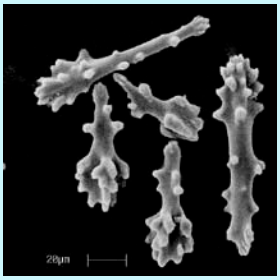


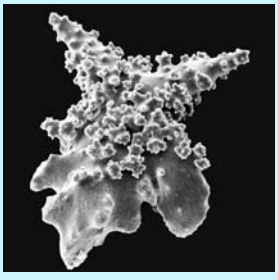
47) Diverse colonie di gorgonia gialla *Eunicella cavolinii*.

48) Una gorgonia rossa (*Paramuricea clavata).*

49) *Paramuricea clavata*: particolare dei rami.

50) *Paramuricea clavata*: particolare dei polipi.



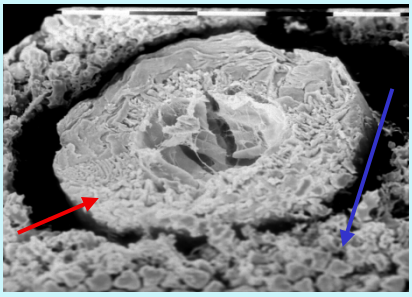


51 e 52) Esempi di spicole calcaree di gorgonie.

## Altri organismi tipici del coralligeno

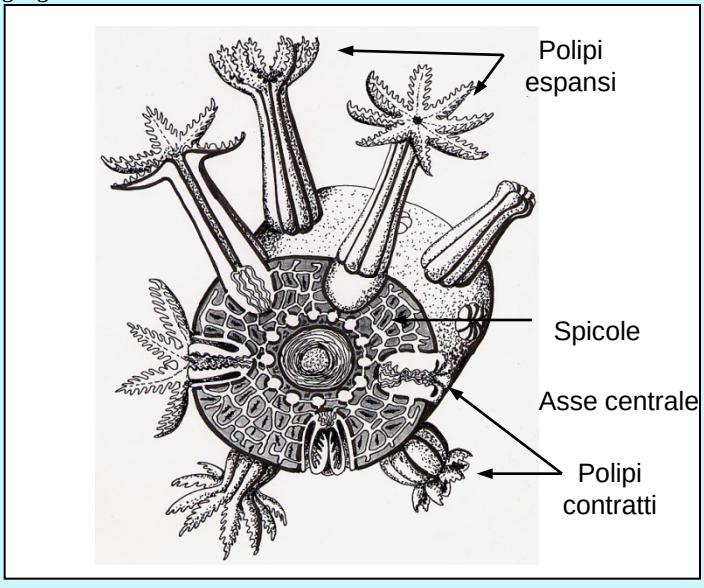
Lungo le falesie del Promontorio di Portofino il coralligeno presenta facies (esuberanza di una o più specie in risposta a particolari condizioni) che assumono importanza significativa; sono note ad esempio le facies a *Eunicella cavolinii* e *Paramuricea clavata,* due specie di gorgonie che possono arrivare a ricoprire interi costoni di roccia e sono molto apprezzate dai subacquei che si immergono in queste acque.

Come il corallo anche le gorgonie sono animali ed appartengono alla classe degli Cnidari. Vivono fissandosi alla roccia e formano grandi ventagli disposti perpendicolarmente alla corrente dominante, in modo da lasciarsi attraversare il più possibile dall'ossigeno e dal plancton che essa trasporta. Anche le gorgonie, infatti, hanno centinaia di piccoli polipi che possono catturare le prede grazie al loro potere urticante. A differenza del corallo rosso, però, le gorgonie sono elastiche perché il loro scheletro è costituito da una sostanza proteica, detta gorgonina, che le rende flessibili. Anche i rami delle gorgonie, come quelli del corallo, sono rivestiti di cenenchima, rinforzato da un'armatura di numerose spicole che talvolta hanno forme bizzarre come quelle delle foto di questa pagina.



53) Un ramo di *Eunicella cavolinii* visto al microscopio elettronico a scansione. Si può notare l'asse centrale (freccia rossa) e l'armatura di spicole (freccia blu) immerse nel cenenchima.

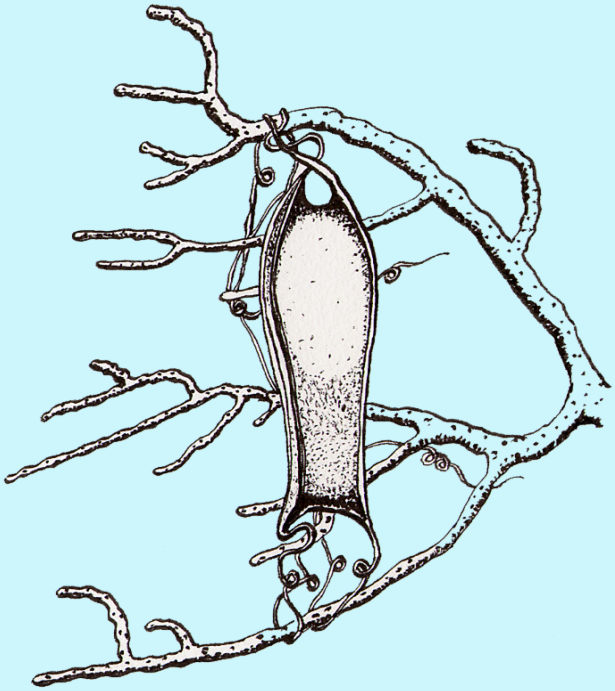
54) In basso: disegno di una sezione di ramo di gorgonia.



Una caratteristica comune a molte gorgonie è quella di essere colonizzate, cioè “abitate” più o meno stabilmente, da altri organismi. Il mollusco gasteropode della foto qui sotto, ad esempio, avendo gli stessi colori della gorgonia sulla quale vive, si nasconde tra i suoi rami e allo stesso tempo si ciba dei suoi polipi e tessuti. La quantità di cenenchima che riesce a rimuovere con la sua radula, però, non è mai tale da uccidere la gorgonia; in questo modo il mollusco mantiene viva la sua fonte di cibo. Esistono poi alcuni organismi epibionti, che vivono cioè sopra altri animali o vegetali, che utilizzano i rami e lo scheletro delle gorgonie come supporto per accrescersi. Tra di essi vi sono molluschi bivalvi, vermi e idroidi. Altri animali poi, come piccoli squali chiamati gattucci (*Scyliorhinus stellaris* e *S. canicula*), depongono le uova attaccandole ai rami delle gorgonie affinché i piccoli si possano sviluppare in condizioni di corrente e ossigeno ottimali.

55) Il mollusco *Neosimnia spelta* sui rami di una *E. cavolinii*.

*56) Pteria irundo*, un mollusco bivalve che cresce attaccato ai rami di una *Paramuricea clavata*.

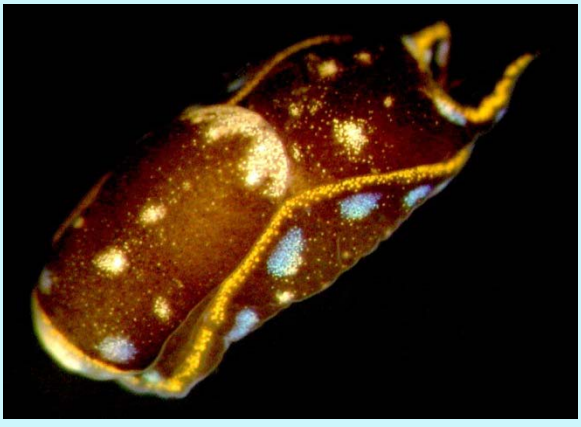


57 e 58) Un gattuccio e un uovo di gattuccio su una colonia di *P. clavata*.
59) Nel disegno si può notare il particolare sistema di fissaggio di un uovo ai rami di una gorgonia.

60) Gli Idroidi, sono cnidari che ricordano piccoli cespugli. Alcune specie sono molto urticanti. Talvolta si trovano sui rami di gorgonie dove si insediano e crescono. Nella foto *Sertularella* sp. (in bianco) ha colonizzato alcuni rami di una *E. cavolinii*.

61) *Cratena peregrina* sull'idroide *Eudendrium glomeratum*.
62) Sotto*: Dondice banyluensis.*

Alcuni organismi che crescono sui rami delle gorgonie, possono diventare, a loro volta, fonte di cibo per altri animali: è il caso di certe colonie di idroidi che spesso costituiscono il nutrimento di molluschi nudibranchi come quelli delle foto di queste pagine.
I nudibranchi, piccole lumache di mare senza conchiglia, "utilizzano" i colori sgargianti della loro livrea per mettere in guardia i predatori della loro tossicità. Alcuni di essi, infatti, sono in grado di immagazzinare le nematocisti degli idroidi di cui si nutrono, riutilizzandole per difesa.
Nonostante i loro colori accesi, alcuni nudibranchi hanno dimensioni talmente ridotte che in mare è quasi impossibile vederli ad occhio nudo e occorrerebbe un microscopio per poterli osservare. *Chelidonura africana*, ad esempio, la specie rappresentata nella foto qui sotto, proprio a causa delle sue ridottissime dimensioni (qualche mm), che ne rendevano difficile l'individuazione, è stata segnalata, nei fondali del Promontorio di Portofino, solo negli ultimi anni e rappresenta pertanto il primo "record", cioè la prima segnalazione della sua presenza, in Mar Ligure.



63) *Chelidonura africana* primo record per la Liguria.
64) Sotto: *Cuthona caerulea*.

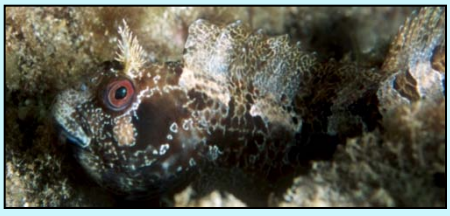
Il coralligeno ospita anche numerosi organismi bentonici vagili, in grado cioè di nuotare, strisciare o arrampicarsi lungo i fondali.
Molti di essi trascorrono buona parte del tempo in spaccature ed anfratti nella roccia ed escono dalle tane di notte per cacciare.
Ci sono poi animali che, invece di nascondersi nelle tane, utilizzano diversi espedienti per mimetizzarsi: alcuni hanno forma e colore simili all'ambiente nel quale vivono, altri si rendono meno visibili ricoprendo il proprio corpo con organismi diversi.
Gli scorfani, ad esempio, hanno il corpo ricco di piccole appendici e punteggiato di macchie dai colori molto simili ai massi sui quali trascorrono gran parte della giornata immobili, in attesa delle prede.
La stessa "tecnica" viene utilizzata da alcuni blennidi (le comuni bavose), come *Parablennius ruggine*, che al contrario degli scorfani, si mimetizzano per evitare i loro predatori.
Lungo i fondali del Promontorio di Portofino, inoltre, si possono incontrare animali come il "granchio facchino" che si carica sul dorso alghe, ascidie o pezzi di spugna che lui stesso ritaglia con le proprie chele. Una volta sul dorso, il carico viene trattenuto grazie all'impiego dell'ultimo paio di zampe piegate all'insù. Esperimenti di laboratorio hanno dimostrato che questo granchio, se privato della sua copertura, viene più facilmente attaccato dai polpi che se ne cibano. Anche alcune specie di ricci amano ricoprirsi con frammenti di conchiglie e pezzetti di alghe, probabilmente per confondere i predatori ed evitare così di diventare loro nutrimento.

65) Un'aragosta *(Palinurus elephas)*.

*66) Muraena helena* nella sua tana con due piccoli gamberi pulitori.

67) Una mustella *Phycis phycis*, con le due lunghe pinne ventrali modificate.

68) Un riccio diadema, *Centrostephanus longispinus* si nasconde in una fessura; questa specie infatti è amante di zone poco illuminate.

