



## La fauna: i vertebrati

PAOLO GUIDETTI

79

Così come per altri ambienti marini costieri, l'associazione tra coralligeno e vertebrati corrisponde sostanzialmente a quella con i pesci. Di per sé altri vertebrati possono essere occasionalmente presenti (per esempio le tartarughe marine), ma non si può certamente parlare di associazione con il coralligeno. Da questa prospettiva va premesso che il termine "associato" sarà qui usato per definire le specie della fauna ittica che si possono trovare, con maggiore o minore frequenza o in maggiore o minore abbondanza, in sistemi a coralligeno e che frequentano tali sistemi (occasionalmente o continuativamente) perché in essi trovano le condizioni ambientali più adatte e/o le risorse di cui hanno bisogno, per esempio in termini di cibo o rifugio dai predatori (inclusi i pescatori subacquei in apnea).



Donzella (*Coris julis*)

Rispetto alla fauna ittica associata ad altri habitat (per esempio le praterie di *Posidonia oceanica* o i fondali rocciosi sublitorali) i pesci del coralligeno hanno ricevuto di gran lunga una minore attenzione da parte dei biologi marini. Le ragioni sono molteplici. A parte qualche eccezione (come per il coralligeno pugliese di piattaforma che si trova anche a bassa profondità) il coralligeno si sviluppa solitamente a profondità relativamente elevate e in ogni caso impegnative per l'immersione subacquea con autorespiratore. Questo ha certamente limitato il numero degli studi eseguiti utilizzando, per esempio, il *visual census*, cioè una serie di tecniche di censimento della fauna ittica eseguite *in situ*, in immersione con autorespiratore, direttamente dai biologi-ittologi marini. Inoltre, i fondali a coralligeno sono spesso accidentati e complessi strutturalmente (per esempio sono presenti spuntori di roccia o di biocostruzione). Ciò rende non molto agevole l'utilizzo di reti o altri sistemi derivati dalla pesca per campionare la fauna ittica dal momento che si può facilmente determinare il danneggiamento se non la perdita di attrezzi da pesca, come reti o nasse. Sotto il termine comune di coralligeno, come accennato in capitoli precedenti, ricadono comunità bentoniche molto differenti. È quindi intuitivo pensare che la profondità alla quale il coralligeno si sviluppa, la pendenza e la complessità tri-

Corvina (*Sciaenidae*)

Castagnola rossa (*Anthias anthias*)

dimensionale influenzino la composizione e dinamica dei popolamenti ittici associati. Le condizioni ambientali fanno sì che la fauna ittica ad esso associata abbia una composizione in specie differente rispetto agli habitat sublitorali. Alcune specie ittiche, in particolare, si trovano associate quasi esclusivamente al coralligeno, alcune per altro nelle parti più profonde, come i labridi *Lappanella fasciata* e *Acantholabrus*

*palloni*. Tutto ciò implica che i sistemi a coralligeno possono contribuire in modo non trascurabile alla biodiversità ittica in ambiente costiero mediterraneo.

In questi ambienti la fauna ittica presente si distribuisce nello spazio in modo differente in relazione all'ecologia tipica di ogni specie. Vi sono specie che sfruttano prevalentemente la colonna d'acqua al di sopra delle concrezioni del coralligeno, altre che nuotano nei pressi del fondo o degli organismi sessili e strutturanti (per esempio le gorgonie), altre ancora, infine, che hanno caratteristiche spiccatamente bentoniche e criptiche, le quali in alcuni casi sfruttano gli anfratti presenti nelle concrezioni del coralligeno.

Tra le specie ittiche che comunemente occupano la colonna d'acqua al di sopra delle concrezioni a coralligeno si può certamente annoverare la castagnola (*Chromis chromis*), ma soprattutto la castagnola rossa (*Anthias anthias*). Si tratta di specie dalle dimensioni relativamente contenute (solitamente intorno ai 10-15 cm di lunghezza) e fortemente gregarie, che possono formare sciame molto numerosi. La castagnola è un piccolo pesce planctonofago, mentre la castagnola rossa ha una dieta basata su piccoli crostacei e forme giovanili di pesci. Durante la notte la castagnola scende sul fondo alla ricerca di anfratti in cui trovare rifugio, così come fa nelle praterie di *P. oceanica* o nel sublitorale roccioso. La castagnola rossa è, invece, specie sciafila e la si ritrova spesso in vicinanza di grotte, anfratti o, spesso, a partire dalla profondità alla quale si sviluppa il coralligeno.

Oltre a queste due specie, altri pesci planctonofagi, come gli zerri (*Spicara smaris*), le menole (*Spicara maena*), le boghe (*Boops boops*) e le occhiate (*Oblada melanura*), a cui si possono occasionalmente aggiungere le sardine (*Sardina pilchardus*), possono essere presenti nella colonna d'acqua al di sopra delle concrezioni del coralligeno.

Le specie ittiche planctonofaghe non sono certamente gli unici pesci presenti nella colonna d'acqua sovrastante gli ambienti a coralligeno. A queste, infatti, vanno aggiunte diverse specie predatrici piscivore (cioè che si nutrono prevalentemente di altri pesci) che compiono incursioni alla caccia di prede. Si tratta

di specie come la ricciola (*Seriola dumeril*), il barracuda (*Sphyræna viridensis*) e il dentice (*Dentex dentex*), le quali possono raggiungere dimensioni ragguardevoli (190, 130 e 100 cm di lunghezza totale, rispettivamente) e che possono formare sciame molto numerosi, in particolare negli ambienti di secca rocciosa. Questi pesci predatori, quando non sono in caccia, possono essere osservati nuotare molto

Tordo fischietto (*Labrus mixtus*)

tranquillamente, spesso in gruppi numerosi. Altre volte il loro arrivo è preceduto dall'agitazione spasmodica e successiva fuga in massa dei pesci più piccoli (come castagnole e boghe) che rappresentano le loro prede più comuni.

Molte specie ittiche vivono più strettamente associate alle concrezioni del coralligeno. Si tratta di specie che nuotano poco al di sopra delle concrezioni, come molti pesci appartenenti alla famiglia dei labridi, degli sparidi e dei serranidi. Tra le specie di labridi più caratteristiche del coralligeno ricordiamo il tordo fischietto (*Labrus mixtus*, che presenta un dimorfismo sessuale molto marcato), il tordo canino (*L. fasciata*) e il tordo di fondale (*Acantholabrus palloni*). Queste due ultime specie sono piuttosto profonde in quanto si possono incontrare solitamente a partire dai 40 m in giù. Sono numerose, in ogni caso, le specie ittiche appartenenti alla famiglia dei labridi che possono essere incontrate sui fondali a coralligeno, ma presenti anche in altri habitat del sublitorale, come le praterie di fanerogame marine o i substrati rocciosi. Le specie appartenenti al genere *Labrus* includono il tordo nero (*L. merula*) e il tordo marvizzo (*L. viridis*), i quali possono assumere dimensioni relativamente cospicue (circa 45-50 cm di lunghezza massima) e livree variabili (rossastre, verdastre, marroni, con diverse punteggiature e/o striature). Sono specie che si cibano di invertebrati e, in minor misura, di piccoli pesci.

A questi si aggiungono labridi appartenenti al genere *Symphodus* che risultano relativamente abbondanti nei fondali a coralligeno, come il tordo rosso (*S. mediterraneus*), e altri come il tordo pavone (*S. tinca*), il tordo fasciato (*S. doderleini*) e il tordo codanera (*S. melanocercus*) che tuttavia sono riscontrabili anche a profondità meno elevate e in altri habitat costieri. Il tordo codanera, in particolare, è un pesce di piccole dimensioni (lunghezza massima pari a 14 cm) ben noto per essere un pesce pulitore. Si ciba, infatti, di ectoparassiti, muco, squame, tessuti infetti e residui di cibo che rimuove dal corpo di altri pesci e interagisce con tantissime altre specie ittiche, tra cui il tordo pavone, diversi saraghi (sparidi del genere *Diplodus*) e piccoli serranidi come lo sciarano (*Serranus scriba*) e la perchia (*S. cabrilla*).



Un labride che mostra abbondanze molto elevate sul coralligeno è la donzella (*Coris julis*), mentre la donzella pavonina (*Thalassoma pavo*) è presente (soprattutto nelle aree più meridionali), ma scarsamente abbondante. Entrambe mostrano uno spiccato dimorfismo sessuale, il che consente di poter affermare che siano i maschi, cioè gli individui tendenzialmente più grandi e con una colorazione più vistosa, a frequentare con maggiore frequenza le acque più profonde (quindi più fredde e meno illuminate) in cui si sviluppa il coralligeno. I labridi sopramenzionati, tutti relativamente piccoli, sono essenzialmente carnivori e si cibano soprattutto di piccoli invertebrati vagili (come echinodermi, molluschi, policheti, crostacei).

Molte sono le specie di sparidi che si possono trovare associate al coralligeno. Tra queste il già citato dentice, predatore gregario e piscivoro. Per quel che concerne gli sparidi del genere *Diplodus*, cioè il sarago maggiore (*D. sargus sargus*), il sarago pizzuto (*D. puntazzo*), il sarago fasciato (*D. vulgaris*) e lo sparaglione (*D. annularis*), pare che le loro abbondanze relative siano piuttosto variabili, forse in relazione alle specifiche tipologie dell'habitat in cui il coralligeno si sviluppa (falesia o piattaforma, copertura macrofito- e zoobenthos, disponibilità di anfratti).

Lo sparaglione è il più piccolo tra i saraghi (ha una lunghezza massima pari a 25 cm) e ha una colorazione argentea con sfumature giallo-verdastre. Si nutre essenzialmente di piccoli invertebrati sessili e vagili. Gli altri saraghi, cioè il sarago maggiore, il sarago pizzuto e il sarago fasciato, hanno un non trascura-



Sarago pizzuto (*Diplodus puntazzo*)

bile valore economico per la pesca e raggiungono taglie di gran lunga maggiori rispetto allo sparaglione: il sarago maggiore e il fasciato raggiungono i 45 cm di taglia massima, mentre il sarago pizzuto può arrivare fino a 60 cm. Sebbene le loro diete non siano del tutto simili (soprattutto per il sarago pizzuto che si ciba anche di invertebrati sessili come le spugne), i tre saraghi più grandi si cibano di invertebrati in alcuni casi

anche di dimensioni relativamente grandi, come i ricci di mare adulti. Un altro sparide che si trova tipicamente associato al coralligeno è la tanuta (*Spondyllosoma cantharus*): può raggiungere i 60 cm di lunghezza massima e si nutre di invertebrati e, quando presenti, di meduse. Soprattutto gli esemplari di grosse dimensioni sono presenti in ambiente roccioso (principalmente sulle secche profonde), mentre gli esemplari giovanili e di taglia media si incontrano più spesso in praterie di *Posidonia oceanica* o substrati rocciosi sublitorali.

La salpa (*Sarpa salpa*), invece, quando osservata su fondali a coralligeno non risulta mai particolarmente abbondante (malgrado sia fortemente gregaria e formi sciame molto grandi in altri habitat più superficiali). Questa è la più importante specie ittica essenzialmente erbivora (almeno da adulta) del sistema litorale mediterraneo. Probabilmente la scarsa presenza delle alghe palatabili per le salpe alle profondità relativamente elevate dove si sviluppa il coralligeno determina la loro scarsa abbondanza. Altri sparidi che è possibile incontrare presso le concrezioni del coralligeno sono l'orata (*Sparus aurata*), il pagro (*Pagrus pagrus*) e il pagello fragolino (*Pagellus erythrinus*), sebbene i dati disponibili sembrano evidenziare una frequenza piuttosto bassa.