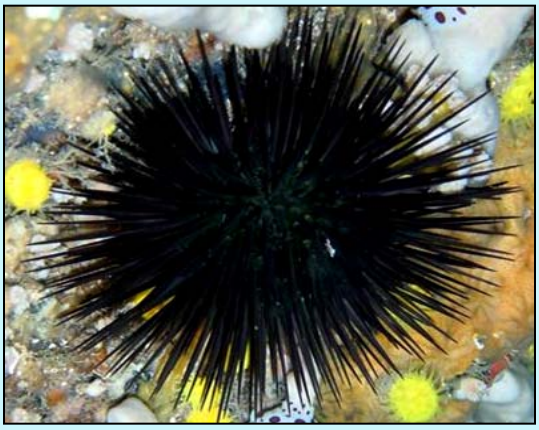


69, 70 e 71) Sopra *Parablennius ruggine* e a destra uno scorfano *Scorpaena scrofa*: entrambi si mimetizzano grazie alla colorazione e forma del corpo simile all'ambiente in cui vivono.

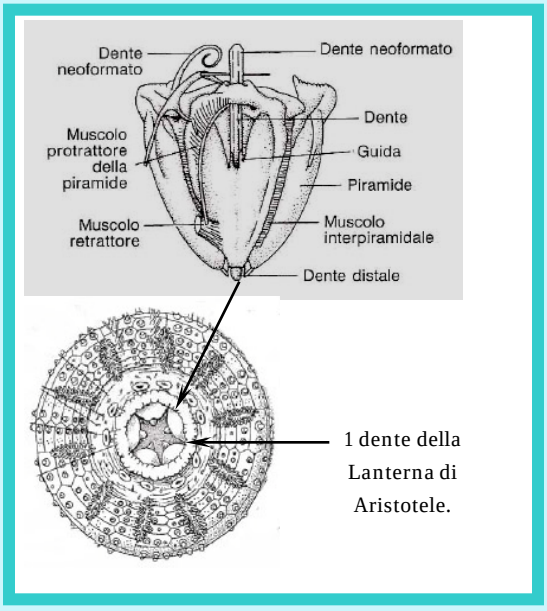
72) Il granchio facchino *Dromia persionata* si nasconde sotto una spugna.

73) Due ricci (*Arbacia lixula)* ricoperti con pezzi dell'alga *Padina pavonica*.

*74) Sphaerechinus granularis.*



*75) Arbacia lixula.*

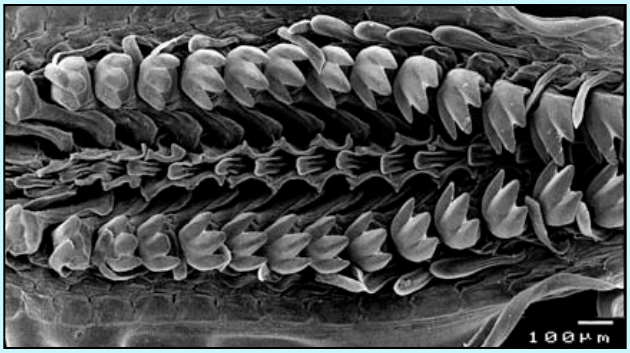



76) Schema della Lanterna di Aristotele.

## Organismi biodemolitori

La bioerosione, ovvero la distruzione di substrati duri attraverso processi biologici (scavo, raspamento, corrosione ed abrasione), è svolta da una varietà di organismi, sia micro (alghe, funghi e batteri) sia macroperforatori.
La bioerosione può essere solo esterna o spingersi dentro il substrato e produrre quindi cavità.
Quella esterna è generata principalmente dall'attività dei "grazers", organismi erbivori come ricci, molluschi gasteropodi e alcuni pesci che "pascolano" sul substrato rimuovendo così notevoli porzioni di esso.
Ma il substrato può essere demolito anche in profondità grazie all'azione di perforatori endolitici (dentro la roccia) come poriferi perforatori, soprattutto Clionidi e molluschi bivalvi.
Il risultato dell'azione di questi organismi è che il substrato e lo scheletro di alcuni costruttori viene intaccato ed indebolito dai biodemolitori e può arrivare a staccarsi.
Nelle immagini accanto puoi osservare alcuni dei principali biodemolitori che si trovano lungo le falesie del Promontorio di Portofino.
I ricci di mare vivono a contatto del fondo e come detto, sono erbivori. Hanno la bocca rivolta verso il basso e con questa grattano le alghe che crescono sulla roccia. La bocca, infatti, è dotata di una struttura nota come Lanterna di Aristotele, formata da 5 denti appuntiti e affilati, che riescono a spezzettare il cibo più duro per facilitarne la successiva ingestione.
Anche i chitoni, molluschi simili a patelle, con la conchiglia modificata in 8 placche parzialmente sovrapposte, sono un altro gruppo di demolitori. Come i ricci sono erbivori e, analogamente ad essi, determinano una rimozione degli strati superficiali del substrato, mentre grattano le alghe delle quali si nutrono. La bocca, che si trova sul lato ventrale del corpo, è dotata di una serie di denti ricurvi disposti su un nastro chitinoso, detto radula; questa spostata avanti e indietro, raschia il cibo. I denti di alcuni chitoni contengono perfino ferro che li rinforza e li rende ancora più efficaci.

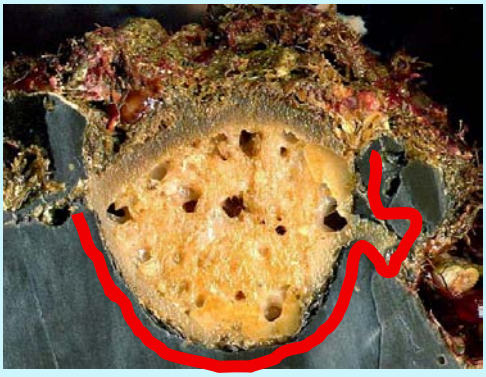
77) Il chitone *Callochiton septemvalvis.*




78) Radula del chitone *Acanthochitona fascicularis.*

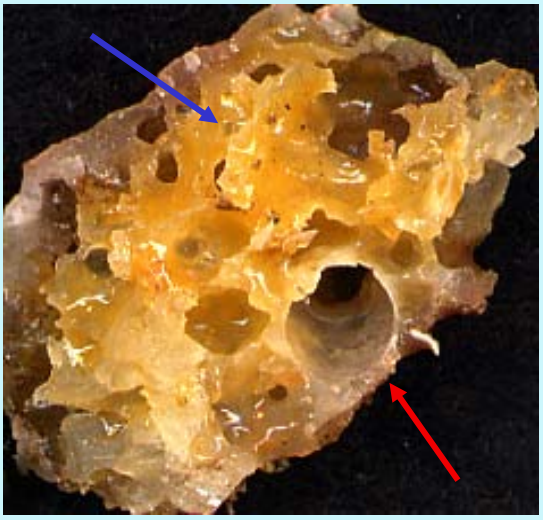
Come detto nel coralligeno sono presenti anche altri organismi che hanno la capacità di insinuarsi lentamente nella roccia, tra gli organismi costruttori e perfino dentro il loro scheletro, scavando gallerie e rimuovendo piccole parti di esso. Alcune specie di spugne, ad esempio, sono in grado di corrodere substrati calcarei formando delle vere e proprie camere, come quella mostrata nell'immagine accanto. Altre specie riescono ad insinuarsi nello scheletro del corallo e delle leptopsammie e possono arrivare a determinarne il distacco dalla parete. Lungo il Promontorio di Portofino si possono rinvenire anche numerosi individui di un mollusco bivalve, *Gastrochaena dubia* che, come i datteri di mare, è in grado di scavare vere e proprie gallerie nella roccia calcarea, profonde anche qualche centimetro. Non è difficile individuare la presenza di questo bivalve perché ha una caratteristica molto particolare: è dotato di due sifoni, uno inalante ed uno esalante, rivestiti di un sottile strato calcareo, che utilizza per filtrare le particelle di cibo in sospensione. Così, all'esterno della galleria che scava, appaiono delle strutture piccole e bianche a forma di "8" che ne rivelano la presenza. Talvolta si possono rinvenire individui di *G. dubia* che condividono lo stesso substrato calcareo con alcune spugne. Sia il mollusco sia la spugna riescono a penetrare per molti centimetri nella roccia indebolendola e rendendola così più suscettibile alla disgregazione meccanica determinata dal moto ondoso.

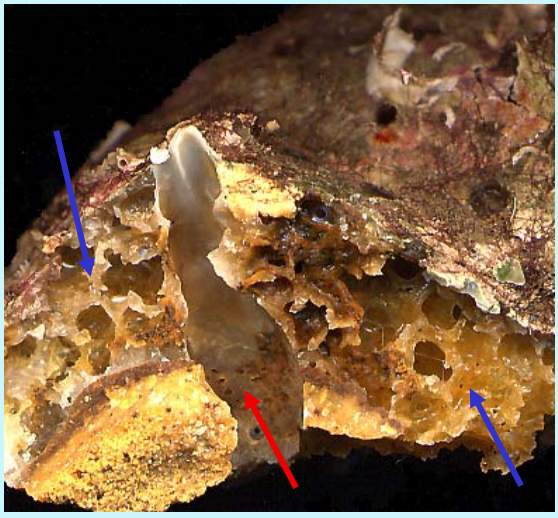
79) Spugne perforanti della specie *Cliona nigricans*.



80) A destra: sezione di una roccia calcarea dove una spugna, *Geodia* sp., è riuscita a ricavare una grossa camera (bordo in rosso).

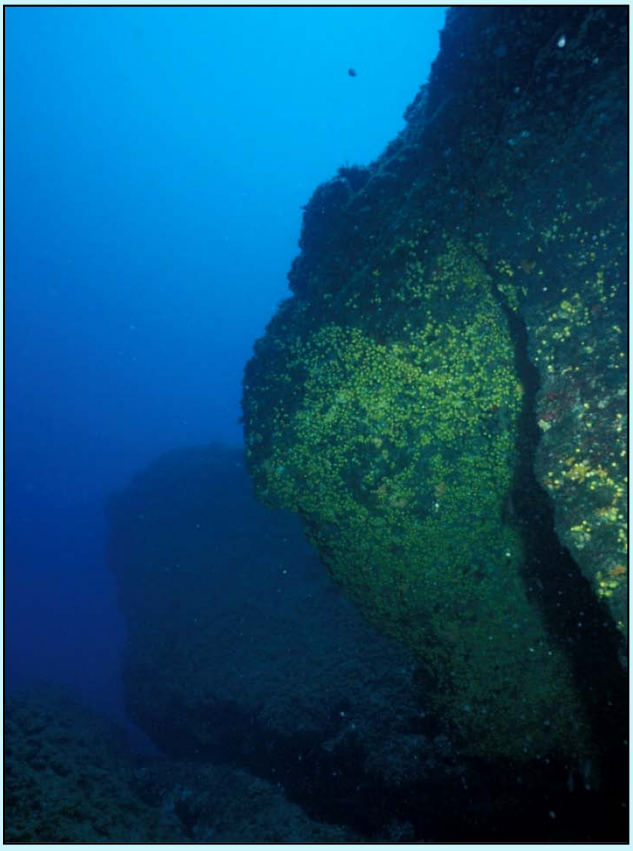
81) Una *Gastrochaena dubia* nella sua camera (in blu).
82) A destra l'8 dei sifoni che spunta dalla roccia (in rosso).





83 e 84)Una camera di *G. dubia* (freccia rossa) circondata dalla spugna *Clione celata* (frecce blu).

85) L'alga *Pseudolithophyllum* sp



86) Una falesia sommersa lungo il Promontorio di Portofino; si possono notare diversi individui di *Leptopsammia pruvoti.*

87) Tipico aspetto della biocenosi del Coralligeno.

# Formazione del coralligeno

Per lo sviluppo del coralligeno sono necessarie condizioni fisiche ben determinate quali luminosità minima, ma pur presente, temperatura bassa e costante, idrodinamismo presente, ma non eccessivo, limpidezza dell'acqua e sedimentazione scarsa.

La forma e la consistenza dei banchi algali coralligeni dipendono dalle specie maggiormente responsabili della costruzione e dalla crescita differenziale o eterogenea. In alcuni luoghi le alghe crescono più velocemente che in altri, ma così facendo si trovano chiuse e private della luce e dei nutrienti che sono indispensabili alla crescita. Il risultato è una formazione di piccoli canali, cavità e irregolarità tipiche del coralligeno.

Il coralligeno si sviluppa a profondità diverse a seconda delle zone: nel Promontorio di Portofino si ritrova già a circa 10/20 metri di profondità mentre in alcune zone costiere della Corsica non si incontra prima dei 60 metri di profondità a causa della maggiore luminosità dovuta alla scarsità di sedimenti che crea, tra l'altro, maggiore limpidezza delle acque.

Il coralligeno nella parte più profonda può avere anche migliaia di anni 10-12.000 ed è per questo che questa parte viene anche definita sub fossile.

Questo popolamento più essere visto come formato da una stratificazione di organismi che si sviluppa in senso verticale. Nello strato più basso di roccia sono presenti endoliti ossia microorganismi che vivono nelle roccie e negli interstizi tra una roccia e l'altra. Al di sopra di questo si trova un secondo strato di concrezioni costituite da scheletri calcarei con animali che sopravvivono all'interno di cavità da essi stessi formate. nel terzo strato costituito da organismi viventi sono presenti alghe, spugne, antozoi e briozoi. Il quarto strato appare intermedio ed in esso sono presenti gli animali del terzo strato con aggiunta di occasionali ascidie. L'ultimo strato è quello più evidente e caratterizzato dalla presenza di imponenti gorgonie, prevalentemente rosse e gialle, e dagli organismi che si sviluppano su di esse (epibionti). La parte più superficiale del popolamento ospita una ricca fauna bentonica, prevalentemente pesci molluschi e crostacei che trovano protezione e cibo tra le spaccature e gli anfratti.

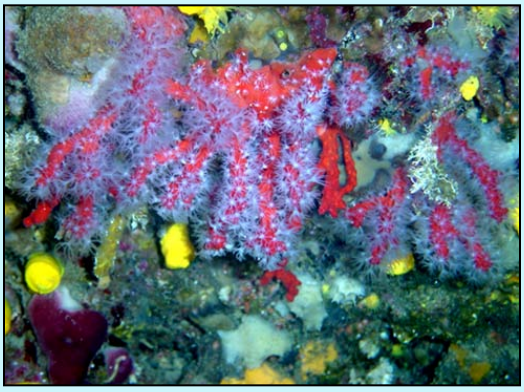
Il bilancio tra l'azione dei costruttori e dei distruttori determina lo stato di accrescimento, regressione o stabilità del coralligeno; l'azione di bioconcrezionamento, assommata all'erosione e alla sua disgregazione, implica infatti una continua modifica nel tempo e nello spazio del profilo delle pareti, del diametro delle cavità e di conseguenza delle condizioni ecologiche, in primo luogo l'illuminazione.

Quando prevalgono i costruttori, o si ha equilibrio, il risultato è una struttura stratificata e ricca di anfratti che offre ospitalità a numerose specie criptiche e che permette la coesistenza, in un piccolo ambito spaziale, di organismi appartenenti a più di dieci differenti biocenosi

Nella biocenosi coralligena manca una individualità, ma si sovrappongono elementi che si ritrovano in altre biocenosi costiere non concrezionate come le rocce litorali, il detrito costiero, le grotte semioscure, che trovano nei fondi coralligeni condizioni di vita adatte. Biocenosi normalmente isolate possono colonizzare totalmente gli ambienti forniti dalla biocenosi coralligena: è il caso della biocenosi delle grotte semioscure a *Corallium rubrum*, a *Parazoanthus axinellae* e a madreporari solitari come *Leptosammia pruvoti*.

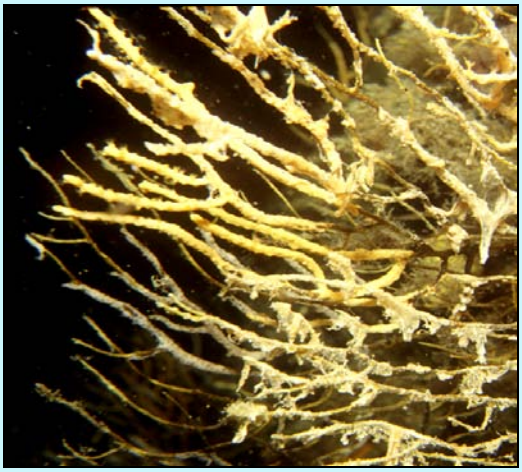
In siti adiacenti si riscontrano quindi notevoli differenze nella composizione del popolamento in virtù delle diverse situazioni strutturali, delle inclinazioni e delle esposizioni che si incontrano. Inoltre la biocenosi coralligena offre riparo alle forme giovanili di molte specie che da adulti occuperanno altre biocenosi, svolgendo un ruolo di primaria importanza per il mantenimento dei popolamenti di tutto l'ambiente marino, compreso quello pelagico. Tra le strutture concrezionate del Mar Mediterraneo il coralligeno rappresenta quindi la più importante.

Esso presenta una eccezionale ricchezza specifica e una estrema varietà di gruppi tassonomici, delle forme biologiche e degli stocks ecologici che meritano maggiore attenzione e considerazione all'interno delle politiche di conservazione della biodiversità e di gestione del patrimonio biologico sottomarino, anche alla luce dell'attrattiva che questo esercita nei confronti del turismo subacqueo.



88) Colonie di *Corallium rubrum*.

89 e 90) Colonie di *Eunicella caolinni* prima (sopra) e durante (sotto) della mortalità di massa del '99; nelle seconde si può notare il cenenchima che cola dallo sclerasse.

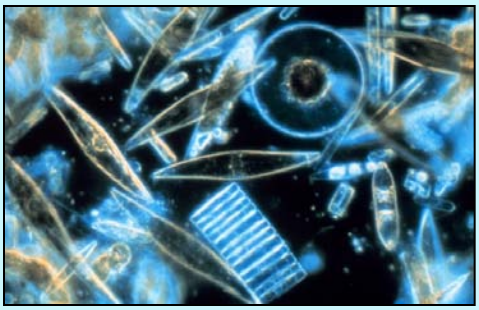


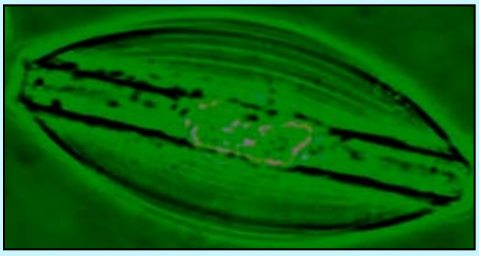
Per tutti questi motivi la sopravvivenza del coralligeno in Mediterraneo è messa in pericolo dalle sostanze tossiche liquide, sempre più abbondanti soprattutto nelle zone costiere, dallo sfruttamento per la raccolta di specie economicamente importanti (*Litophaga litophaga* e *Corallium rubrum*), dall'attività subacquea sportiva, dalla diminuzione della trasparenza dell'acqua, dovuta alla presenza di particellato sospeso che rende difficoltosa la respirazione degli organismi filtratori, produce danni in caso di agitazione dell'acqua e sedimenta in piccole cavità soffocando gli organismi che le abitano. È inoltre difficile, in caso di forti inquinamenti, comprendere l'azione diretta delle alterazioni chimiche sui componenti del popolamento. Casi di mortalità catastrofica osservati negli ultimi anni riguardano solo alcuni elementi della fauna coralligena, tipicamente coralli, gorgonie e spugne. Una delle mortalità di massa più catastrofiche osservate a Portofino risale all'estate del 1999 quando centinaia di organismi, soprattutto gorgonie e spugne, sono morte in pochi giorni a causa di un'anomalia termica rilevante.

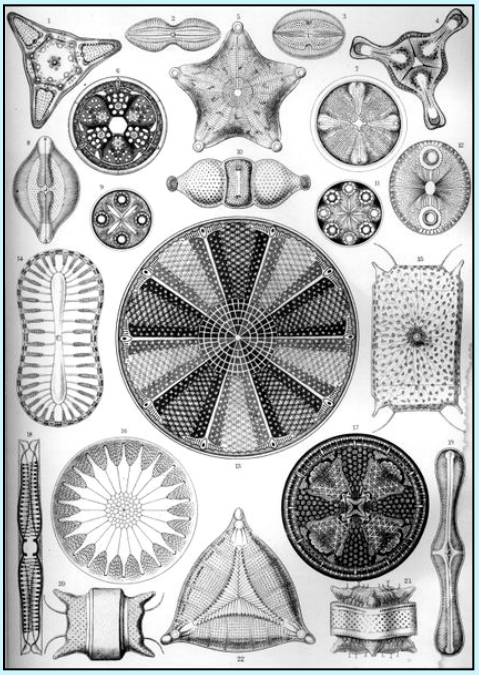
# Il Plancton vegetale

Come detto al plancton vegetale appartengono organismi autrotofi sia procarioti, come i cianobatteri, sia eucarioti, comunemente indicati come fitoplancton. La loro funzione fondamentale in mare è la fotosintesi clorofilliana e come le piante terrestri rappresentano il supporto fondamentale per la vita degli animali terrestri, allo stesso modo gli organismi fitoplanctonici sono alla base delle catene alimentari in mare. Vediamo ora in dettaglio quali sono i principali organismi appartenenti a questa categoria.

91) Sopra la cianoficea *Anabaena spiroides*; 92, 93 e 94) nelle immagini e disegni di diverse specie di diatomee.







## Cianobatteri o cianoficee

Come tutti i batteri sono organismi *procarioti*, cioè unicellulari privi di un nucleo ben distinto e di organuli. Possiedono come pigmento fotosintetico la *clorofilla a*, e due pigmenti accessori *ficocianina* e *ficoeritrina*. La prima, generalmente più abbondante, conferisce alle cellule un colore verde-azzurro, per cui questi organismi furono un tempo chiamati *alghe azzurre*.

La loro origine è antichissima: concorrono, infatti, a formare, alternati a strati di sedimenti, alcune concrezioni marine chiamate *stromatoliti*, la cui datazione è fatta risalire a circa 3,5 miliardi di anni fa. La loro grande diffusione ha probabilmente provocato, a partire da quel periodo, la graduale trasformazione dell'atmosfera primordiale, arricchendola di ossigeno e rendendola simile a quella attuale.

Un altro importante ruolo ecologico dei cianobatteri è che essi sono tuttora i maggiori produttori di biomassa negli ambienti pelagici, cioè nelle zone di oceano lontane dalla costa, là dove gli apporti di nutrienti provenienti dalla terraferma sono più scarsi. Occupano, quindi, una posizione importante alla base delle catene alimentari marine.

I più comuni cianobatteri marini appartengono ai generi *Trichodesmium*, *Synechococcus* e *Richelia*.

Il *Trichodesmium thiebautii* è molto diffuso nel Mediterraneo, dove forma colonie ramificate lunghe fino a 6 mm. In condizioni particolari di temperatura calda ed assenza di moti marini apprezzabili si riproduce e concentra fino a conferire all'acqua un caratteristico colore verdastro.

Il *Trichodesmium erythreum*, invece, si trova nel Mar Rosso e possiede quantità elevate di ficoeritrina (pigmento rossastro); è stata la sua presenza, talora in grandi concentrazioni, a suggerire il nome dato a questo mare.

## Diatomee

Sono alghe unicellulari caratterizzate da una capsula silicea composta di due valve distinte, che si incastrano una sull'altra come una scatola con il suo coperchio. La parte inferiore è detta *ipoteca*, mentre quella superiore, più grande, prende il nome di *epiteca*.

Le differenti specie di diatomee possono essere riconosciute in base alla dimensione, alla forma e perfino diverso tipo di decorazioni della capsula.