Un'altra specie che si può incontrare in fondali a coralligeno, soprattutto in siti in cui vi è un'ampia disponibilità di rifugi e tane è la corvina (*Sciaena umbra*), appartenente alla famiglia degli sciaenidi. Può raggiungere dimensioni notevoli (circa 70 cm di lunghezza totale), è spesso gregaria e si ciba principalmente di invertebrati. Le corvine si ritrovano con facilità nei pressi dell'imboccatura delle tane in cui si rifugiano velocemente se vengono disturbate.

Una specie che ha, per alcuni versi, caratteristiche simili alla corvina e che si può incontrare sul coralligeno è la mostella o pastenula bruna (*Phycis phycis*), appartenente alla famiglia dei gadidi. Non è esclusiva dei fondi duri, ma viene pescata anche su fondali sabbiosi e fangosi ad oltre 100 m di profondità.

Nei pressi di anfratti e piccole grotte, così come per la corvina e la mostella, è comunemente incontrato anche il re di triglie (*Apogon imberbis*), un piccolo pesce sciafilo (i.e. attratto dagli ambienti bui) di colore rosso intenso.



Tanuta (*Spondyllosoma cantharus*)

Pezce San Pietro (*Zeus faber*)

La cernia bruna (*Epinephelus marginatus*) è un grosso pesce predatore che frequenta abitualmente i fondali coralligeni, mostrando densità particolarmente elevate presso gli ambienti di secca rocciosa. È una specie stanziale e territoriale che può vivere fino a 50 anni. Oltre alla cernia bruna, anche la cernia dorata (*E. costae*) e, più raramente, la cernia rossa (*Mycteroperca rubra*) si possono incontrare sul coralligeno.

Queste specie possono raggiungere dimensioni notevoli, fino a taglie massime di circa 140-150 cm. Le cernie, così come altre specie ittiche pregiate (per esempio i dentici) possono essere severamente impattate dalla pesca sportiva, sia quella subacquea, ma soprattutto quella effettuata con nuove tecniche e tecnologie, per esempio il cosiddetto *vertical jigging*. Questa tecnica di pesca, unita purtroppo alle diffuse (e illegali) abitudini dei pescatori sportivi di non rispettare le quote di prelievo (5 kg al giorno come quota massima) e di vendere il pescato, sta determinando un impatto drammatico sugli stock dei riproduttori i quali vengono insidiati anche in ambienti rocciosi o concrezionati in profondità (soprattutto sulle secche) dove, fino a poco tempo fa, trovavano rifugio. Questo potrebbe avere nel tempo conseguenze molto negative sulle capacità di rinnovamento delle popolazioni soggette a prelievo e dovrebbe essere oggetto di attenzione da parte del legislatore e delle autorità competenti per il controllo sulla pesca sportiva (o pseudo-sportiva quando è praticata illegalmente). Le cernie non sono, tuttavia, gli unici serranidi che possono essere associati al coralligeno. Altri due serranidi di dimensioni più piccole (intorno ai 35 cm di taglia massima), lo sciarrano (*Serranus scriba*) e la perchia (*S. cabrilla*), sono molto comuni su fondali a coralligeno. Si tratta di specie territoriali e piscivore (quindi predano specie ittiche di piccole dimensioni o, nella maggior parte dei casi, forme giovanili).

Il pesce San Pietro (*Zeus faber*) è tipicamente associato ai fondi duri del coralligeno. Ha una forma del corpo molto caratteristica, molto alta e compressa, è dotato di una bocca protrattile, di lunghi e robusti raggi spinosi sulla pinna dorsale che si prolungano con filamenti e di una caratteristica macchia scura (cerchiata di bianco) su entrambi i lati del corpo.

Per quel che concerne le specie maggiormente legate al substrato, nel coralligeno si possono incontrare frequentemente il grongo (*Conger conger*) e la murena (*Muraena helena*). Si tratta di predatori notturni che di giorno permangono all'interno degli anfratti dai quali fuoriesce spesso solo il capo. Durante la notte, tuttavia, questi voraci predatori escono dalle tane alla ricerca di prede.

Appoggiati direttamente sulle concrezioni coralligene su cui si mimetizzano in maniera molto efficace si trovano spesso lo scorfano nero (*Scorpaena porcus*), ma soprattutto lo scorfano rosso (*S. scrofa*). Gli scorfani sono pesci predatori che attendono le prede appostandosi sul fondo.

Per quel che concerne le piccole specie bentoniche e criptiche appartenenti alla famiglia dei gobiidi (ghiozzi), la letteratura disponibile riporta la presenza di numerose specie come associate al coralligeno. Il ghiozzo dorato (*Gobius auratus*) e il ghiozzo bocca rossa (*G. cruentatus*) sono solitamente osservabili sulle concrezioni coralligene, insieme a più rari rappresentanti delle famiglie dei blennidi (bavose, come *Parablennius rouxi*) e tripterigidi (peperoncini, come *Trypterygion delaisi*). Altre specie come il ghiozzo gattopardo (*Thorogobius macrolepis*), il ghiozzo rasposo (*Gobius bucchichi*), il ghiozzo listato (*G. vittatus*) e il ghiozzo geniporo (*G. geniporus*) si trovano invece sulle sabbie organogene presenti alla base delle concrezioni coralligene, spesso in vicinanza di anfratti o piccole grotte in cui si rifugiano se vengono disturbati. Vi sono anche altre specie di ghiozzi riportate come presenti sui fondali a coralligeno, come il ghiozzo delle Baleari (*Odondebuenia balearica*), ma le loro ridotte dimensioni insieme alla colorazione mimetica ne rendono spesso difficile l'individuazione.

Alcune specie ittiche, come la triglia di scoglio (*Mullus surmuletus*) e di fango (*M. barbatus*) o il cefalo dorato (*Liza aurata*) sono riportati come specie che è possibile ritrovare sul coralligeno sebbene la loro presenza sia legata alla disponibilità di chiazze di substrato incoerente. In aggiunta, nelle sabbie nei

Scorfano rosso (*Scorpaena scrofa*)



Pesce prete (*Uranoscopus scaber*)

pressi delle formazioni a coralligeno è possibile osservare altre specie ittiche come le tracine (*Trachinus* spp.), il pesce prete (*Uranoscopus scaber*), il pesce lucertola (*Synodus saurus*), le sogliole (*Solea* spp.) e altri pesci piatti, sebbene essi siano principalmente a contatto con il substrato sabbioso e stiano infossati, in attesa che le loro possibili prede passino nelle vicinanze. Ai fondali caratterizzati dalla presenza di concrezioni coralligene non sono associati solo pesci ossei, ma anche molte specie di pesci cartilaginei. Tra i

principali ricordiamo alcuni piccoli squali, come il gattuccio (*Scyliorhinus canicula*), il gattopardo (*S. stellaris*), il palombo (*Mustelus mustelus*), così come alcune torpedini (come *Torpedo nobiliana*) e pastinache (come *Dasyatis pastinaca*).

Per quel che concerne la dinamica temporale, sia su scala giornaliera che stagionale o pluriennale, i dati disponibili sono scarsissimi, per cui non è possibile trarre in merito alcuna conclusione o descrivere modalità di cambiamento nel tempo della fauna ittica associata al coralligeno. Va detto tuttavia, che in molti casi il coralligeno si sviluppa a profondità superiori rispetto alla collocazione del termoclino estivo. La sostanziale stabilità dei fattori chimico-fisici delle acque marine dove si sviluppa il coralligeno potrebbero determinare una dinamica temporale e stagionale della fauna ittica attenuata rispetto a ciò che avviene in altri habitat più superficiali. Allo stesso modo è presumibile che così come avviene per le praterie di *Posidonia oceanica* o i fondi rocciosi sublitorali, i predatori tipicamente notturni, come murene, gronghi e gadidi, fuoriescano dalle tane al tramonto per ritornarvi all'alba. Tuttavia, come già detto, i dati disponibili sono troppo scarsi per poter tracciare una dinamica temporale di qualsiasi sorta.

Un dato di particolare rilevanza riguarda il coralligeno come habitat utilizzato dalle forme giovanili di specie ittiche durante le fasi più precoci del ciclo vitale (*nursery*). A parte la presenza ben nota delle uova bentoniche di gattuccio sulle gorgonie, pare che la presenza di forme giovanili di pesci sia limitata a pochi labridi. In particolare, sembra che solo i giovanili di donzella (quando hanno una taglia intorno ai 2-3 cm) possano essere presenti in densità elevate presso i fondali a coralligeno. Questo è stato osservato in particolare in piena estate presso alcune secche rocciose all'interno dell'Area Marina Protetta di Tavorara-Punta Coda Cavallo (Sardegna nord-orientale).

Per quanto riguarda altri labridi i cui adulti sono frequenti sui fondali a coralligeno, va detto che individui di piccola taglia, per esempio di tordo fischietto o tor-

do rosso, possono essere osservati, così come non si può escludere a priori che i giovanili di specie come la castagnola rossa usino particolari microhabitat, come gli anfratti più bui delle concrezioni, come siti per il reclutamento. Per quel che concerne la composizione in specie dei popolamenti ittici così come le abbondanze relative e la ricchezza specifica, le informazioni ad oggi disponibili riguardo il coralligeno sono piuttosto scarse e frammentarie. Considerando gli studi disponibili e pubblicati sulla fauna ittica del coralligeno, il numero di specie riportato da varie località lungo le coste del Mediterraneo si aggira intorno alle 30-35 specie relativamente a studi che hanno impiegato tecniche di *visual census* in immersione con autorespiratore. Studi più datati e relativi all'uso di strumenti da pesca per il campionamento della fauna ittica (principalmente reti da posta) riportano per contro una ricchezza specifica maggiore, compresa tra 43 e 56 specie. In termini sia di ricchezza specifica, sia di composizione in specie le differenze tra gli studi sono attribuibili a diversi fattori. Non trascurabile è senza dubbio il *bias* relativo alle tecniche di campionamento utilizzate. Censimenti visivi e reti hanno sicuramente una selettività differente per le specie e le taglie. Non trascurabili, infine, sono le differenze attribuibili a fattori di tipo biogeografico. È evidente che la presenza di specie come il pesce scoiattolo (*Sargocentron rubrum*), la triglia dorata (*Upeneus moluccensis*) o il pesce coniglio scuro (*Siganus luridus*) presso formazioni coralligene situate lungo la costa settentrionale di Israele non può non essere connessa ai problemi legati all'introduzione di specie lessepsiane attraverso il canale di Suez, problema che evidentemente si manifesta in maniera più marcata nel bacino levantino del mar Mediterraneo.

Dal punto di vista del popolamento complessivo, tuttavia, si può dire che svariati e labridi sono le famiglie dominanti in termini di numero di specie. In termini di numero di individui, invece, sono le specie gregarie e planctonofaghe che occupano la colonna d'acqua (principalmente castagnole, castagnole rosse, menole e zerri) a risultare numericamente dominanti, fino a rappresentare oltre il 70% degli individui di specie ittiche associate al coralligeno. Particolari formazioni coralligene, chiamate *tegnùe*, sono presenti al largo delle coste nord-adriatiche. Queste formazioni possono essere considerate come "isole" di fondo duro in una matrice di fondali incoerenti: ospitano tra 30 e 40 taxa della fauna ittica.