All'interno di essa, il citoplasma contiene delle gocce d'olio che facilitano il galleggiamento della struttura. Quando, però, l'alga muore, la capsula si riempie d'acqua ed affonda: i gusci di queste alghe costituiscono sui fondali marini particolari sedimenti silicei detti ***fanghi a diatomee.***
Una caratteristica particolare di questo gruppo è la ripartizione delle due valve al momento della riproduzione: le due valve della cellula madre si aprono e si separano, mentre, per ogni nuova cellula, si forma una nuova ipoteca. Le due diatomee-figlie, quindi possiedono come epiteche le due valve materne: ciò comporta, generazione dopo generazione, il rimpicciolimento delle diatomee fino a raggiungere una dimensione limite. Interviene, poi, un processo di riproduzione sessuata con produzione di spore, che dà luogo ad individui di dimensioni più grandi.
Le diatomee sono diffuse in tutti i mari, ma sono particolarmente abbondanti nei mari freddi: un solo litro di acqua marina può contenerne anche centinaia di migliaia.
Dal punto di vista ecologico sono fra i più importanti componenti del plancton, dove svolgono il ruolo di produttori, costituendo il primo anello di diverse catene alimentari.
Sono, per esempio, la principale risorsa alimentare dei copepodi, che a loro volta sono l'alimento più importante per piccoli pesci come le aringhe.

### Dinoflagellati o dinoficee

Sono alghe unicellulari caratterizzate da un rivestimento di cellulosa e da due flagelli, disposti tra loro in modo perpendicolare. Nei mari più caldi ed in particolari condizioni, essi possono essere più abbondanti delle diatomee, essendo meno esigenti in fatto di luce e di nutrienti.

95) Il dinoflagellato *Ceratium tripos.*

Dal punto di vista ecologico, tuttavia, i dinoflagellati si inseriscono con minore efficacia delle diatomee nelle catene alimentari: molti animali, infatti, non sono in grado di digerire i loro gusci di cellulosa, senza contare il fatto che spesso questi gusci (come nel genere *Ceratium)* sono muniti di lunghe spine che li difendono dai predatori.
Altri generi, come *Gonyaulax* e *Gymnodinium*, producono particolari tossine, in grado di uccidere, attraverso le catene alimentari, molluschi bivalvi, pesci, uccelli marini e persino l'uomo. Ciò si verifica quando, nei mari tropicali, la loro rapida riproduzione li porta ad una concentrazione di oltre 500.000 unità per litro (fenomeno che conferisce all'acqua un tipico colore rosso, noto con il nome di *marea rossa*): in questo caso, la neurotossina prodotta da questi dinoflagellati provoca estese morie nei pesci ed in tutte le altre specie che se ne cibano.
Appartengono al fitoplancton anche le *Cloroficee*, o alghe verdi, presenti in maggior quantità nelle acque dolci, i *Coccolitoforidi*, che hanno il guscio formato da numerose piastre calcaree dette coccoliti, e che costituiscono una parte considerevole dei sedimenti marini nei mari caldi.

## Il Plancton animale

Questo gruppo è costituito da organismi che possono condurre vita pelagica per tutta il loro ciclo vitale (oloplancton) o solo una parte di esso (meroplancton). Pressoché ogni gruppo animale marino è rappresentato nel plancton, se non da individui adulti, almeno dai suoi stadi larvali.

96, 96bis, 96tris, 96quater) Alcuni organismi dello zooplancton: un crostaceo parassita (isopode), un altro piccolo crostaceo, un mollusco e un sifonoforo.

## Oloplancton

Vediamo quali sono alcuni dei principali gruppi di organismi che trascorrono tutto il ciclo vitale nell'ambiente pelagico.

### Foraminiferi

Sono protozoi, cioè organismi unicellulari eterotrofi, caratterizzati dalla capacità di movimenti ameboidi, grazie all'emissione di prolungamenti citoplasmatici, detti pseudopodi, che fuoriescono dai numerosissimi piccoli fori presenti sul guscio calcareo che li riveste. Molti foraminiferi sono bentonici, ma alcuni di essi, appartenenti soprattutto al genere *Globigerina*, riescono a galleggiare grazie alle particolare conformazione della conchiglia, composta da numerose logge. Quando i foraminiferi muoiono, i loro gusci affondano, costituendo sui fondali particolari sedimenti calcarei detti fanghi a globigerine, talora di considerevole spessore. Molte formazioni calcaree, come le bianche scogliere di Dover, hanno avuto origine da sedimenti di foraminiferi sollevati da processi geologici.

### Radiolari ed Eliozoi

Appartengono, come i foraminiferi, al gruppo dei protozoi sarcodini, ma sono contraddistinti da un guscio siliceo.

## Cnidari o Celenterati

Nelle forme mobili, l'acqua che viene fatta entrare nella cavità e successivamente espulsa, consente all'animale di compiere deboli movimenti.
Come detto gli cnidari presentano due forme fondamentali: la *medusa*, a vita libera *(*planctonica) ed il *polipo* che è una forma sessile (bentonica).
La classe degli *Idrozoi* comprende specie planctoniche, come i generi *Pysalia* e *Velella*.
Alla classe degli *Scifozoi* appartengono invece le tipiche meduse, come *Rhizostoma pulmo*, *Aurelia aurita* e *Pelagia noctiluca*. Alcune di queste, come per esempio *Aurelia aurita*, presentano un'alternanza di generazione tra la forma a polipo e quella a medusa.

97) Lo ctenoforo *Cestus veneris* noto come cinto di Venere per la sua somiglianza con una esile cintura.

### Ctenofori

Sono molto simili ai celenterati, da cui si differenziano per la mancanza di strutture urticanti. Presentano solo la forma a medusa e sono quindi esclusivamente planctonici. La loro superficie presenta otto file di lamelle in grado di vibrare, facendo compiere all'animale piccoli spostamenti.

## Crostacei

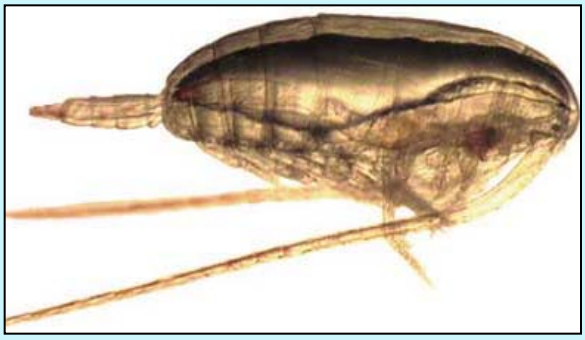
Rappresentano la maggior parte di biomassa dello zooplancton. I crostacei planctonici più diffusi ed importanti sono i copepodi e gli eufasiacei, considerati elementi chiave per gli ecosistemi marini, sia per la loro efficienza nell'utilizzare il fitoplancton, sia per il loro elevato numero e diffusione in tutti i mari, anche a discrete profondità.

98) due copepodi con uova.

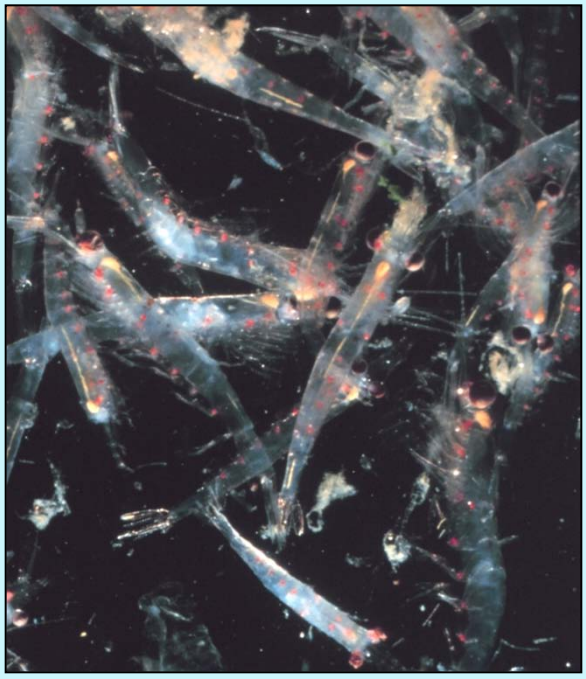
### Copepodi

Rappresentano il gruppo più comune dello zooplancton, in tutti mari ed in tutte le stagioni.
Nell'Oceano Pacifico nord-occidentale sono presenti nelle acque superficiali con una media di 15.000 esemplari per metro cubo e

possono arrivare a 28.000 per ogni singola specie. La loro densità è ancora notevole fino a 4-500 metri di profondità, dove in alcune zone raggiunge i 1.500 individui per metro cubo.
La loro importanza ecologica è messa ancor più in rilievo dal fatto che questi organismi hanno diverse generazioni nel corso dell'anno, quindi rappresentano una delle risorse alimentari principali per i consumatori di plancton.
Le loro dimensioni vanno da uno a cinque millimetri.
La specie più conosciuta è *Calanus finmarchicus*, che presenta un'area di distribuzione estesissima e vive, pertanto, in condizioni ambientali molto diverse: lo si ritrova dalla Groenlandia all'Oceano Indiano, dalla superficie fino ad una profondità di 4.000m. Può, quindi, vivere entro livelli termici da −2° a 22°C ed adattarsi ad intervalli di salinità da 2,9 a 3,5%.
Si nutre principalmente di diatomee e poichè costituisce sciami enormi, è a sua volta la principale fonte di nutrimento per aringhe ed altri pesci pelagici. La sua velocità di riproduzione e di sviluppo è legata in modo preciso alla temperatura dell'acqua e alla disponibilità di cibo. Nei mari temperati, il *Calanus* può vivere fino a circa otto mesi, ma il suo destino più probabile è di essere mangiato quando è ancora molto piccolo.



99) *Calanus finmarchicus.*



100) Un immagine degli organismi presenti nel krill.

**Eufausiacei**

Più grandi dei copepodi, possono raggiungere le dimensioni di 2-5 cm. Sono provvisti di organi luminosi, che si trovano sia sui peduncoli oculari, sia alla base di alcune paia di arti e sulla porzione anteriore dell'addome.
Ogni specie è in grado di produrre la propria gamma di luce; inoltre, esperimenti condotti in acquario mettono in rilievo la capacità degli eufausiacei di rispondere ai segnali luminosi emessi da individui della stessa specie.
Un'altra particolare caratteristica degli occhi degli eufausiacei è che in essi risulta concentrata gran parte (oltre l'80%) della vitamina A abbondantemente presente nel corpo di questi crostacei.
Gli eufausiacei sono diffusi in tutti i mari, prediligono il mare aperto e solo alcuni generi si rinvengono facilmente in acque costiere. La maggior parte delle specie vive in acque superficiali, tuttavia esistono specie mesopelagiche (che vivono a media profondità) ed altre batipelagiche (che vivono in acque profonde). Le specie mesopelagiche e batipelagiche di notte tendono a compiere migrazioni verticali di centinaia di metri verso la superficie.
L'alimentazione varia da specie a specie: la maggior parte si ciba di alghe, ma non mancano i carnivori, che si cibano soprattutto di copepodi.
Le specie che vivono in acque fredde, tra cui la più comune è l'***Euphasia superba*****,** costituiscono sciami di straordinaria densità, che vengono chiamati "krill" e costituiscono il cibo quasi esclusivo delle balene. Questi grandi mammiferi necessitano di enormi quantità di cibo, tale che l'energia spesa per la sua cattura supererebbe quella ricavata dal pasto. Grazie all'abbondanza di eufausiacei, invece, le balene riescono a nutrirsi semplicemente "filtrandoli" dall'acqua con i loro fanoni, mentre nuotano. Si calcola che una balena possa inghiottire una media di 850 litri di eufausiacei al giorno.

## Meroplancton

Il meroplancton o plancton temporaneo è costituito da uova, larve e particolari stadi pelagici di animali appartenenti al necton ed al benthos.
E' più abbondante nelle acque poco profonde e vicino alla costa; la sua composizione dipende, inoltre, sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo, dal periodo riproduttivo delle diverse specie.
Del meroplancton fanno parte, oltre alle uova, le forme larvali di numerosi gruppi di animali:

101) Larva di polichete.

102) Larva (nauplio) di gambero.

103) Uovo di acciuga.

104) Larva di un pesce.

### Poriferi

Essendo animali esclusivamente bentonici hanno larve (dette *anfiblastula* e *parenchimella*) che conducono solo una breve vita pelagica per poi fissarsi definitivamente sul fondo.

### Cnidari

La larva è detta *planula*.

### Policheti

La cui larva, non segmentata, è detta *trocofora*.

### Crostacei

Larve che subiscono varie metamorfosi (*nauplio, metanauplio*) nei crostacei inferiori, e forme simili all'adulto nei crostacei superiori.

### Molluschi

Hanno una larva simile alla trocofora dei Policheti, che nei gasteropodi e nei bivalvi dà luogo ad una forma a due lobi detta *veliger*.

### Echinodermi

La cui larva, in un primo stadio, è sorprendentemente a simmetria bilaterale.

### Pesci

Le cui uova si schiudono prima che la larva abbia sviluppato la bocca ed altre parti del corpo. Comparsa la bocca, la larva (poco somigliante all'adulto) comincia a cibarsi di plancton. In questa fase, poiché e ancora incapace di efficaci movimenti, fa ancora parte del plancton.
Dal punto di vista evolutivo, è interessante osservare che le larve dei pesci eterosomi, come i rombi e le sogliole, hanno una distribuzione simmetrica di tutti gli organi, come gli altri pesci. Solo in un secondo tempo, uno dei due occhi migra e la bocca diviene asimmetrica, con il fianco che diventerà la parte superiore del corpo ricco di cromatofori, mentre l'altro lato rimarrà bianco.

# Adattamenti al nuoto nel Necton

Come detto il necton è l'insieme di tutti gli organismi in grado di spostarsi autonomamente e di vincere in modo efficace i moti del mare, come le onde e le correnti.
La vita nell'ambiente pelagico è possibile per essi grazie ad una serie di adattamenti che permettono loro di spostarsi attivamente alla ricerca di cibo.
Vediamo alcuni tipi di adattamento nelle principali classi appartenenti al necton.

## Cefalopodi

105) un calamaro, *Loligo vulgaris*, fotografato la notte.
106) Un polpo, *Octopus vulgaris*, in movimento.

In questi molluschi, il mantello delimita una cavità, detta *cavità palleale*, in cui ritrovano le branchie. L'acqua viene fatta entrare nella cavità per mezzo di un'apertura che si trova nella parte anteriore ed è successivamente espulsa attraverso una stretta apertura, detta *imbuto*, rivolta verso la parte posteriore. Questo meccanismo funziona da organo di propulsione a reazione, grazie al quale i cefalopodi possono spingersi velocemente all'indietro con una serie di forti contrazioni.
I soli cefalopodi ritenuti veloci nuotatori sono i *calamari*, tra i quali il genere *Loligo* è il più diffuso.

Il calamaro ha un corpo cilindrico sottile ed allungato, che termina con due pinne laterali di forma triangolare. La conchiglia che ricopriva i suoi antenati si è ridotta ad uno scheletro interno sottile, che invece di appesantire il corpo dell'animale gli conferisce la rigidità necessaria per i suoi veloci movimenti.
Quando il calamaro si sposta, i tentacoli, non eccessivamente lunghi, vengono tenuti distesi e molto vicini tra loro, così da diminuire l'attrito.
Anche se normalmente l'animale sfreccia all'indietro, può cambiare rapidamente direzione orientando diversamente il sifone. Quando, invece, vuole rallentare, muove e allarga le due pinne laterali.

## Pesci

In questo gruppo di animali la propulsione in avanti si ottiene grazie soprattutto alla coda ed al movimento sinuoso che l'intero corpo compie da destra a sinistra. La pinna caudale amplifica l'effetto, perché aumenta la superficie laterale della coda.
Analizzando il movimento al rallentatore, si può notare che l'andamento sinuoso origina una serie di impulsi laterali, alternativamente a destra ed a sinistra, rispetto all'asse maggiore del corpo; la risultante di tutte queste forze è una spinta in avanti che permette al pesce di avanzare pressoché in linea retta. Ciò significa che il pesce si sposta in avanti grazie alla resistenza dell'acqua contro i suoi fianchi. Le pinne dorsali e anali hanno la funzione di stabilizzatori, impedendo al pesce di ribaltarsi. Le pinne pettorali e ventrali, invece, sono tenute ripiegate lungo il corpo e vengono allargate solo quando l'animale rallenta o resta fermo: questo perché sono in grado di "remare" all'indietro e di contrastare la direzione di spinta della coda.

107) Alcuni tonni *Thunnus thynnus*.

108) Alcuni barracuda *Sphyraena viridensis* fotografati nell'area marina protetta.

Le pinne dorsali e anali hanno la funzione di stabilizzatori, impedendo al pesce di ribaltarsi. Le pinne pettorali e ventrali, invece, sono tenute ripiegate lungo il corpo e vengono allargate solo quando l'animale rallenta o resta fermo: questo perché sono in grado di "remare" all'indietro e di contrastare la direzione di spinta della coda.
Molti pesci pelagici sono velocissimi nuotatori. Il tonno possiede particolari adattamenti alla velocità: oltre al corpo elegantemente affusolato, possiede pinne dorsali, pettorali ed anali che possono essere ripiegate in un incavo per diminuire la resistenza all'acqua durante le nuotate più veloci. La sua muscolatura possiede fibre rosse, tipiche della resistenza, in grado cioè di contrarsi grazie a reazioni aerobiche. Questo, però, obbliga l'animale ad un grande lavoro metabolico: la sua temperatura corporea è da 3° a 12° C superiore a quella dell'acqua, ed il suo fabbisogno giornaliero di cibo è pari al 25% del suo peso corporeo.
Altri veloci nuotatori sono il salmone (con velocità di crociera di circa 100 km al giorno) l'aringa (78 km/g), il merluzzo (65 km/g) e l' anguilla europea (24-72 km/g).

109) Alcuni cetacei in movimento.

## Cetacei

Sono mammiferi completamente adattati alla vita acquatica. Come i Pesci, hanno il corpo affusolato, ed il capo saldato direttamente al tronco, così da poter penetrare nell'acqua a grande velocità.
I loro mezzi di propulsione sono gli arti anteriori, modificati in pinne corte e robuste, e la parte terminale del corpo, modificata in una pinna caudale disposta orizzontalmente. Gli arti posteriori non compaiono esternamente, pertanto evitano punti di attrito.
Altri adattamenti al nuoto sono le narici poste sulla parte sommale del capo, i polmoni con bronchi e bronchioli sempre aperti (così da permettere l'entrata istantanea di un'enorme quantità di aria) l'esistenza di una rete mirabile di capillari (che permette continui scambi gassosi tra arterie e vene). Anche la capacità di emettere e ricevere suoni di particolare lunghezza d'onda fa parte degli adattamenti al nuoto, dal momento che permette l'ecolocalizzazione di prede, ostacoli ecc.

110) Una tartaruga durante il nuoto.

## Rettili

Ne fanno parte tartarughe e serpenti.
Le tartarughe marine, pur non possedendo un corpo particolarmente idrodinamico, nuotano grazie agli arti modificati in pinne larghe ed appiattite. Questi animali non sono completamente svincolati dall'ambiente terrestre, al quale devono fare ritorno per la deposizione delle uova.
E' in quest'occasione che possono compiere migrazioni di centinaia di chilometri, per raggiungere una determinata spiaggia, nuotando giorno e notte. Informazioni dettagliate circa queste migrazioni si possono ottenere applicando sul dorso delle femmine una radiotrasmittente i cui segnali vengono captati dai satelliti del sistema Argos quando l'animale emerge per respirare. Dalle localizzazioni operate dal satellite vengono tracciate le rotte delle tartarughe; la densità delle localizzazioni permette di stabilire il tempo che gli animali trascorrono nelle varie zone e quindi di ricostruire le loro abitudini.
I serpenti marini sono in grado di resistere sott'acqua a lungo nuotando grazie al movimento sinuoso del corpo, allo stesso modo con cui si spostano i serpenti sulla terraferma. Sono animali molto velenosi e si trovano solo nell'Oceano Indiano, nel Pacifico, nel Mar del Giappone e nel Golfo Persico.

## Per saperne di più

### Metodi di studio diretti e indiretti

I sistemi di campionamento e di studio dell'ambiente marino possono essere suddivisi in due grandi categorie: metodi diretti e metodi indiretti.
Entrambi questi approcci hanno vantaggi diversi: in alcuni casi la scelta di un metodo piuttosto che l'altro è obbligata, in altri occorre valutare attentamente lo scopo dello studio che si sta intraprendendo, gli strumenti che si hanno a disposizione e i dati che si possono ricavare con i diversi sistemi.

### Metodi diretti

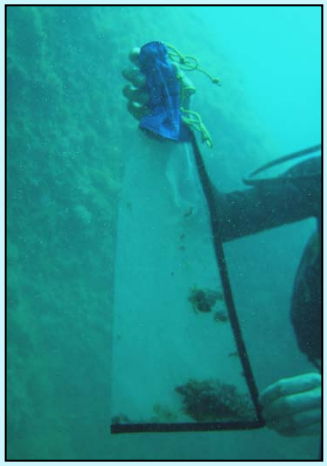
Sono tutti quelli che prevedono di operare "direttamente" sott'acqua; due o più subacquei effettueranno pertanto osservazioni e campionamenti nei siti di studio scelti immergendosi e portando con sé tutto il materiale necessario. I vantaggi in questo tipo di approccio sono quelli di poter identificare in modo preciso l'area di studio e di avere un maggiore controllo delle operazioni; gli svantaggi sono le minori profondità che si possono raggiungere e i tempi di operatività ridotti (il tempo che un subacqueo può impiegare in immersione è legato alla profondità alla quale si spinge: maggiore è la profondità minore è il suo tempo di permanenza).
Nello schema qui sotto sono riportati solo alcuni esempi di metodi di studio diretto normalmente impiegati.

111) Alcuni esempi di metodi di studio diretti.

### Raccolta e classificazione di organismi

Spesso per l'identificazione e lo studio degli organismi animali e vegetali che popolano gli ambienti marini è necessario campionare, cioè raccogliere, tali organismi per poterli successivamente osservare in laboratorio. In alcuni casi si effettuano grattaggi, cioè si asportano porzioni (in genere quadrati di superficie costante) di substrato, sulle quali si trovano gli organismi sessili (cioè fissati al substrato stesso) di interesse. Nel caso di organismi di dimensioni ridotte si preferisce talvolta ricorrere all'utilizzo della sorbona, uno strumento che funziona un po' come un aspirapolvere subacqueo: con l'ausilio di sacchetti a maglia sottile si aspirano tutti gli organismi che si trovano sulla superficie del substrato e che con un normale grattaggio, andrebbero facilmente persi.

112) Un nudibranco difficilmente individuabile, nonostante i colori sgargianti, date le sue ridottissime dimensioni (< 1mm).



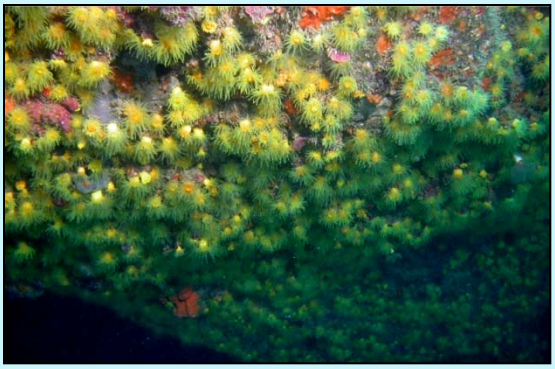
113) Un sacchetto per la raccolta di campioni con la sorbona.

114) Una pianta di *Posidonia oceanica*.

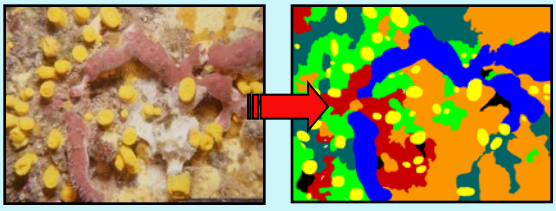
## Studio di organismi "sentinelle" come le praterie di *Posidonia oceanica*

Alcuni organismi marini sono molto sensibili a variazioni ambientali, come l'apporto di sostanze inquinanti o l'aumento di torbidità dell'acqua; tali variazioni spesso non sono facilmente riscontrabili con campionamenti ed osservazioni episodiche. Per questo motivo lo studio dello "stato di salute" di organismi più sensibili ai cambiamenti, rappresenta uno strumento molto utile per ottenere indirettamente informazioni sullo stato di conservazione dei litorali. *Posidonia oceanica* è uno di questi organismi "sentinella" ed è per questo che è molto studiata lungo i litorali.