Pastinaca (*Dasyatis pastinaca*)



## Altre principali biocostruzioni

GUIDO BRESSAN · RENATO CHEMELLO · MARIA FLAVIA GRAVINA · MARIA CRISTINA GAMBI · ANDREA PEIRANO · SILVIA COCITO · ANTONIETTA ROSSO · ANGELO TURSI

### ■ Piattaforme a corallinacee

Quando talli di alghe rosse calcaree (corallinacee, rodofite) o parte di essi, vengono a contatto tra di loro possono anastomizzarsi, fondendosi almeno apparentemente in ragione della loro mineralizzazione, oppure concrescere e persino sovrapporsi in modo occasionale o elettivo (specie-specificità che però è ancora poco indagata).

Quando, in base ad un naturale sinergismo biotico tra le specie componenti, questi talli aderiscono ad un substrato duro, possono edificare, una roccia denominata "bio-construction", "bio-concrezionamento" o "formazione bio-costruita". Queste bio-costruzioni, per lo più plurispecifiche, sono dunque il risultato di una lenta crescita, sovrapposizione e successiva fossilizzazione dei talli almeno in alcune parti morte. I talli possono così occupare il più delle volte un volume cospicuo e attribuire caratteristiche morfologiche, biologiche e geologiche particolari all'ambiente colonizzato.

Le formazioni a corallinacee possono essere presenti a livello di diversi piani bionomici e quando interessano i piani più superficiali, facilmente visibili (ad es.: "trottoir" o marciapiedi), questi bio-concrezionamenti possono assumere una notevole importanza paesaggistica come veri e propri "monumenti naturali". Si può, quindi, ipotizzare che le piattaforme a vermetidi, i concrezionamenti a *Lithophyllum* e ogni altra bio-costruzione litorale funzionino come "dilatazioni spaziali orizzontali" delle zone superficiali, creando una maggiore disponibilità di nicchie per le specie preadattate a vivere in condizioni intertidali.

La presenza di bio-costruzioni in un punto dato del litorale mediterraneo dipende dalle condizioni climatiche, idrologiche e sedimentarie come anche dall'incidenza della pressione antropica. Le specie che maggiormente concorrono alla costituzione di queste formazioni sono: *Lithophyllum byssoides*, *Neogoniolithon brassica-florida*, *Corallina elongata* tra le bio-costruzioni più o meno evidenti; *Lithophyllum (Titanoderma) trochanter*, *Tenarea tortuosa*, *Lithophyllum (Goniolithon) papillosum* tra le bio-costruzioni minori.



Concrezionamenti a *Lithophyllum*

*Corallina elongata*





*Lithophyllum byssoides* (in passato citato come *Tenarea tortuosa*) è costituito da talli a forma di cuscinetto (pulvino) emisferico del diametro di 8-15 cm, con superficie alveolata per numerose lamelle avventizie più o meno erette e più o meno saldate tra loro. Il colore va dal rosa al grigio viola. Questi talli si sviluppano incrostando saldamente il substrato roccioso con cuscinetti che possono saldarsi tra loro. Quando l'acqua è calma queste bio-costruzioni possono emergere completamente, fino a 20-30 cm al di sopra del livello del mare.

*Neogoniolithon brassica-florida* si presenta sotto forma di talli incrostanti, aderenti, semplici o mammellonari, con un diametro di 2-5 cm, talvolta provvisti di protuberanze verrucose. Il margine è ampiamente lobato, finemente striato con orlo sovente ispessito. Il colore varia dal rosa al violetto al grigio-malva, persino bianco avorio. È specie epilita, presente raramente su vecchie conchiglie, vive dal piano medio- all'infralitorale, ma è segnalata fino a 40 m di profondità, in siti sia riparati che esposti alle correnti. Relativamente euriecia, è in grado di sopportare cambiamenti di salinità, temperatura e luce: può così vivere anche in condizioni estreme come nel caso di pozze di marea, anche permanenti; mai epifita, è anche un componente importante dei "trottoir a vermetidi".

*Corallina elongata* presenta talli eretti, cespugliosi, alti 1.5-5 cm, articolati, con ramificazione pennata, regolare, abbondante. I rami giacciono su un piano, molto densi, più o meno regolari; gli articoli sono compressi. Il colore dei talli varia dal rosa pallido al grigio viola con margini più chiari su campioni freschi, dal grigio viola al bianco avorio su campioni secchi. Questa specie epilita, vive



*Lithophyllum byssoides*

a livello del piano medio- infralitorale, su rocce battute e in pozze di marea dalla superficie fino a 3 m di profondità.

*Lithophyllum (Titanoderma) trochanter* appare sotto forma di talli a cuscinetto emisferico, portamento cespuglioso, con diametro di 2-5 cm e altezza di 5 cm, formati da escrescenze più o meno cilindriche con strie anulari, poco marcate, talvolta ramificate dicotomicamente. Le escrescenze sono sottili, fragili, irte, orientate in tutte le direzioni, talvolta intrecciate. Il colore dei talli varia dal viola al grigio malva, persino al bianco. Vive a livello del piano mediolitorale, incrostante il substrato roccioso, verticale, esposto alle onde o alle correnti in stazioni ben illuminate; può essere presente persino nelle pozze permanenti del sopralitorale, ma anche nella frangia infralitorale. Di solito vive assieme con *Lithophyllum byssoides*, *Tenarea tortuosa*, *Neogoniolithon brassica-florida*.

*Tenarea tortuosa* è costituita da talli a forma di cuscinetto emisferico, il cui diametro è di 20-25 (molto raramente 10) cm, e superficie alveolata per numerose lamelle avventizie, erette, fragili, più o meno anastomizzate, che si dipartono da una crosta basale incrostante il substrato solo in punti singoli, quindi facilmente staccabile. Il margine delle lamelle è sempre in parte più o meno accartocciato, talvolta appena ispessito; bordo biancastro, più chiaro del tallo. Il colore dei talli varia dal rosa pallido al grigio violetto fino al giallo avorio, persino bianco. Vive a livello del piano medio-infralitorale, sempre immersa. I numerosi alveoli della superficie sembrano garantire il mantenimento di un'umettazione necessaria per brevi periodi di emersione. Si trova occasionalmente presente in sottostrato a *Cystoseira amentacea*. Piccole specie di *Ceramium*, *Polysiphonia* e *Laurencia* si trovano spesso come epifiti sul tallo.

*Lithophyllum (Goniolithon) papillosum* si presenta sotto forma di talli incrostanti il substrato roccioso, provvisti di protuberanze più o meno regolarmente emisferiche (diametro fino a 2 mm, altezza 3-5 mm). Questi talli si presentano con protuberanze o ben individualizzate (allora più alte che larghe ma fragili), o più o meno coalescenti (allora più larghe che alte, con superficie pisolitifforme o a cavolfiore, molto caratteristica).

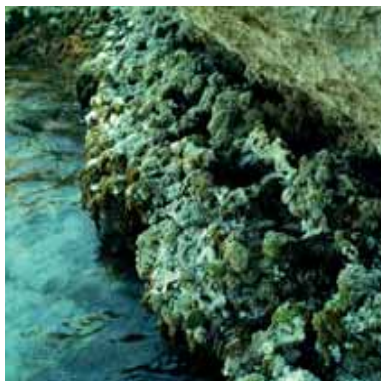
Dal punto di vista dell'impatto paesaggistico e dell'importanza geomorfologica delle corallinacee del mar Mediterraneo, si possono distinguere dal mediolitorale al circolitorale profondo:

- biocostruzioni più o meno evidenti, talvolta generate da concrezioni persino monumentali per l'imponenza acquisita nel corso dei secoli durante le trasformazioni dell'ambiente marino;
- biocostruzioni minori che, a fronte di un'importanza scientifica di un certo rilievo, non possono che essere considerate di secondo piano per il loro aspetto meno appariscente;
- biocostruzioni di profondità (trattate altrove in questo volume) che sono osservabili solo mediante l'esplorazione subacquea.

Come detto le bio-costruzioni più o meno evidenti, persino monumentali si possono distinguere come segue.

**Cornice (o "encorbellement") a *Lithophyllum byssoides*.** È la formazione più frequente del bacino Mediterraneo occidentale e quella la cui struttura e distribuzione sono state meglio studiate da diversi ricercatori. Questa formazione è stata designata nel tempo con diverse denominazioni, in rapporto alle variazioni nomenclaturali della specie dominante: "*trottoir a Tenarea*", "*trottoir a Lithothamnion*", "*trottoir a Lithophyllum tortuosum*", "*encorbellement a Lithophyllum lichenoides*" e finalmente "*encorbellement a Lithophyllum byssoides*".

Una cornice a *L. byssoides* si trova di



Cornice a *Lithophyllum byssoides*

solito leggermente al disopra del livello medio del mare, nella zona in cui frangono le onde (piano mediolitorale); si sviluppa su substrato roccioso, sia

calcareo, vulcanico o cristallino, dove c'è un sostanziale bilanciamento con l'azione delle maree; è quindi la costruzione biologica del dominio bentonico più elevata sul livello del mare.

Quando l'acqua è calma questa sorta di marciapiede (*trottoir*) emerge completamente; il suo bordo esterno si trova così a 20-30 cm al di sopra dell'acqua. Questa condizione è resa possibile grazie a un'umettazione continua prodotta dalla combinazione simultanea di due fattori: esposizione al moto ondoso e porosità della formazione calcarea. L'altezza al disopra del livello medio del mare varia localmente in funzione dell'importanza del moto ondoso e/o della presenza di fessure, di angoli, di calette aperte alle mareggiate del largo. Questa bio-costruzione raggiunge notevole sviluppo in larghezza e in spessore.

Le cornici si presentano, nei casi più semplici, come una densa copertura di talli su un'altezza di 20-30 cm fino a formare un cornicione aggettante persino di 1-2 m di larghezza. In questi casi la superficie superiore è per lo più largamente depressa in rapporto al bordo esterno, dando origine talvolta a delle "pozze di marea". Gli autori osservano che lo sviluppo di queste bio-costruzioni è tale che due cornici opposte, da una parte e dall'altra di una caletta, possono ricongiungersi e formare un ponte.

In sezione assiale, nelle cornici molto sviluppate, si possono osservare fondamentalmente tre parti, variamente descritte da diversi studiosi, ma per lo più corrispondenti: lo strato superiore esterno è poroso, di colore rosa violaceo ma più spesso beige-malva, formato da

cuscinetti di alghe viventi; non misura in generale che qualche centimetro di spessore ed è soprattutto sviluppato sulla parte più esterna della cornice, senza deposito sedimentario tra le ramificazioni.

La superficie della bio-concrezione può presentare alveoli originati dall'anastomosi di creste millimetriche, persino spinose, o da lamelle più o meno verticali e di altezza simile e, di rado, può presentarsi incisa da solchi (in caso di erosione).

Talvolta, sopra le bio-costruzioni principali, si distingue una placca superiore di talli vivi, in colonia densa, in raccordo con il substrato roccioso. Questa placca superiore è caratterizzata da una vitalità migliore del popolamento rispetto a quella della bio-costruzione sottostante. Lo strato inferiore esterno della cornice è morto e ricoperto da un insieme di animali e vegetali sciafili. La struttura interna è costituita da una zona indurita di spessore variabile, quale risultato di un deposito di detriti fini tra i rami dei talli stessi, fossilizzati in un fango micritico di calcite magnesiacca con formazione di un cemento calcareo microcristallino molto duro.

Questa zona mostra una struttura a strati concentrici separati da discontinuità: è il cuore del *trottoir*, che ha l'aspetto e la consistenza di una vera roccia. Se la cornice è molto aggettante, sulla superficie inferiore, nella massima zona d'ombra, si viene ad insediare una biocenosi sciafila simile a quella delle grotte e delle spaccature, nota come "area corallina", che ripropone la combinazione specifica delle biocenosi di profondità.

Si può affermare che le formazioni organogene con dominanza di *L. byssoides* diano vita ad un'associazione vegetale autonoma denominata *Lithophylletum byssoidis* (sub. nom.