Uno dei parametri utili per valutare se una prateria è in buone condizioni è la densità dei fasci fogliari per metro quadrato. Per ricavare questa informazione vengono contate, in immersione, tutte le foglie presenti all'interno di quadrati di superficie nota (in genere di 50 cm di lato). È evidente come in questo caso lo studio possa essere condotto esclusivamente da subacquei in immersione e non vi siano metodi di osservazione alternativi.



115, 116 e 117) Foto in alto: un tetto di roccia ricoperto da decine di esemplari *Leptopsammia pruvotii*. Sotto: foto di un particolare della stessa immagine scattata sott'acqua e successivamente rielaborata al computer.



## Valutazione della distribuzione di organismi sessili

Alcuni organismi marini vivono fissandosi perennemente al substrato e sono detti pertanto sessili. Per poter valutare quali condizioni sono ottimali per la loro crescita (es. condizioni di illuminazione diverse in funzione dell'esposizione/inclinazione dei substrati), quanto si sviluppano e quanto substrato riescono a colonizzare di conseguenza, si ricorre spesso alla fotografia o alle riprese subacquee. In questo modo è possibile ottenere immagini sott'acqua, elaborarle successivamente al computer e ottenere le informazioni cercate.

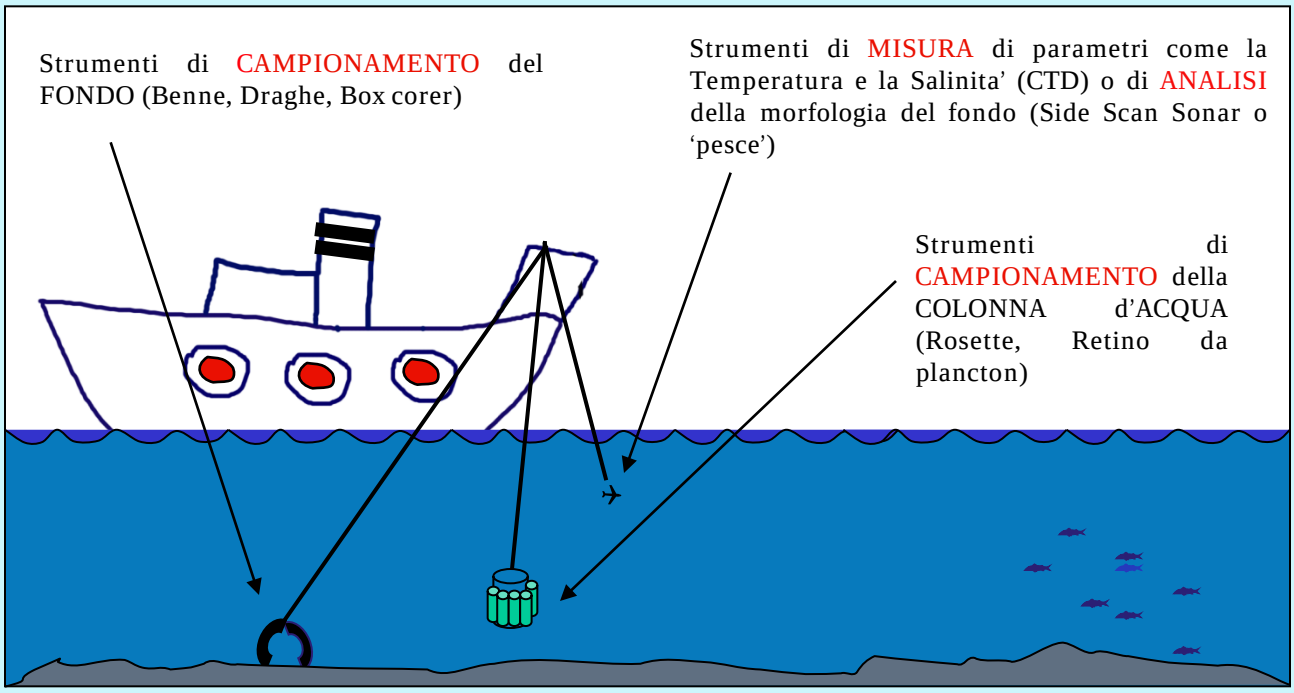
Dalle immagini qui a sinistra puoi vedere come, da una foto subacquea iniziale, si possano evidenziare gli organismi oggetto di studio distinguendoli con macchie di colore diverse (a livello specifico o funzionale) e valutare successivamente qual'è la loro percentuale di ricoprimento.

118) Una nave oceanografica.

## Metodi indiretti

Sono tutti quelli che prevedono di operare dalla superficie, senza bisogno di immergersi.

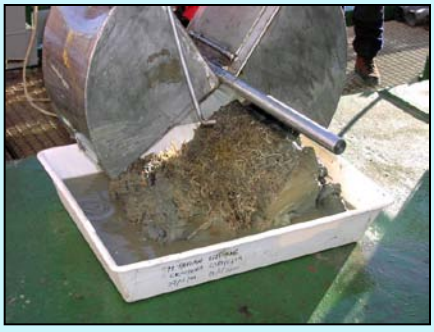
I vantaggi in questo secondo tipo di approccio, sono quelli di poter operare ad elevate profondità (diverse centinaia di metri) senza problemi di tempo. Gli svantaggi sono che occorrono mezzi specializzati, come la nave oceanografica della foto accanto, che i campionamenti sono meno selettivi e talvolta più distruttivi e, in alcuni casi, i campioni prelevati non arrivano intatti. Nella prossima pagina sono mostrati alcuni dei metodi indiretti di studio più frequenti.



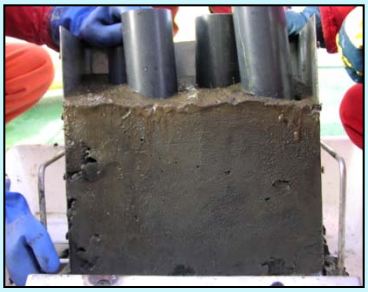

119) Schema di lavoro di una nave oceanografica

## Strumenti di campionamento del fondo

La conoscenza della composizione del fondo marino è possibile grazie al prelievo di campioni di sedimento che vengono successivamente separati, pesati e caratterizzati dal punto di vista geologico e biologico. Esistono diversi strumenti in grado di prelevare campioni dal fondo; in queste foto puoi vedere alcuni di essi.



120 e 121) Una benna viene recuperata a bordo della nave e il campione di sedimento raccolto, sistemato in un contenitore adatto.

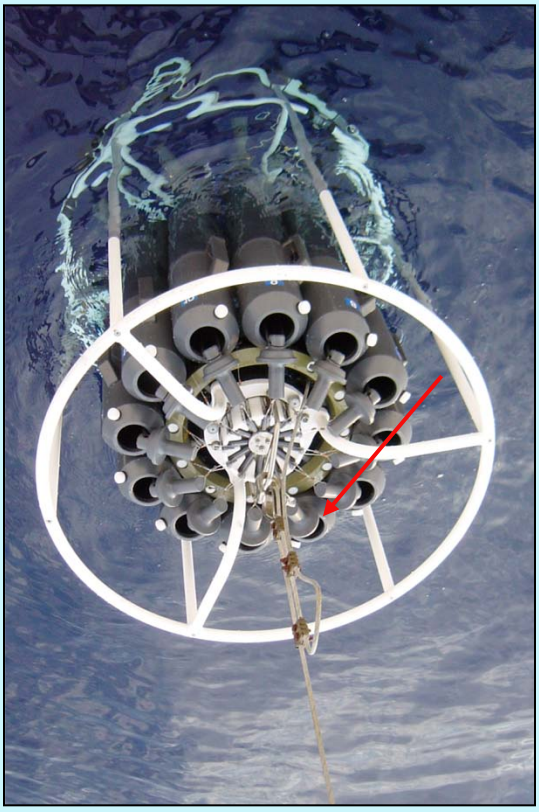


122, 123 e 124) Un box corer permette di raccogliere campioni di sedimento meno disturbati rispetto a quelli che si ottengono con l'impiego della benna; è possibile inoltre effettuare degli ulteriori carotaggi (foto a destra) dei primi strati del campione stesso.

## Strumenti di misura di caratteristiche chimico/fisiche della colonna d'acqua o di morfologia del fondo

La raccolta di dati come la temperatura e la salinità dell'acqua di mare e la morfologia del fondo è possibile grazie all'impiego di sonde collegate via cavo alla nave appoggio; una volta calate in mare, anche ad elevate profondità, queste trasmettono in tempo reale i dati raccolti alla nave appoggio.

125 e 126) Un side scan sonar permette, una volta calato in mare e trascinato mentre la nave si sposta, di ricostruire la morfologia del fondo.

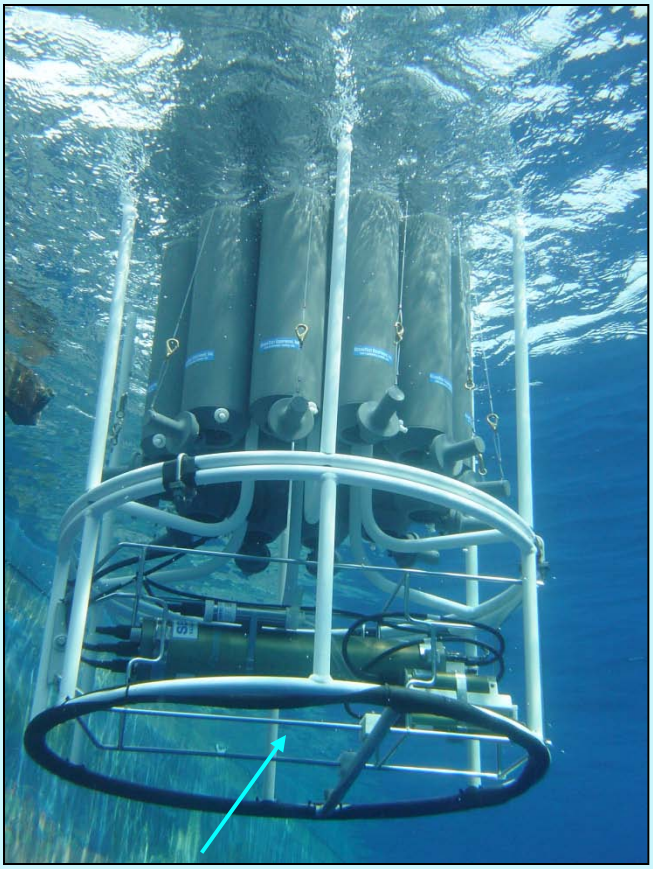


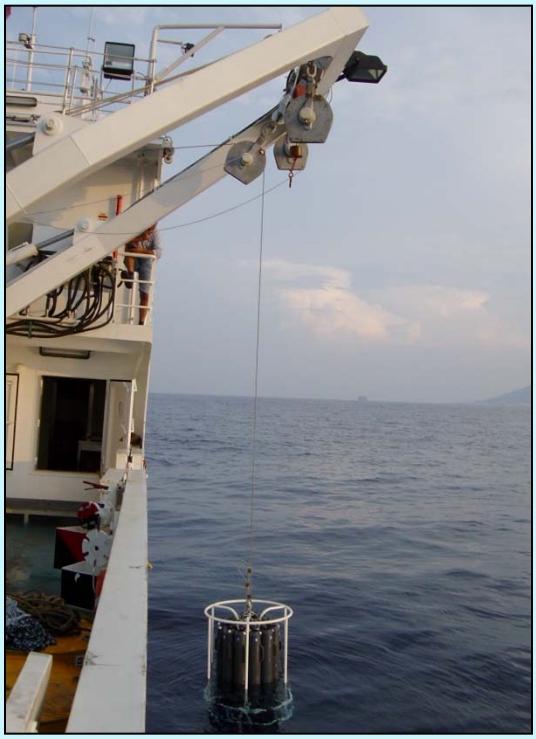
## Strumenti di campionamento della colonna d'acqua

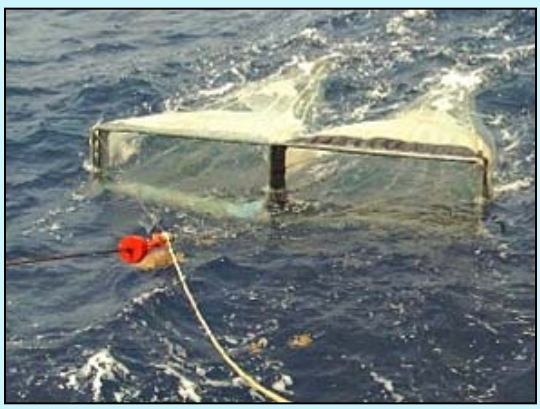
Per prelevare campioni d'acqua dalla superficie fino a grandi profondità e poter ricavare così le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche della colonna d'acqua, sono impiegate bottiglie di materiali diversi (metallo, plastica, vetro) che vengono calate in mare aperte e, grazie al collegamento via cavo con la nave appoggio, possono essere chiuse alla profondità desiderata.