*lichenoidis*) con specie caratteristiche dell'associazione: *L. byssoides*, *Chaetomorpha mediterranea*, *Laurencia papillosa*, *Pterocladia melanoidea*, *Lophosiphonia cristata* e *Taenioma nanum*. La fauna interstiziale è rappresentata da diversi tipi di organismi demolitori (spugne del genere *Cliona*, molluschi del genere *Lithophaga* ecc.) che perforano la roccia, creando delle cavità e indebolendo la costruzione.

**Cornice a *Corallina elongata*.** È una biocostruzione molto diffusa che si sviluppa sulle pareti rocciose verticali, spesso ombreggiate, con profondità che vanno dalla superficie a qualche metro. Si tratta dunque di una formazione infralitorale legata alle pareti in ombra, vicine alla superficie ed esposte all'azione del mare. Spesso la cornice superiore è situata immediatamente al di sotto e all'ombra della cornice mediolitorale a *Lithophyllum byssoides*. Contrariamente alle formazioni superficiali, la cornice a *Corallina* non forma un corpo unico, ma una serie di cornici parallele le une alle altre.

Le dimensioni raggiunte sono variabili: più spesso si osservano delle cornici poco consolidate, di meno di 10 cm di diametro, ma in certi casi (calanchi stretti e poco illuminati, inclusi nelle alte falesie verticali) le cornici possono raggiungere quasi un metro di larghezza su 40-45 cm di spessore (sono allora d'una durezza e di una resistenza estreme, molto difficili da attaccare con un martello). La struttura interna mostra un impilamento di strati sottili, molto serrati, di colore bianco puro, disseminati di numerosi gusci rosa di *Miniacina miniacina*. Si osservano anche balani, briozoi, ecc. Alcune cornici a *Corallina* possiedono come nucleo i resti cementati ed erosi di cornici più antiche di *L. byssoides* che si sono sviluppate quando il livello marino



era più basso, poi sono stati avvolti e conservati dalle coralline quando il livello è salito.

Spesso in questo ambiente s'instaura l'associazione *Ceramio-Corallinetum elongatae* che ha come specie caratteristiche *Ceramium elongata*, come anche *C. ciliatum*, *C. rubrum* var. *barbatum*, *Gelidium pusillum*, *Anthithamnion cruciatum*.

**Biocostruzione a *Lithophyllum trochanter*.** Priva di una denominazione particolare, è presente solitamente a livello dell'Infralitorale (zona di risacca), su pareti rocciose generalmente poco inclinate, esposte all'azione moderata delle onde e in stazioni ben illuminate, più raramente anche a livello del mediolitorale.

La morfologia esterna è a placche estese costituite da piccoli pulvini emisferici, che saldati al substrato solo in qualche punto, possono essere staccati piuttosto facilmente; questa specie, elegante nel suo aspetto esterno, può essere considerata a ragione tra le specie minacciate di estinzione.

Secondo alcuni autori, *Lithophyllum trochanter* (sub. nom. *byssoides*) si presenta come specie differenziale nella subassociazione: *Lithophylletosum trochanteris* (ex *byssoidis*).

**Biocostruzioni a *Lithophyllum (Goniolithon) papillosum*.** Sono poco rilevanti dal punto di vista macroscopico, si presentano a livello del Mediolitorale inferiore sotto forma di incrostazioni compatte, rosa violacee su esemplari vivi, più o meno estese, ma di scarso spessore (da qualche millimetro fino a 2 cm circa). Questa specie è soprattutto presente nelle stazioni soleggiate, lungo le coste rocciose battute dalle onde (sembra che sopporti male un'immersione permanente);

scompare però in quelle stazioni dove l'intensità luminosa è così forte da impedirne lo sviluppo assieme a *N. brassica-florida* con cui può essere di primo acchito confusa. Si trova spesso in combinazione specifica, oltre che con *N. brassica-florida*, anche con *L. byssoides* e altre specie molli. Secondo alcuni autori, *Lithophyllum papillosum*, assieme a *Polysiphonia opaca* e *P. sertularioides* caratterizzano il *Polysiphonio-Lithophylletum papillosum*.

**Biocostruzione a *Tenarea tortuosa*.**

È solitamente presente fra i popolamenti superficiali dell'Infralitorale fotofilo, dal livello del mare sino a 4-5 metri di



Biocostruzione a *Tenarea tortuosa*

profondità. Anche questa biocostruzione è costituita da cuscinetti, a forma di pulvini emisferici, con un diametro di 2-4 (10) cm, per lo più friabili, che si ancorano al substrato soltanto in alcuni punti del tallo (come *L. byssoides*), pertanto facili da staccare con le sole mani.

Per la sua relativa rarità, fragilità ed eleganza anche questa specie può essere considerata tra quelle maggiormente minacciate d'estinzione, proprio perché anche oggetto di collezione.

## ■ Piattaforme a vermetidi

Le piattaforme - o reef - a vermetidi sono delle biocostruzioni edificate dal mollusco gasteropode vermetide *Dendropoma (Novastoa) petraeum* in associazione con alcune alghe rodoficee incrostanti, come *Neogoniolithon brassica-florida*.

Alla piattaforma si associa spesso un'altra specie di vermetide, *Vermetus triquetrus*, che, sia in forma solitaria che gregaria, occupa le porzioni perennemente immerse della struttura. Nel limite superiore del reef è spesso presente l'alga rodoficea *Lithophyllum byssoides*. Il vermeto biocostruttore è una specie fortemente gregaria che vive nel livello intermareale, al quale è particolarmente ben adattato grazie ad uno spesso opercolo corneo che chiude ermeticamente l'apertura della conchiglia. Questa strategia consente all'animale di resistere alle periodiche emersioni durante l'alternanza dei cicli di marea. Lo sviluppo diretto delle uova, incubate nella cavità del mantello e la schiusa di giovanili striscianti, capaci di insediarsi sulla conchiglia materna, conferiscono alla specie un vantaggio rispetto ai probabili competitori per lo spazio, consentendo una crescita continua della struttura.

I reef a vermetidi si insediano nella fascia intermareale unicamente sulle coste rocciose, con formazioni sempre meno imponenti in funzione del tipo di roccia: calcareniti, calcari, dolomie, basalti e flysch. La presenza di una piattaforma di abrasione diventa, quindi, la condizione fondamentale per la formazione



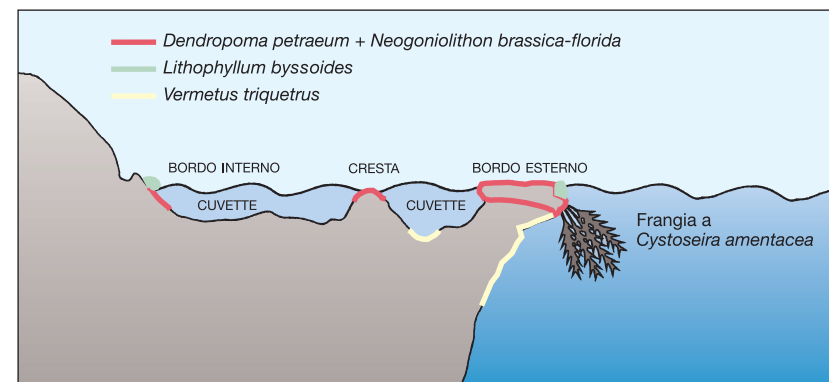
La corallinacea *Neogoniolithon* con il vermetide *Dendropoma petraeum*

di un reef. Un secondo fattore limitante la distribuzione e la dimensione delle strutture su piccola scala è l'idrodinamismo superficiale: risulta infatti assai difficile trovare delle piattaforme sviluppate in ambienti riparati in cui le acque sono poco mosse. In Sicilia, ad esempio, le piattaforme a vermeti sono presenti lungo tutte le coste esposte a Nord-Ovest e solo formazioni minori si hanno lungo le coste esposte a Nord-Est. Infine, anche l'inclinazione della costa regola la forma e la dimensione del reef. Le piattaforme di dimensioni maggiori si hanno con un profilo costiero con una pendenza compresa tra 15° e 40° rispetto alla linea di orizzonte.

La distribuzione geografica in Mediterraneo mostra come i reef a vermeti si ritrovino prevalentemente in acque con temperature medie non inferiori ai 24°C in estate e ai 14°C in inverno, con un limite settentrionale di distribuzione a cavallo del 38° parallelo Nord. I reef sono distribuiti, quindi, nella parte centro-meridionale del bacino, con le strutture di maggiori dimensioni segnalate con maggior frequenza lungo le coste israeliane e libanesi. Per quanto riguarda il settore occidentale del Mediterraneo, le piattaforme a vermeti sono state descritte solamente per l'Algeria, la Spagna e l'Italia insulare. Per l'Italia continentale non sono stati descritti dei veri reef a vermeti, sebbene siano note alcune strutture per l'isola di Licos, in Campania, e la specie sia riportata fino a Ischia, la costiera del Golfo di Napoli e la Sardegna nord-orientale. Le strutture più imponenti si trovano, comunque, nella fascia costiera tirrenica della Sicilia.



Piattaforma a vermetidi emersa



Schema morfologico di una piattaforma a vermetidi

**Uno schema morfologico generale.** Dall'osservazione dei reef siciliani e dal materiale pubblicato, è possibile definire uno schema morfologico generale, rappresentabile secondo un transetto trasversale dalla costa verso il mare aperto lungo il quale sono presenti le seguenti componenti:

- una cornice prossimale, di pochi centimetri di spessore, spesso assente, formata da incrostazioni di *Neogoniolithon brassica-florida* e da cuscini mammellonari di *Lithophyllum byssoides*, considerata un marcatore superiore del reef;
- una incrostazione di *Dendropoma petraeum*, indicata come "margine interno", spesso alcuni centimetri e ampia da pochi centimetri a meno di mezzo metro, in funzione dell'esposizione all'idrodinamismo;
- una o più depressioni nella piattaforma, denominate *cuvettes*, dal diametro variabile da qualche decimetro ad oltre un metro e una profondità generalmente inferiore ai 50 cm; nei casi di maggiore estensione le *cuvettes* possono essere omologate a piccole lagune retrorecifali ed essere occupate anche da piccole chiazze di *Posidonia oceanica* o da alghe fotofile;
- un bordo esterno, costituito da una spessa incrostazione di *Dendropoma*, a volte superiore ai 40 cm di ampiezza, articolata e fessurata, che rappresenta la vera porzione attiva della piattaforma, in espansione verso il largo e l'alto;
- una cintura infralitorale a *Cystoseira amentacea* var. *stricta* (sinonimo di *Cystoseira stricta*), posta inferiormente al margine esterno della piattaforma.

**Quanti tipi di reef esistono?** Il tipo più semplice di struttura a vermeti è l'incrostazione (ovvero uno strato mono- o paucistratificato di conchiglie di vermeto, di ridotto spessore), che rappresenta il tipo più elementare di formazione ed è distribuita lungo molte coste del Mediterraneo, anche dove le condizioni non consentono lo sviluppo di un vero e proprio reef. Le vere biocostru-



zioni a *Dendropoma*, nel Mediterraneo, si sviluppano secondo quattro morfologie principali: la cornice, che si presenta soprattutto lungo le coste, i promontori e le falesie molto esposte al moto ondoso o a pendenza accentuata. L'ampiezza della struttura è generalmente inferiore al metro, con 10-20 cm di spessore lungo il margine esterno. Sia le cornici che le più semplici incrostazioni sono le formazioni più comuni nelle coste soggette ad una colonizzazione primaria, come ad esempio le isole vulcaniche o i singoli massi di crollo. Le cornici sono anche presenti in aree colonizzate da tempo ma nelle quali lo sviluppo di un vero reef è limitato, in toto o solamente in parte, dalla morfologia costiera sfavorevole o dalla ridotta esposizione al moto ondoso.

La seconda morfologia, in termini di complessità, è la piattaforma (il vero reef), molto simile ad un *fringing reef* (barriera frangente) edificato dai madreporari tropicali. Le piattaforme (a volte definite anche come *trottoir*) possono essere ampie anche 10 m e spesse, lungo il margine esterno, fino a 45 cm. La parte inferiore della struttura, sulla quale poggia il margine esterno, viene continuamente erosa e tende a formare un ripido gradino alto da 40 cm ad oltre 1 metro. La morfologia a reef costituisce circa il 90% di tutte le strutture a vermeti siciliane e la maggior parte di quelle spagnole e israeliane.

Una forma particolare è quella a "fungo" (*mushroom-like pillars*). Questa morfologia è probabilmente il prodotto di due differenti processi di formazione. La causa principale di sviluppo delle forme a "fungo" deriva dai diversi gradi di resistenza all'erosione meccanica (e, probabilmente, chimica) delle formazioni rocciose e delle sovrastanti strutture a vermeti. La roccia-madre viene erosa ad un ritmo più elevato rispetto alla biocostruzione, capace di compensare l'erosione attraverso la crescita continua di un margine esterno. Ad uno stadio maturo del processo, la morfologia della struttura è quella di un largo "cappello" che cresce sopra una base (il "gambo") più sottile. Nel secondo caso, le cornici a vermeti crescono sui massi di abrasione caduti alla base della falesia. L'evoluzione della struttura porta, sempre per erosione differenziale tra il maso e la cornice, ad una forma a "fungo". Le serie che portano, attraverso i due meccanismi, alla formazione di "funghi" sono osservabili lungo le coste rocciose della Sicilia nord-occidentale, mentre non sono ancora state descritte per altre aree mediterranee.

L'ultima morfologia conosciuta è quella a microatollo: descritta per le coste israeliane, solo raramente è presente nelle coste del Mediterraneo occidentale, dove spesso è confusa con la morfologia a fungo.

**Il ruolo della piattaforma.** Per capire realmente il ruolo ecologico di un reef a vermeti, bisognerebbe prima dare uno sguardo alle aree in cui questi non sono presenti. I popolamenti marini di coste rocciose prive di reef si distribuiscono ordinatamente lungo gradienti verticali, regolati dall'energia idrodinamica, dal-

l'ampiezza dell'escursione di marea e dalla morfologia costiera. La composizione dei popolamenti è ripetibile, quasi prevedibile, ma è comunque limitata ad uno spazio approssimativamente a due dimensioni.

Lungo le coste rocciose in cui la piattaforma a vermeti si sviluppa parallelamente alla superficie del mare, i popolamenti animali e vegetali si distribuiscono in uno spazio a tre dimensioni. La terza dimensione è, infatti, la larghezza del reef. In queste condizioni, aumentano le 'opportunità' ecologiche

per le specie animali e vegetali del piano mesolitorale e dell'infralitorale superiore e questo finisce col creare un complesso sistema a mosaico entro cui ritrovano cibo, riparo e rifugio dai predatori centinaia di specie di invertebrati e diverse decine di specie ittiche. Così, mentre nei margini esterni e interni le piattaforme ospitano popolamenti animali e vegetali tipicamente mesolitorali, i più diversificati popolamenti infralitorali occupano la zona di *cuvette*.

Questa distribuzione articolata si riflette sui livelli di biodiversità. Sebbene non esistano ad oggi studi complessivi sulla biodiversità dei reef a vermeti, essa può essere tuttavia desunta dall'esame dei singoli gruppi censiti in diverse ricerche condotte in varie regioni del Mediterraneo.

Partendo dai popolamenti algali, questi sono composti da oltre 100 specie che si distribuiscono nelle diverse porzioni della piattaforma. Tra le alghe presenti assumono una particolare rilevanza strutturale la rodoficea calcarea *Neogoniolithon brassica-florida*, che contribuisce al consolidamento della costruzione cementando tra loro i tubi di *Dendropoma petraeum*, e *Lithophilum byssoides*, che può formare incrostazioni o cuscinetti alle due estremità della piattaforma. Il complesso di specie del gruppo "*Laurencia*" (appartenenti alla famiglia delle rodomelacee), *Padina pavonica* e alcune specie di *Cystoseira* e *Dictyota* occupano le basse pozze della *cuvette*. In condizioni di disturbo antropico queste specie vengono sostituite da corallinacee e ulvacee. Nei punti in cui la *cuvette* è più profonda (raramente al di sotto dei 50 cm di profondità in condizioni di bassa marea), compaiono le alghe rosse incrostanti e *Halimeda tuna*.

La cintura a *Cystoseira amentacea* var. *stricta* si impianta immediatamente al di sotto del bordo esterno della piattaforma, a livello della frangia dell'infralitorale superiore, nel cui sottostrato si insediano popolamenti ricchi di specie adattate a livelli elevati di idrodinamismo.



*Padina pavonica*

All'interno della piattaforma, ogni porzione del reef e ogni gruppo macroalgale ospita un peculiare popolamento animale associato. Guardando la piattaforma nel suo insieme sono, comunque, rappresentati tutti i principali gruppi animali legati al sistema fitale e ai popolamenti di roccia.

Per la fauna a molluschi una stima in difetto riporta un popolamento composto da una cinquantina di specie. Quelle caratteristiche delle diverse porzioni del reef sono *Mytilaster minimus*, *Cardita calyculata*, *Lepidochitona caprearum*, *Onchidella celtica* e *Patella ulyssiponensis* nel margine interno, nel margine esterno e nelle creste, mentre *Patella caerulea*, *Pisinna glabrata*, *Eatonina cosurae* e *Barleeia unifasciata* prediligono le *cuvettes*. Lungo il margine interno viene rinvenuto sempre più frequentemente il bivalve alloctono *Brachidontes pharaonis*, che spesso tende a sostituire *M. minimus*.

La polichetofauna delle piattaforme siciliane annovera circa 70 specie diverse, la cui distribuzione risente dell'estensione orizzontale dei reef. La maggior parte delle specie è criptica e trova rifugio sia nelle conchiglie vuote dei vermeti, sia nelle fessure e negli interstizi che si vengono a creare nella piattaforma, mentre un gruppo più ristretto si associa ai popolamenti algali delle pozze. Le specie dominanti sono i nereididi *Perinereis cultrifera* e *Platynereis dumerillii*, oltre a *Palola siciliensis*, numerose specie di *Lumbrineris*, *Syllis* e polinoidi.

La carcinofauna è meno conosciuta, anche se recentemente sono state condotte alcune ricerche sulla ripartizione spaziale dei decapodi *Pachygrapsus maurus*, *P. transversus*, *P. marmoratus* e del loro predatore *Eriphia verrucosa*



*Cystoseira amentacea* var. *stricta*

e della competizione con la specie alloctona *Percnon gibbesi*. Una specie caratteristica dei reef siciliani è il paguro *Calcinus tubularis* che occupa le conchiglie vuote di *Dendropoma*.

Per la fauna ittica, una ricerca condotta lungo le coste israeliane ha permesso l'identificazione di 36 specie associate a piattaforme a *Dendropoma petraeum*, quattro delle quali di origine eritrea, sopraggiunte nel bacino levantino in seguito all'apertura del canale di Suez. La comunità ittica strettamente bentonica è tipica del Mediterraneo ed

è composta da 18 specie. Le famiglie più abbondanti sono i blennidi, i gobiidi e i tripterigidi, rispettivamente con 9, 4 e 3 specie. I blennidi *Parablennius zvonimiri* e *Scartella cristata*, entrambi con abitudini criptiche, sono le specie più abbondanti assieme a *Trypterigion tripterionotus*, *T. delaisi* e *T. melanurus*. Viene riportata la presenza di altre 16 specie necto-bentoniche e addirittura di 2 specie pelagiche.

I risultati finora ottenuti dalle ricerche mostrano, quindi, l'esistenza di due diversi raggruppamenti biocenotici spazialmente separati tra loro: una componente "mesolitorale" e una "infralitorale". La prima assume maggior importanza in punti ben precisi e definiti del reef e in particolare a livello dei margini esterni e interni della formazione e a livello delle creste, che si presentano più elevate rispetto alla piattaforma stessa. Le *cuvettes* della porzione interna del reef mostrano, invece, caratteri più spiccati di *enclàve* infralitorale, poiché riescono a trattenere un velo d'acqua durante le emersioni, riuscendo ad ospitare popolamenti provenienti dalla fascia superiore dell'infralitorale.

In conclusione, l'aspetto più interessante del concrezionamento a vermetidi è la sua estensione orizzontale che crea un'ulteriore dimensione lungo la quale si distribuiscono i popolamenti, in funzione della distanza dal mare, dell'esposizione al moto ondoso e dell'altezza relativa sul livello del mare, tutti fattori che in definitiva condizionano l'umidificazione delle singole porzioni della piattaforma. Ciò accresce il carattere di originalità di tali formazioni, già evidenziato dalla distribuzione geografica puntiforme, che va considerata un compromesso fra le esigenze vitali dell'organismo costruttore e la competizione che si instaura con le specie proprie dei piani meso- e infralitorale.

È possibile quindi ipotizzare che i *trottoir* funzionino come dilatazione spaziale dei piani superficiali creando un ampliamento di habitat per specie che riescono ad insediarsi lontano dal loro biotopo originario.



*Patella ulyssiponensis*





Banchi a *Ficopomatus enigmaticus*

## ■ Banchi a policheti

Tra i numerosi organismi marini capaci di costruire le strutture note come biocostruzioni, vanno ricordati i policheti, che in particolare con le due specie, *Ficopomatus enigmaticus* e *Sabellaria alveolata*, sono in grado di edificare importanti biocostruzioni rispettivamente in ambienti salmastri e marini costieri. Anche se per molti aspetti il ruolo ecologico svolto dalle due specie è molto simile, essendo entrambe specie "ingegnere", cioè strutturanti per l'ambiente marino, con evidenti parallelismi tra i due tipi di formazioni organogene, la loro diversa ecologia e distribuzione, e alcune caratteristiche dei banchi che formano, richiedono una trattazione separata.

**I banchi a *Ficopomatus enigmaticus*.** I policheti appartenenti alla specie *Ficopomatus enigmaticus*, altrimenti nota come *Mercierella enigmatica*, sono vermi marini in grado di edificare estese biocostruzioni, formate dagli ammassi di tubi calcarei prodotti da loro stessi. Tali tubi, all'interno dei quali vivono i singoli individui, possono aderire, per tutta la loro lunghezza, ad un substrato duro, ma possono anche crescere verticalmente intrecciandosi gli uni con gli altri; grazie a questa caratteristica e al suo comportamento gregario, la specie è in grado di dare origine ad ammassi di tubi anche molto estesi.

*F. enigmaticus* appartiene alla famiglia dei serpulidi. La specie è distribuita in tutto il mondo e considerata originaria delle coste australiane dell'Oceano Indiano, da dove si è diffusa in tutte le aree temperate, verosimilmente per trasporto passivo attaccata alle carene delle navi. Nel Mediterraneo è stata trovata per la prima volta nei primi anni '20 e vi si è diffusa negli anni successivi. I tubi sono cilindrici, lunghi generalmente 20-25 mm, ma possono raggiungere i 30-50 mm, hanno un diametro di 1,5-2 mm circa e presentano, negli esemplari più grandi, tipiche svasature ad intervalli irregolari verso l'estremità distale. Aderiscono a vari substrati duri, come conchiglie, pali, canne, moli, banchine, carene di barche, dalla superficie del mare fino ad una profondità massima di 1-2 m. Questa specie è particolarmente tollerante le variazioni di salinità, adattandosi ad acque da oligoaline (con bassi valori di salinità) ad iperaline (con elevati valori di salinità), e sopporta bene anche elevati tassi di eutrofizzazione, mentre è sensibile al moto ondoso e all'idrodinamismo intenso.