Sulle navi oceanografiche spesso sono presenti strutture in metallo come quella delle foto di questa pagina, dette "Rosette" sulle quali vengono fissate fino a venti bottiglie, che vengono poi chiuse a profondità crescenti. Talvolta alle strutture sono fissate anche batisonde (CTD), come quella della foto in basso a destra.

Per campionare gli organismi planctonici vengono utilizzati retini ad hoc che hanno maglie più o meno sottili in base al tipo di organismi che si vogliono raccogliere.







127, 128 e 129) Sopra: alcune immagini di una Rosette mentre viene calata in mare dalla nave oceanografica. Si può notare come le bottiglie siano aperte (freccia rossa) prima dell'immersione. Nella foto qui sopra si vede come alla base della struttura sia fissata anche una batisonda (freccia azzurra) per la raccolta di dati di temperatura e salinità.
130) A destra un retino per la raccolta del plancton mentre viene issato a bordo.

## Lavoriamo insieme

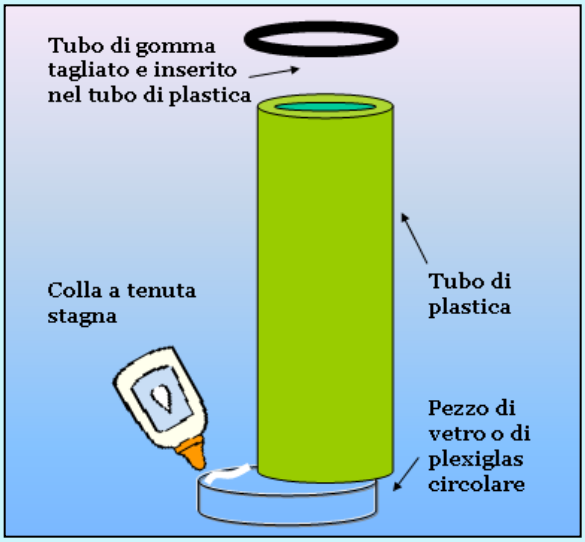
Gli ambienti marini delle alghe fotofile e della prateria di *Posidonia* risultano difficilmente raggiungibili, a meno che non ci si doti di maschera, pinne e boa di segnalazione poiché, in alcune zone, si possono osservare già a qualche metro di profondità. Il coralligeno si trova invece a profondità superiori e generalmente si può esplorare solo dopo aver ottenuto un brevetto subacqueo, insieme con altri compagni.

Dalla superficie invece cosa possiamo fare?

Intanto se si dispone di una barca si può provare a dare un occhiata sotto grazie ad un batiscopio che, una volta immerso in acqua, ci permette di osservare i fondali. In commercio ne esistono diversi tipi e esiste anche la possibilità di costruirsene uno con un tubo di plastica, un pezzo di vetro o di plexiglas circolare e con un pezzo di tubo di gomma o gommapiuma. Si assemblano i pezzi come in figura e il gioco è fatto!

## Il visual census: l'osservazione delle specie ittiche bentoniche

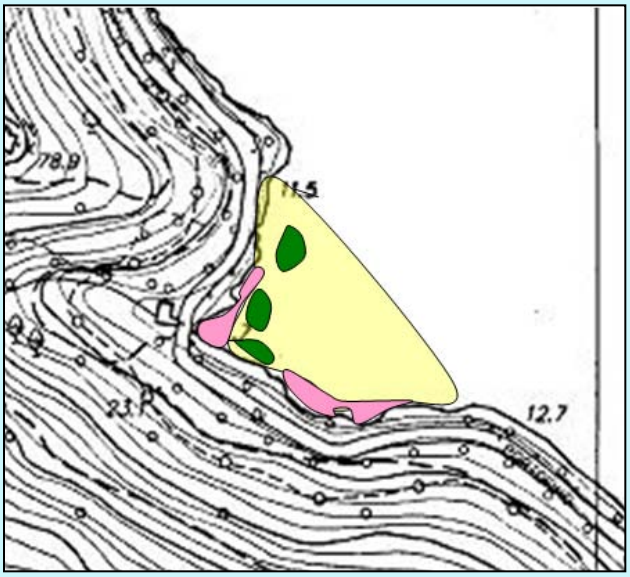
Nell'Area Marina Protetta di "Portofin0" i ricercatori effettuano anche ricerche relative alla diffusione delle specie ittiche bentoniche attraverso l'identificazione e la definizione della diffusione in uno spazio e durante un tempo ben definito delle specie ittiche osservate. Ad esempio potranno osservare 40 salpe; 10 sciarrani; 2 orate; 1 branzino; 10 saraghi pizzuti; 7 bavose occhiute; 3 ghiozzi e altro. Oggi questo tipo di studio, che ci può dare un idea dell'aumento o della diminuzione del pesce in una determinata zona, può essere fatto anche con l'ausilio di telecamere che sono certamente più precise e consentono elaborazioni e riconoscimenti di specie a tavolino. Certo durante la bella stagione con una maschera e un boccaglio possiamo provare anche noi dalla superficie a dare uno sguardo ai fondali e a provare a capire, dove i fondali sono meno ripidi quali sono i pesci più diffusi. Ora vi insegno un trucco! Se siete veramente intenzionati a contare i pesci che passano sotto di voi non pensate di ricordarli tutti a memoria, per prendere nota piuttosto portatevi dietro un pezzo di plexiglas bianco forato e legato con un cordino per evitare di perderlo. Potete scrivervi sopra con una matita. È uno dei rari metodi per scrivere in acqua! Beninteso con questo sistema potrete prendere anche altri appunti come nel caso seguente.

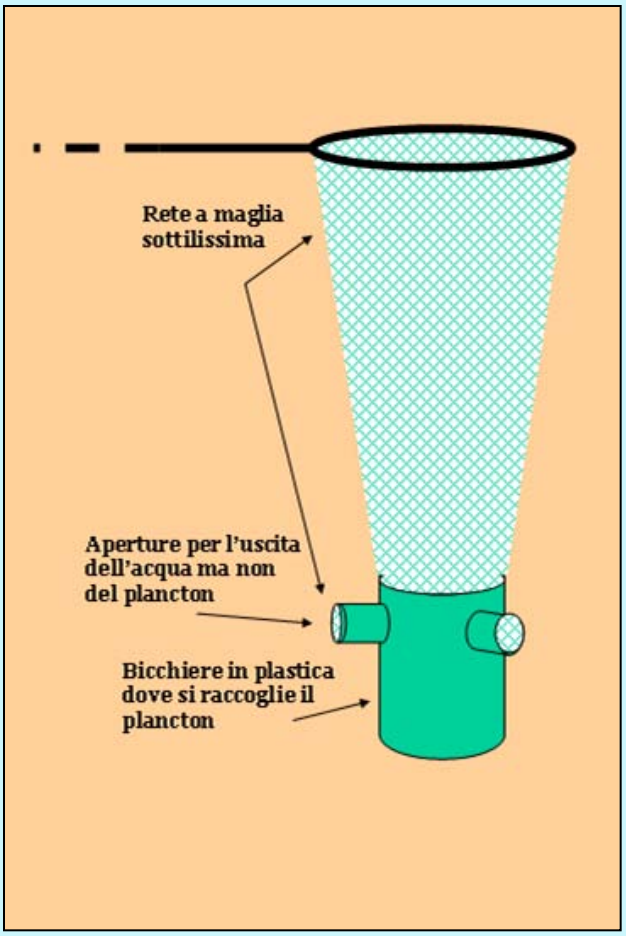


131) In alto: lo schema costruttivo di un batiscopio artigianale.

132) Al centro: l'attività di visual census è un po' come scattare una fotografia di una frazione di fondale marino in un dato istante e ci consente di fare raffronti stagionali o periodici relativi alla presenza o meno di pesce bentonico, che per la propria sopravvivenza è legato al fondale. Questo pesce è quindi molto più indicativo di quello pelagico o di passo che in certi periodi può essere abbondante ed in altri scomparire completamente. Nella foto si osservano: 1 Tordo verde (*Symphodus roissali*) in basso a sinistra, 1 sciarrano (*Serranus scriba*) in alto al centro, e 4 triglie di scoglio (*Mullus surmuletus*).

133) In basso: un immagine degli ambienti marini che si osservano già da sopra la superficie del mare.




134) In alto: una carta bionomica, realizzata di fantasia, che illustra però quel che si potrebbe realizzare con osservazioni a livello costiero. Sono stati utilizzati colori standard: in giallo le sabbie fini; in rosa, l'ambiente ad alghe fotofile; in verde, la prateria di *Posidonia oceanica*.

135) In basso: lo schema di un retino per intrappolare il plancton. Tutte le parti devono essere incollate o fissate tra loro. L'attrezzo deve essere passato più volte in acqua sempre in un verso in modo da filtrare un quantitativo di acqua di mare. Alla fine l'acqua che viene raccolta sul fondo viene fatta uscire dai fori laterali mantenendo la maggior parte del plancton nel bicchiere. Si procede poi al recupero e all'osservazione dei piccoli organismi.

## Proviamo a costruire una carta bionomica

In aree ben definite lungo la costa, dove le pendenze del fondale sono dolci, si può realizzare un interessante esperienza di identificazione degli ambienti marini che si trovano sul fondo. In questo modo, carta topografica "alla mano" potremo disegnare una carta bionomica del luogo che intendiamo investigare. Nel capitolo si può osservare l'immagine della carta dei fondali dell'Area Marina Protetta di "Portofino" che può aiutare nell'indagine ma in quanto costruita per dare un'idea generale degli ambienti marini della stessa area non è molto dettagliata. Le indagini in pochi metri d'acqua fatte con maschera e boccaglio ci possono dare una visione più particolareggiata dei fondali di una determinata zona come si può vedere nell'esempio della figura. L'esperienza richiede il massimo di limpidezza delle acque e potrà terminare ovviamente dove non si riusciranno più a distinguere le biocenosi presenti sul fondale.

## L'osservazione del plancton

Il mare è ricco di specie viventi che sono presenti in gran parte nel plancton, sia sottoforma di larve che di piccoli organismi. Il plancton è il nutrimento essenziale di molti animali più grandi e in misura maggiore o minore è presente nell'acqua di mare. Con un microscopio binoculare è molto facile osservare gli organismi planctonici, è invece un po' più difficile catturarli, per questo bisogna disporre di adeguati strumenti. È possibile costruirsi un retino da plancton utilizzando una rete da plancton o da filtri, come quelle che si usano in acquacoltura o un agricoltura e costruendo un attrezzo come quello in figura.

Per classificare gli organismi occorre invece dotarsi di manuali che possono essere scaricati dalla rete o di libri sull'argomento che si possono trovare anche nelle biblioteche ben fornite.

Le osservazioni possono essere effettuate in tempo reale, altrimenti occorre fissare con sostanze chimiche gli organismi planctonici per osservarli in seguito. Questa esperienza interessante ci consente di osservare gli organismi su cui si basa tutta la vita nel mare.

**QUESTIONARIO N° 3**

**Prima sezione**

1 A che categoria appartengono quegli organismi che si fanno trasportare dalle correnti ?

□A Plancton □B Benthos □C Necton

2 Quale compito assolvono i talli (le “foglie”) delle alghe?

□A Conversione fotosintetica □B Conversione fotosintetica e flusso della linfa.

3 Nei Poriferi da dove viene espulsa l’acqua?

□A Dagli Osculi □B Dagli Ostii

4 Nei Cnidari cosa sono i Cnidociti?

□A Cellule sensoriali □B Cellule riproduttive □C Cellule urticanti

5 A quale classe appartengono i Coralli?

□A Scifozoi □B Idrozoi □C Antozoi □D Cubozoi

6 Che cos’è il piede nel Phylum dei Molluschi?

□A La sede dei recettori sensoriali
□B La regione viscerale
□C La conchiglia
□D Una espansione muscolare ventrale

7 Quale classe dei Molluschi ha un corpo cefalizzato?

□A Gasteropodi □B Bivalvi □C Cefalopodi

8 Quale aspetto caratterizza maggiormente il Phylum degli Artropodi?

□A Presenza di numerose zampe
□B Presenza di un esoscheletro
□C Presenza di due occhi ben sviluppati

9 La forma larvale del Phylum dei Crostacei è detta?

□A Planula □B Ephira □C Nauplio

10 Qual è la caratteristica principale del Phylum degli Echinodermi?

□A Presenza di aculei
□B Presenza di dermascheletro calcareo
□C Presenza di simmetria bilaterale

11 Quale classe degli Echinodermi è in grado di operare una digestione esterna?

□A Crinoidei □B Oloturidei □C Asteroidei □D Echinoidei

12 Nel Subphylum dei Vertebrati la Classe dei Condroitti è caratterizzata dall’avere?

□A Scheletro cartilagineo □B Scheletro osseo

13 Negli squali gli organi copulatori maschili sono chiamati

□A Pleiopodi □B Pterigopodi □C Uropodi

14 La pinna caudale dei pesci ossei è definita?

□A Eterocerca □B Omocerca

15 La vescica natatoria è spesso presente?

□A Nei pesci ossei
□B Nei pesci cartilaginei
□C Nei rettili

16 A cosa serve la linea laterale nei pesci ossei?

□A per facilitare la produzione di uova
□B per percepire le vibrazioni trasmesse attraverso l’acqua
□C per evidenziare la contrombeggiatura

17 Qual è la caratteristica principale della classe dei Mammiferi?

□A Presenza di peli
□B Presenza di ghiandole mammarie
□C Presenza di testa molto sviluppata

18 Nell’Ordine dei Cetacei chi è provvisto di denti?

□A Misticeti □B Odontoceti

**QUESTIONARIO N° 3**

**Seconda sezione**

1 Che cos'è la carta dei popolamenti bentonici?

- A una carta della popolazione umana vicino ad un'area marina protetta
- B una carta delle migrazione dei pesci di mare aperto
- C una carta degli ambienti marini costieri

2 Nell'ambiente ad alghe fotofile si possono trovare anemoni di mare?

- A sì
- B no

3 La *Posidonia Oceanica* è?

- A Una pianta
- B Un' alga

4 Quali sono i principali organismi che contribuiscono a formare il Coralligeno?

- A Alghe
- B Alghe e Animali
- C Piante

5 Chi sono i biodemolitori?

- A Organimi che contribuiscono alla costruzione del coralligeno
- B Organismi che si oppongo alla costruzione del coralligeno
- C Organismi che contribuiscono alla riduzione dell'inquinamento

6 Tra questi organismi quali sono quelli che non utilizzano "i rami" delle gorgonie per qualche motivo?

- A molluschi
- B pesci cartilaginei
- D vermi
- E cetacei
- F idroidi

7 Che cosa s'intende per Oloplancton?

- A Plancton Vegetale
- B Organismi che trascorrono tutto il ciclo vitale nell'ambiente pelagico
- C Plancton temporaneo

8 Quali tra questi sono organismi che fanno parte del Necton?

- A Echinodermi
- B Cnidari
- C Cetacei
- D Poriferi

9 Nei Pesci la propulsione in avanti è data soprattutto?

- A Dalle pinne pettorali
- B Dalla pinna caudale
- C Dalla pinna dorsale

10 Nei Metodi di studio diretti si prevede di operare?

- A Osservazione tramite subacquei
- B Osservazioni tramite navi oceanografiche

Fonti bibliografiche

Bianchi C. N, Boero F., Carobene L., Carpaneto G., Fraschetti S., Morri C., Peccenini S. 2004. Coste Rocciose. Volume realizzato con fondi del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

Foto C. Cerrano: pagina iniziale, (1° sezione: 1bis, 1ter, 4, 17, 22, 24, 25, 39, 43, 46, 47, 47bis, 48, 56, 60, 77, 78, 88, 89), (2° sezione: 3, 34, 35, 36, 37, 44, 46, 53, 57, 72, 73, 75, 79, 88, 90, 97)
Foto S. Bava: (1° sezione: 16, 18, 29, 58, 66bis, 68, 93, 94, 98, 99, 100, 107, 107bis, 132, 133, 134, 140, 141, 146, 149, 150, 155, 159, 165, 188, 189, 200, 204, 215), (2° sezione: 11 bis, 16 bis, 105, 108)
Foto e disegni S. Schiaparelli: (1° sezione: 2, 6, 26, 64, 80, 81, 85, 87, 103, 104, 117, 123, 135, 136, 137, 158, 197, 198, 199, 203), (2° sezione: 4, 5, 7, 9, 29, 30, 31, 38, 40, 41, 43, 47, 48, 49, 50, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 68, 70, 77, 86, 87, 112, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 130)
Foto G. Franci: (1° sezione: 3, dis. 20, 21, 21bis, 27, 37, 44, 45, 61, 65, 79, 84, 86), (2° sezione: 6, 17, 18, 20, 39, 42, 45, 51, 52, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 111, 113, 114, 118, 119, 125, 126, 127, 128, 129)
Foto R. Casale: (1° sezione: 5, 23, 162, 163, 167, 170), (2° sezione: 8, 14, 15, 66)
Foto P. Tessera: (2° sezione: 13, 65, 69, 71, 74)
Foto F. Ferracini: (2° sezione: 12, 16)
Foto M. Montefalcone: (2° sezione: 26, 27, 28, 32, 33)
Foto C. Falugi: (1° sezione: 17)
Foto L. Fattorosi: (1° sezione: 82, 171), (2° sezione: 89)
Foto M Petrillo: (2° sezione: 101, 103)
Foto e disegni G. Massa: (1° sezione: 1, 51, 52, 53, 54, 63, 66, 71, 96, 97, 101, 108, 109, 112, 126, 129, 130, 131, 131 bis, 144, 145, 147, 151, 154, 156, 160, 164, 166, 173, 178, 180, 183, 184, 185, 186, 187, 190, 191, 192, 195, 196, 196bis, 210),(2° sezione: 19 bis, 131, 133, 134, 135)
Foto L. Pane: (1° sezione: 14)
Foto L. Tunesi: (1° sezione: 36, 76, 95, 157bis) , (2° sezione: 1, 19, 25 bis, 67, 132)
Foto A. Molinari: (2° sezione: 11, 22)
Foto M. Benvenuti-sistema europa 2000 (1° sezione: 111, 116)
Foto C. Relini: (1° sezione: 115)
Foto S. P. Canese: (1° sezione: 138)
Foto D. Zanada: (1° sezione: 139), (2° sezione: 109)
Foto L. Capurro-scagno 10 : (1° sezione: 55, 124, 152, 169 201), (2° sezione: 106)
Foto G. De Angelis: (1° sezione: 207), (2° sezione: 110)
Foto Paolillo-vanzo: (1° sezione: 35, 120, 148, 194, 202), (2° sezione: 21, 23, 24)
Elab. E foto L. Mangialajo: (1° sezione: 72) ,(2° sezione: 2 (carta autori vari), 10)
Foto e disegni B. Dell'Angelo: (2° sezione: 76,78)
Foto F. D'Errico (1° sezione: 73, 161)
Foto M. Rosso: (1° sezione: 207 bis, 212, 214, 216, 218, 219)
Foto M. D'Incà: (1° sezione: 211)
Foto L. Torti: (1° sezione: 157, 193)
Foto V. Cappanera: (1° sezione 209, 209bis)
Foto L. Fanciulli: (1° sezione: 142, 143)
Foto A. Velardo (1° sezione: 208)
Foto M. Calabrese (1° sezione: 57)
Foto European diving center: (1° sezione: 153), (2° sezione: 25)
Foto Greenpeace: (1° sezione 30)
Foto Università di Pisa: (1° sezione: 15, 122)
Disegni di G. nebiacolombo: (1° sezione: 49, 67, 75, 90, 91, 102, 105, 106, 114, 125)
Immagini da Wikipedia in pubblico dominio: (1° sezione: 7, 9-Aut. Velela, 10-fonte U. S. National Oceanic and AtmosphericAdministration (Noaa), 28-foto Jessica Redfern (Noaa), 31-foto jan Derk, 32-fonte Noaa Photo lib., 33, 33 bis, 34, 41, 50-fonte oceanexplorer-noaa, 62-fonte oceanexplorer-noaa, 70 bis, 74-foto Bs thurner hof, 83-(Noaa), 113, 118, 119- Arthur Willey's monograph 1912, 172- fonte USGS, 174, 175-fonte United States Federal Government, 176- fonte U. S: fish and Wildlife Service Photo, 177, 178 (Noaa), 179-foto jan Derk, 181-autore sharkdiver.com, 182-autore Nicholas Steno (1667), 205, 213–fonte United States National Oceanic and Atmospheric Administration (NOOA), 217-fonte United States Federal Government, (2° sezione: 91-fonte Enviromental Protection Agency United States federal government, 92- autore Neil Sullivan-fonte Noaa Photo lib, 94 dis. Haekel, 100-foto Jamie Hall Noaa photo lib, 102-Noaa photo lib, 107 (Noaa)
Immagini dal sito Noaa Photo Library (no copiright): (1° sezione: 8, 11- foto di Matt Wilson/Jay Clark, 12-foto OAR/National Undersea Research Program (NURP), 13- foto di Matt Wilson/Jay Clark, 19-foto di Jerry Mclelland, 59, 92, 121- foto Matt Wilson/Jay Clark NMFS AFSC, 128- foto Jerry Mclellan-Charleston Bump Expedition 2003. Noaa Office of Ocean Exploration; Dr. George Sedberry, South Carolina DNR, Principal Investigator, 206-foto di Mary Hollinger-NESDIS/NODC), (2° sezione: 96-foto Jerry Mclellan-Charleston Bump Expedition 2003. Noaa Office of Ocean Exploration; Dr. George Sedberry, South Carolina DNR, Principal Investigator, 96 bis, 96 tris- foto Matt Wilson/Jay Clark NMFS AFSC, 96 quater-OAR/National Undersea Research Program (NURP), 98,104-foto Matt Wilson/Jay Clark NMFS AFSC)
Immagini oceanexplorer (Noaa): (1° sezione: 110-lavoro di Craig M. Young-Oregon Institute of Marine Biology)
Immagini (NMFS) Northeast Fisheries Science Center: (1° sezione: 99-foto C.B. Miller/K. Tande)
Immagini tratte dal volume edito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare: "Giuda al Riconoscimento del Plancton nei Mari Italiani-Vol. 1-Fitoplancton": (1° sezione: 38- foto composta di autori vari, 40, 40 bis-lavoro di M. Pompei-M. Cangini, 42-lavoro di C. Torri-E. Cucchiari, (2° sezione: 93-lavoro di G. Socal-E. Capuzzo, 95-lavoro di A. M. Pastorelli-M.C. Marzano-L. Rositani)
Immagine tratta dal sito dell'Università di Sydney: (1° sezione: 69)
Immagine tratta dal sito www.mediterranea.org: (1° sezione: 70)
Immagine tratta da lavoro scientifico: Rouse, G. W. 1999. Trocophore concept: Ciliary bands and evolution of larvae in spiralian Metazoa. Biological Journal of the linnean Society: (1° sezione: 83 bis)
Imagine tratta dal sito del Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay: (1° sezione: 83 tris)

Capitolo realizzato da Giada Franci ed Edoardo Zucco con la collaborazione di Giorgio Massa.