I banchi a *Ficopomatus* si sviluppano esclusivamente negli ambienti salmastri, dove formano cinture, barriere, piattaforme spesse fino a 1 m circa e larghe da vari decimetri a qualche metro. Tali biocostruzioni possono essere edificate anche al centro dei bacini salmastri poco profondi e assumere la forma di grandi funghi, che aderiscono a qualche frammento di substrato duro (conchiglie, rami, sassi, canne palustri) e arrivano a sfiorare la superficie dell'acqua. L'ampiezza dei banchi può estendersi per centinaia di metri quadrati ed è il risultato

dell'opera di numerose generazioni di vermi, che crescono gli uni attaccati agli altri. Il suo comportamento gregario è favorito dallo sviluppo di larve che vengono trattenute dai genitori, invece che essere rilasciate liberamente nell'acqua. La formazione del banco è un fenomeno molto veloce e la sua crescita può raggiungere i 30 mm al mese. Dopo una fase iniziale di rapido accrescimento, tuttavia, alcune porzioni esterne della struttura possono collassare sotto il peso eccessivo, ma questo momento di fragilità viene presto superato da una nuova veloce colonizzazione da parte di giovani individui che consolidano ulteriormente la parte basale della biocostruzione. Solo lo strato più superficiale, spesso circa 10 cm, infatti, risulta costituito da tubi che ospitano organismi vivi, mentre al di sotto i tubi, privi di vermi, sono riempiti da sedimento.

*Ficopomatus* funge da costruttore primario perché i suoi tubi costituiscono la vera e propria impalcatura della biocostruzione, ma altri organismi contribuiscono alla sua formazione: numerosi balani (*Balanus eburneus*, *B. improvisus*, *B. amphitrite*) si cementano con le loro muraglie; molti individui di mitilidi (*Mytilaster lineatus* e *M. marioni*) si fissano con il loro bisso ai tubi aumentando la superficie della biocostruzione, sono i costruttori secondari; altri organismi concorrono a stabilizzare la struttura: il briozoo *Conopeum seurati* con le sue colonie incrostanti cementa efficacemente l'ammasso dei tubi del polichete aumentando la rigidità e la coesione della costruzione. Questa può ospitare numerosi crostacei isopodi, come *Lekanesphaera hookeri*, *L. monodi*, *Sphaeroma serratum*, *Cyathura carinata*, anfipodi, con varie specie di corofidi (*Corophium insidiosum*, *C. acherusicum*) e gammaridi (*Gammarus aequicauda*, *G. insensibilis*), altri policheti, come *Hediste diversicolor*, *Neanthes succinea*, *Polydora ciliata*, larve di ditteri chironomidi; anche altri organismi coloniali, che aderiscono ai substrati duri, colonizzano questi banchi, come l'idrozoo *Cordylophora caspia*, il briozoo *Bowerbankia gracilis* e il tunicato *Botryllus schlosseri*.

Non esistono in questa biocostruzione veri e propri organismi distruttori, ma questo ruolo è svolto dai pesci, soprattutto mugilidi e gobidi, che mordono i bordi della concrezione per nutrirsi degli invertebrati che la popolano. Con la loro particolare tecnica di presa del cibo, tipica degli organismi filtratori, i milioni di individui per metro cubo di *Ficopomatus* del banco rimuovono dall'acqua le particelle di materia organica in essa presenti, condizionando la limpidezza e lo stato trofico delle acque lagunari. Ma l'impatto dei banchi si fa risentire a livello dell'intero ecosistema con l'evidente incremento apportato alla biodiversità, che non si realizza soltanto grazie all'insediamento di piccoli organismi invertebrati, ma anche alla frequentazione della laguna da parte di specie di pesci di elevato valore conservazionistico come il pesce ago (*Syngnathus abaster*), il nono (*Aphanius fasciatus*) e il caratteristico ghiozzetto di laguna (*Knipowitschia panizae*, interessante specie endemica del Mediterraneo), che riescono a trovare tra questi banchi uno spazio per vivere e un'abbondante fonte di cibo.

**I banchi a *Sabellaria alveolata*.** I policheti del genere *Sabellaria* appartengono alla famiglia sabellariidi, un gruppo peculiare di policheti tubicoli sessili che possiede la capacità di cementare saldamente la sabbia. Alcune specie in questo modo sono in grado di dare origine a biocostruzioni anche imponenti, vere e proprie "scogliere" organogene più o meno estese in aree costiere temperate e tropicali di tutto mondo. In Mediterraneo la specie *Sabellaria alveolata* è la sola in grado di costruire formazioni, anche di notevoli dimensioni, che potrebbero rientrare nella definizione di veri e propri reef. Altre due specie di *Sabellaria*, *S. spinulosa* e *S. halcocki*, sono segnalate nei mari Italiani: non costruiscono scogliere ma solo modesti aggregati.

*Sabellaria* è un organismo gregario, come *Ficopomatus*, ed è proprio l'aggregazione di numerosi individui e dei loro tubi che costituisce le tipiche costruzioni massive di sabbia cementata. Queste presentano una struttura alveolare, che ricorda quella di un alveare e da cui deriva appunto il nome specifico. Presentano forma globosa massiva o sono anche più incrostanti e appiattite nel caso di forte idrodinamismo locale. Il tubo di un adulto di *Sabellaria* può raggiungere oltre i 30 cm di lunghezza e circa mezzo centimetro di diametro.

Dai limitati dati a disposizione sembra che la dimensione dei tubi dipenda comunque dalla loro densità, con valori che variano da 53 a 475 individui/dm<sup>3</sup> e che dipendono dall'orientamento della formazione stessa rispetto al substrato: se verticale presenta in genere densità maggiori, mentre in orizzontale le densità sono minori a causa probabilmente del disturbo provocato dalla



Banco a *Sabellaria alveolata*



sedimentazione e abrasione dovuta ai movimenti del sedimento stesso. I singoli tubi si accrescono in verticale e nuovi individui si aggiungono lateralmente o in strati sovrapposti in modo che la struttura si accresce in modo massivo. Questo processo è possibile grazie al fatto che i sabellaridi hanno escogitato un interessante sistema per garantire alle larve di insediarsi sui tubi degli adulti. Gli adulti infatti emettono particolari sostanze che stimolano e inducono l'attecchimento delle larve stesse in prossimità dell'adulto, un sistema efficace che è utilizzato anche da altri organismi gregari, come i balani.

Per quanto riguarda le coste italiane, banchi a *Sabellaria* sono riportati in alcune aree costiere della Campania (Golfi di Napoli, Salerno e Policastro), in Liguria e Toscana, in Sicilia, e nel Lazio. La specie colonizza aree molto superficiali della costa, dal livello della bassa marea fino a circa 3-5 m di profondità, dove l'energia del moto ondoso è la più elevata e permette la sospensione e mobilitazione delle particelle di sedimento, necessarie al verme per la costruzione del suo tubo, nonché del materiale organico di cui la specie si ciba per filtrazione. In generale quindi le formazioni a *Sabellaria* sono comuni di fronte a coste sabbiose esposte, anche se i banchi a *Sabellaria* attecchiscono utilizzando come supporto iniziale una formazione rocciosa (anche artificiale, come massi foranei e banchine) o un piccolo sasso. Lungo le coste della Toscana e della Sicilia sono documentati alcuni reef a *Sabellaria* inseriti all'interno della prateria a *Posidonia* che danno luogo così ad un interessante mosaico ambientale.



*Mytilus galloprovincialis*

Tra gli organismi associati ai banchi di *Sabellaria* sono documentati sia forme sessili e sedentarie, quali alghe incrostanti, altri policheti, molluschi, briozoi e ascidiacei, sia forme vagili. Sono esempi di organismi sessili e sedentari le macroalghe *Ulva* sp. ed *Enteromorpha* spp., come invertebrati i policheti *Sabellaria halcocki*, *Lanice conchilega*, *Terebella lapidaria*, *Cirriformia filigera*, *Notomastus lineatus* molti ser-



Il polichete *Lanice conchilega*

pulidi come *Pomatoceros lamarckii* e specie del genere *Hydroides*, ma soprattutto i bivalvi *Striarca lactea*, *Arca noae*, *Mytilus galloprovincialis* e *Mytilaster minimus*. Molte di queste specie sono comuni nei substrati duri e trovano quindi in *Sabellaria* un supporto fisso. Contrariamente al caso dei banchi a *Ficopomatus*, sono scarsi gli organismi a loro volta biocostruttori e cementanti, poiché i tubi di sabbia agglutinata hanno una resistenza inferiore e caratteristiche tessiturali diverse da quelle di un substrato calcareo, anche se di tipo biogenico.

Tra le forme vagili dominano i policheti, con molti sillidi, fillodocidi (*Eulalia viridis*, *Eumida sanguinea*) nereididi (*Perinereis cultrifera*, *Nereis falsa*), esionidi e lumbrineridi (*Lumbrineris* spp.), ma sono soprattutto i crostacei peracaridi ad essere particolarmente abbondanti, come i tanaidacei *Apseudes latreilli* e *Lep-tochelia savignyi*, l'isopode *Gnathia phallonaops* e soprattutto gli anfipodi *Maera inaequipes*, *Jassa marmorata*, *J. ocia*, *Corophium sextonae*, *C. acherusicum* e *C. acutum*. Queste specie rappresentano forme comuni nei fondi sabbiosi o misti e fortemente esposti al moto ondoso.

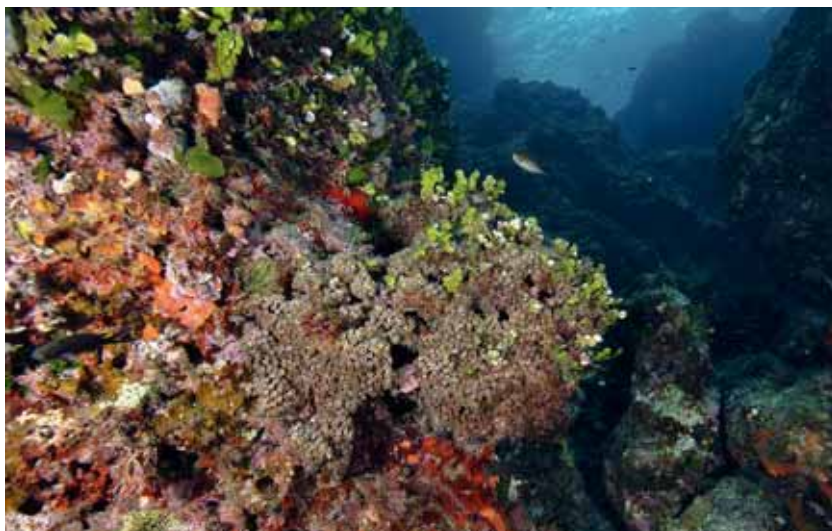
È stata inoltre notata una relazione inversa tra la densità di *Sabellaria* e l'abbondanza e diversità della fauna associata ai suoi reef. Densità elevate di questi policheti, infatti, competono con gli altri organismi soprattutto per la filtrazione del cibo, mentre con densità più modeste si riduce la competizione, mentre la presenza di tubi vuoti favorisce la colonizzazione da parte di altri organismi. Non esistono infine organismi biodistruttori e i principali agenti distruttivi dei banchi a *Sabellaria* sono l'idrodinamismo eccessivo, l'azione abrasiva del sedimento stesso messo in sospensione dall'energia dinamica delle onde, o al contrario nel caso di un cambiamento di regine dinamico, l'eccessiva sedimentazione.

Come è stato anche messo in evidenza riguardo ai banchi a *Ficopomatus*, anche per le formazioni a *S. alveolata* si possono riconoscere alcune funzioni importanti per l'ambiente marino, come la potenziale biorimediazione dell'acqua. *Sabellaria* infatti, essendo un organismo filtratore rimuove sedimento e particolato dell'acqua, anche se vivendo in ambiente molto dinamico questa capacità ha una ricaduta ecologica più limitata.

## ■ I banchi a *Cladocora caespitosa*

*Cladocora caespitosa* è un corallo coloniale e zooxantellato appartenente alla famiglia faviide; è uno dei pochi madreporari ermatipici (capaci cioè di formare biocostruzioni cospicue o banchi) del Mediterraneo. Viene osservato frequentemente lungo le coste mediterranee tra pochi metri e 30-40 metri di profondità. Le sue colonie, normalmente di forma emisferica e di dimensioni variabili tra 10 e 30 cm di diametro, si ritrovano su substrati solidi in ambienti molto vari: in vicinanza dell'imboccatura dei fiumi, nelle praterie di *Posidonia oceanica* e in ambienti coralligeni. Solitamente le colonie sono poche e isolate ma quando la loro densità e le loro dimensioni aumentano possono fondersi tra loro e generare delle formazioni molto estese chiamate banchi a *Cladocora caespitosa*.

La forma di crescita del corallo è faceloide, cioè i singoli individui che compongono la colonia (polipi) non sono a contatto tra loro e sviluppano uno scheletro (corallite) di forma tubulare e con un diametro di circa mezzo centimetro che cresce verticalmente per la continua deposizione di carbonato di calcio. Le colonie di *Cladocora caespitosa* hanno ritmi di accrescimento molto lenti, da qualche millimetro a mezzo centimetro per anno, quindi colonie di 50 cm di altezza possono superare i 100-150 anni di età. L'età delle colonie è determinata per mezzo di una metodica chiamata sclerocronologia, una tecnica che consiste nel sottoporre ad analisi radiografica i coralliti di *Cladocora caespitosa*. Nelle radiografie il corallo mostra un'alternanza di bande più dense (scure) e meno dense (chiare)



Biocostruzione con *Cladocora caespitosa*

corrispondenti ai ritmi di deposizione di carbonato di calcio da parte del polipo nelle varie stagioni dell'anno. Il polipo deposita la banda di carbonato di calcio più denso in autunno-inverno mentre quello meno denso viene deposto in primavera-estate, quindi ogni coppia di bande chiara e scura corrisponde a circa un anno di età.

*Cladocora caespitosa* è uno dei coralli più antichi del Mediterraneo, i suoi resti

si rinvenivano nei depositi fossili a partire dal tardo Pliocene e costituisce un buon indicatore climatico caratterizzando le fasi più calde del Mediterraneo. Il più importante giacimento fossile di *Cladocora* in Italia è quello di Taranto, in località S. Teresiola dove, grazie anche a fenomeni geologici di sollevamento è possibile ammirare a cielo aperto un banco di *Cladocora* risalente a circa 125.000 anni fa con una estensione di circa 0,6 Km<sup>2</sup>. Oggi ritrovare banchi viventi di tale entità in Mediterraneo risulta molto raro. Il banco più studiato è in Croazia e ricopre un'area di 0,65 Km<sup>2</sup> tra 6 e 18 metri di profondità ed è formato dalla fusione di numerose colonie di *Cladocora* alte circa mezzo metro che hanno dato origine ad un tavolato quasi ininterrotto di corallo. Oggi la sopravvivenza di questo banco, che può essere considerato come un vero monumento naturale, appare minacciata da due fattori legati al cambiamento climatico: il proliferare dell'alga verde *Caulerpa racemosa* che nei periodi estivi ricopre in sempre maggiore proporzione le colonie soffocandone i polipi, e l'innalzamento della temperatura che può raggiungere i 29°C causando sofferenza e morte dei polipi, con fenomeni simili allo "sbiancamento" dei coralli tropicali.



*Cladocora caespitosa*

## ■ Le biocostruzioni a briozoi dell'infraitorale e del circalitorale

Con circa 480 specie, i briozoi costituiscono un gruppo importante della fauna bentonica del Mediterraneo. Molte specie posseggono scheletri carbonatici più o meno mineralizzati e sviluppano colonie di taglia relativamente grande. Sono, pertanto, potenzialmente adatti a formare delle biocostruzioni sia come costruttori primari, costituenti da soli o con altri organismi fra cui principalmente le alghe, i serpulidi e i coralli, l'impalcatura (o frame) della struttura biocostruita, sia svolgendo dei ruoli subordinati che rientrano in differenti categorie funzionali.

Le specie più importanti come costruttori primari sono quelle a scheletro eretto rigido (arborescenti) e quelle a scheletro incrostante plurilaminare che, ripiegando e sovrapponendo più strati e talora inglobando altri organismi, formano spesse incrostazioni adattandosi alle irregolarità del substrato. Tra queste





Colonia di briozoi del genere *Pentapora*

ricordiamo alcune specie tendenzialmente perennanti, caratterizzate da crescita continua e rapida come *Pentapora ottomülleriana*, *Schizoporella* spp., *Schizomavella* spp., *Schizobrachia sanguinea*, *Parasmittina* spp., *Rhynchozoon* spp., *Calpensia nobilis* e *Reptadeonella violacea*. Nell'infrastruttura queste specie incrostanto organismi viventi, roccia, concrezioni organogene e substrati di varia natura.

Il genere *Schizoporella* produce biocostruzioni, sia fossili sia attuali, estese anche diversi metri e spesse qualche decimetro sia in zone calme a debole profondità arricchite in materia organica (come *S. errata* nelle aree portuali) sia in aree con un certo idrodinamismo. È stato osservato come la specie cambi le modalità di costruzione, passando da spesse incrostazioni a costruzioni erette ramificate in relazione al grado di idrodinamismo e alla presenza di altri organismi eretti carbonatici che vengono ricoperti. Analoga modalità di costruzione è quella di *Calpensia nobilis*, briozoo a crescita molto rapida (circa 8 cm all'anno in estensione lineare), che avvolge i rizomi di *Posidonia* formando spessi e consistenti "manicotti" alti fino a 13 cm e spessi qualche centimetro nelle praterie in corrente. La coalescenza successiva di "manicotti" limitrofi può dar origine a consistenti biocostruzioni. *C. nobilis* costituisce anche delle brioliti libere (analoghe alle rodoliti) accrescendo delle colonie attorno a nuclei organici e inorganici su fondali mobili sabbioso-ghiaiosi. Più in profondità concrezionamenti sono prodotti da specie del genere *Parasmittina*.

Biocostruzioni particolarmente interessanti sono quelle formate da grandi briozoi eretti, quali *Pentapora* spp., *Reteporella* spp., *Smittina cervicornis*, *Adeonella* spp., *Myriapora truncata*, che possono accrescersi sia su fondi duri ombreggiati, sia su fondi mobili formando il cosiddetto "coralligeno di piattaforma".

In tutti i casi riportati, la presenza delle grandi costruzioni organogene prodotte dai briozoi aumenta la complessità dell'ambiente, consentendo un incremento delle nicchie e della diversità locale. Seppure di piccole dimensioni, infine, sono abbastanza interessanti i rilievi centimetrici nodulari o vermiformi formati sulle pareti delle grotte da *Celleporina mangnevilleana* e dall'accrescimento di piccole colonie sovrapposte di diversi briozoi fra cui *Puellina pedunculata*, *P. corbula*, *Plagioecia inoedificata*, *P. platydiscus* e *Setosella cavernicola*.

Attualmente le biocostruzioni costituite dai briozoi non sono oggetto di protezione nelle acque italiane e più in generale mediterranee. Tuttavia, la facies a grandi briozoi del detritico costiero (DC/b) è stata associata al coralligeno e fatta afferire, pertanto, alle iniziative per l'attuazione del Piano UNEP di azione per

la protezione del coralligeno e delle altre biocostruzioni calcaree in Mediterraneo", adottato dalle parti contraenti la Convenzione di Barcellona.

È da sottolineare come alcune specie, e in particolare quelle erette arbore-scenti di taglia elevata presenti a profondità raggiungibili con l'immersione ricreazionistica, siano particolarmente vulnerabili e andrebbero appositamente protette, facendo anche seguito a quanto espresso dal "Programma di azione strategica per la conservazione della diversità biologica".

### ■ Biocostruzioni dei coralli profondi

I coralli bianchi profondi, rappresentati soprattutto dalle specie *Lophelia pertusa* e *Madrepora oculata*, sono la complessa base strutturale di una biocenosi presente sui fondi fangosi batiali degli oceani e dello stesso Mediterraneo, rappresentando un *hot spot* di biodiversità, un biota insostituibile nonché molto vulnerabile di queste profondità. A differenza delle specie tropicali, i coralli bianchi si distribuiscono generalmente a elevate profondità e, pertanto, sono privi di alghe simbiotiche. Nel Mediterraneo, formano banchi a estensione variabile e con strutture tridimensionali in grado di ospitare un gran numero di specie sia di invertebrati che di vertebrati, molti dei quali di notevole interesse scientifico ed economico.

La presenza dei coralli bianchi nel Mediterraneo è molto antica e può farsi risalire al Miocene. Alla fine di tale periodo, con l'inizio della crisi Messiniana, molte specie presenti nel bacino si estinsero. Successivamente, il ritorno del collegamento con l'Oceano Atlantico, nel Pliocene, vide anche il ripopolamento del Mediterraneo da parte di numerosissime specie atlantiche fra cui, quasi certamente, i coralli bianchi. È comunque durante le fasi glaciali del Pleistocene che i coralli bianchi si diffusero ed ebbero modo di svilupparsi nel Mar Mediterraneo. Attualmente, tranne poche eccezioni (come il banco di Santa Maria di Leuca), queste colonie di coralli bianchi sono estinte o in forte regressione. Delle tre specie che costituiscono il "core" della biocenosi, vale a dire *Lophelia*, *Madrepora* e *Desmophyllum*, è soprattutto *Lophelia* quella che mostra i segni di un maggior declino.

La biocenosi a coralli bianchi profondi, caratterizzata dalla presenza delle tre specie precedentemente citate (*Lophelia pertusa*, *Madrepora oculata* e *Desmophyllum dianthus*) è molto diffusa in gran parte degli oceani. Nel Mediterraneo, sono conosciuti banchi fossili dal versante occidentale (Spagna) sino



Colonia di *Madrepora oculata*, ripresa a circa 500 metri di profondità



Il bivalve *Spondylus gussonii*

a quello orientale (Isola di Rodi). Sebbene i resti fossili o sub-fossili di questi coralli siano quanto mai diffusi, non molto si conosce sui banchi attualmente viventi di *Lophelia* e *Madrepora*. Con molta probabilità le colonie viventi di queste specie sono molto più diffuse in Mediterraneo rispetto alle 2 stazioni riportate in letteratura. A fronte degli studi recenti, sono sicuramente da aggiungere le aree di Santa Maria di

Leuca e dello Stretto di Sicilia, dei mari di Toscana e del Golfo di Genova. Con ogni probabilità, la biocenosi a coralli bianchi profondi, sebbene in forte regressione, nel Mediterraneo è diffusa dai 250 m sino ai 2500 m, riducendosi man mano che ci si sposta da Occidente verso Oriente, laddove la temperatura più alta delle acque potrebbe rappresentare il fattore limitante.

I banchi a coralli bianchi profondi sono, come detto, veri e propri *hot spot* di biodiversità del piano batiale del Mediterraneo, considerato per secoli un deserto di vita. Il solo banco di Santa Maria di Leuca (Mar Ionio), in un'area di circa mille chilometri quadrati compresi tra i 300 e i 1000 metri di profondità, ha consentito l'identificazione di oltre 220 specie viventi. Poriferi, molluschi e cnidari sono presenti con il numero più elevato di specie, seguiti da briozoi e anellidi che possono rappresentare fonte di nutrimento per i numerosi decapodi bentopelagici nonché per la fauna ittica frequentatrice di questa biocenosi.

Fra le specie che più frequentemente si rinvencono all'interno in questa biocenosi, si possono ricordare i poriferi *Desmacella inornata*, *Pachastrella monilifera*, *Poecillastra compressa*, *Spiroxya* sp. e *Cliona* sp., gli cnidari *Lophelia pertusa*, *Madrepora oculata*, *Desmophyllum dianthus* (= *cristagalli*) e *Stenocyathus vermiformis*, gli anellidi *Eunice norvegica*, *Filogranula gracilis*, *F. stellata*, *Harmothoe vesiculosa* e *Subadyte* cfr. *pellucida*, i bivalvi *Delectopecten vitreus* e *Spondylus gussonii*, i decapodi *Bathynectes maravigna*, *Munida intermedia*, *M. tenuimana*, *Rochinia rissoana*. Fra i pesci cartilaginei sono comuni *Chimaera monstrosa*, *Etmopterus spinax* e *Galeus melastomus*, mentre fra quelli ossei *Caelorhynchus caelorhynchus*, *Helicolenus dactylopterus*, *Hoplostethus mediterraneus*, *Micromesistius poutassou*, *Pagellus bogaraveo* e *Phycis blennioides*.

C'è da evidenziare la difficoltà oggettiva di conoscere con precisione la struttura e la reale composizione specifica di questa biocenosi, a causa della sua elevata fragilità strutturale che mal sopporta tipologie di campionamento invasive. La biocenosi a coralli bianchi profondi del Mediterraneo funziona come un'oasi nel deserto. In effetti, la struttura tridimensionale delle colonie

dei coralli offre una miriade di microambienti, favorendo l'insediamento di numerose specie endo- ed epibionti. Inoltre, l'impossibilità di effettuare la pesca a strascico in queste aree, pena la rottura della rete e la perdita delle attrezzature, elegge i banchi a coralli bianchi rifugio per molte specie vagili, comprese anche specie di interesse commerciale, come crostacei e numerosi pesci. Tali aree

funzionano pertanto come zone di rifugio e di *spill-over* per le aree circostanti. Saper distinguere coralli bianchi vivi da quelli fossili o sub-fossili risulta quanto mai complesso e difficile anche per gli stessi specialisti. Infatti, è molto comune che pezzi di coralli bianco risalenti al Pleistocene, essendo stati sepolti in strati di sedimenti fini, possano aver mantenuto la loro brillantezza e il loro colore bianco vivo. Viceversa in altre zone, gli stessi scheletri possono aver subito un ricoprimento, totale o parziale, da parte di un film di ferro e manganese, assumendo un colore grigiastro. Al fine di poter riconoscere un corallo bianco vivo occorre poter evidenziare la presenza del tessuto dei polipi. In alternativa, pezzi di corallo vivente, immersi subito dopo il loro campionamento a bordo, in un acquario con acqua di mare, eliminano quasi subito un particolare film mucoso che sale verso l'alto, segno questo inequivocabile della presenza di corallo vivo. In laboratorio è stato possibile mantenere in vita per oltre 3 mesi, alcuni pezzi di corallo bianco tenuti al buio e a temperatura termostata di circa 13° C e nutriti con plancton liofilizzato.

Una caratteristica ulteriore di questa biocenosi è rappresentata dalla presenza dell'anellide polichete *Eunice norvegica*, dotato di un tubo papiraceo che, con il tempo, viene completamente ricoperto dalle madrepora, sino a formare delle vere gallerie tubicole nella massa del corallo.

I banchi a coralli bianchi profondi del Mediterraneo rivestono un'importanza considerevole sotto diversi aspetti:

- paleontologico: la loro antichità dimostrata dal fatto che hanno attraversato varie epoche geologiche, ne fanno delle specie quanto mai interessanti, soprattutto da un punto di vista genetico;
- ecologico: la ricchezza in specie di questa biocenosi è del tutto singolare sul piano batiale in cui essa è diffusa;
- produttivo: il fatto che essa sia caratterizzata anche da specie ittiche di interesse commerciale, associato all'impossibilità di pescarci sopra, ne fa un'area di *spill-over* da cui fuoriescono esemplari nati e accresciutisi in questa zona (*spawning* e *nursery area*), con evidente beneficio per i pescatori.



Il granchio *Bathynectes maravigna*





## Aspetti di conservazione e gestione

FRANCESCO CINELLI · GIULIO RELINI · LEONARDO TUNESI

115

### ■ Norme di protezione

La Direttiva Habitat, recepita dall'Italia con il "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche (DPR 357 dell'8/09/1997, e successive integrazioni)" è la norma più importante e cogente per la protezione e conservazione della natura perché ha anche un vero potere sanzionatorio potendo persino ricorrere alla procedura di infrazione. Questa Direttiva, però, pone maggiore attenzione agli habitat terrestri rispetto a quelli marini, basti rilevare che su 217 habitat di interesse comunitario solo 9 sono marini e 2 sono dei veri habitat nel senso di biotopi (luoghi ospitanti le biocenosi), la maggior parte sono delle entità geografiche e/o geologiche, come ad esempio lagune, estuari, baie, "banchi di sabbia, a debole copertura permanente di acqua marina" o le "scogliere". Le comunità che si possono formare su queste ultime sono sostanzialmente differenti in relazione alla profondità, al tipo di roccia, all'esposizione, ecc.

Nessuna delle formazioni organogene concrezionanti calcaree è menzionata nonostante la loro enorme importanza per la biodiversità del Mediterraneo. Lo stesso discorso vale per le specie. Nell'allegato B (II), in cui sono riportate le specie per la cui tutela è necessario creare delle zone di protezione, su 223 specie animali solo 17 (di cui 12 presenti in Italia) sono marine mediterranee (nessun invertebrato) e su 370 specie vegetali nessuna marina. Sono quattro nell'allegato D (specie da proteggere) e due nell'allegato E (specie che potrebbero richiedere misure di gestione) ed esattamente il corallo rosso (*Corallium rubrum*) e la magnosa grande (*Scyllarides latus*). Stranamente (perché questo allegato si riferisce a specie sfruttate dall'uomo) sono elencate anche due corallinacee *Lithothamnion corallioides* e *Phymatolithon calcareum* (sinonimo di *Lithothamnion calcareum*).



Magnosa grande (*Scyllarides latus*)

Cernia (*Epinephelus marginatus*)



Poiché non ci sono habitat riguardanti le biocostruzioni calcaree nell'allegato A (I) della Direttiva, né specie appartenenti a tali biocostruzioni nell'allegato B (II) non è possibile creare SIC (Siti di Importanza Comunitaria) e quindi zone speciali di Conservazione (ZSC). Mancano pertanto gli strumenti giuridici per la protezione e conservazione di tali entità, a meno che queste non si trovino all'interno di un'area marina protetta. Comunque qualche spiraglio si sta aprendo con il nuovo manuale di interpretazione degli habitat con la possibilità di inserire molte biocostruzioni nell'habitat reef.

La Convenzione di Berna del 1979 sulla "Conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa" è stata ratificata dall'Italia nel 1981 (L. 503 del 5/08/1981), ma soltanto dopo il 1996 i suoi allegati riguardanti le specie vegetali e animali da proteggere in modo rigoroso sono stati modificati e recepiti.

Tra le macrofite (allegato I) che maggiormente interessano questo volume ci sono le alghe calcaree *Goniolithon byssoides* - ora *Lithophyllum (Titanoderma) trochanter* - e *Lithophyllum lichenoides*. Tra gli animali (allegato II) che si possono trovare nel coralligeno sono elencati alcuni molluschi, poriferi e celenterati, da ricordare in particolare *Astroides calycularis* e *Savalia* (= *Gerardia*) *savaglia*. Tra i molluschi è elencato *Dendropoma petraeum*, che è il principale costruttore di piattaforme a vermetidi. Da sottolineare che la protezione rigorosa delle specie elencate negli allegati I e II impone la protezione dell'habitat in cui si trovano. Tuttavia questa convenzione non ha il potere impositivo della Direttiva Habitat.



Bioconcrezione ad *Astroides calycularis*

Un contributo fondamentale a superare le mancanze della Direttiva Habitat in ambiente marino, viene fornito dalla nuova Convenzione di Barcellona (1995) che ha diversi protocolli, tra cui il "Protocollo relativo alle aree specialmente protette e alla diversità biologica in Mediterraneo" (SPA/BIO), il quale non si limita alle acque territoriali, fatto del tutto innovativo. Ogni paese firmatario è invitato a creare zone specialmente protette per la conservazione degli habitat e delle specie, mentre la creazione di una ASPIM (Area specialmente protetta di interesse mediterraneo) viene stabilita dalle Parti Contraenti.

I criteri che concorrono a determinare l'inserimento di un'area nella lista ASPIM, sono relativi alla presenza di specie rare, endemiche o minacciate, alla rappresentatività ecologica, al grado di biodiversità, alla naturalità, alle peculiarità dell'habitat, all'importanza scientifica, alla rappresentatività culturale.

Tutto il dominio bentonico è suddiviso in sette piani dalla zona degli spruzzi alle massime profondità. Ogni piano è stato suddiviso per tipologia del substrato (fanghi, sabbie, rocce, ecc.) e per ciascun substrato vengono elencate le biocenosi, le associazioni e le facies, ciascuna di queste è considerato un habitat.

Nella lista di pagg. 118-119, vengono riportati soltanto gli habitat che interessano questo volume, per gli altri viene riportato solo il numero. Il numero posto accanto al substrato o alla biocenosi indica il numero di habitat allocati in quella categoria.

Dei 161 habitat elencati, 61 sono stati ritenuti determinanti e, pertanto, la loro protezione è indispensabile per il mantenimento della biodiversità mediterranea.



*Lithophyllum lichenoides*



<b>I. SOPRALITORALE</b>	11 habitat
<b>II. MESOLITORALE</b>	
II. 1. FANGHI	3 habitat
II. 2. SABBIE	2 habitat
II. 3. MASSI E CIOTTOLI	2 habitat
II. 4. FONDI DURI E ROCCIOSI	
II. 4. 1. Biocenosi della roccia mesolitorale superiore	5 habitat di cui
II. 4. 1. 4. Associazione a <i>Lithophyllum papillosum</i> e <i>Polysiphonia</i> ssp.*	
II. 4. 2. Biocenosi della roccia mesolitorale inferiore	10 habitat di cui
II. 4. 2. 1. Associazione a <i>Lithophyllum byssoides</i> [cornice e marciapiede a <i>L. tortuosum</i> ] *	
II. 4. 2. 2. Associazione a <i>Lithophyllum trochanter</i>	
II. 4. 2. 3. Associazione a <i>Tenarea undulosa</i>	
II. 4. 2. 8. Concrezioni a <i>Neogoniolithon brassica-florida</i> *	
II. 4. 2. 10. Pozze e lagune talora associate a vermetidi (enclave infralitorale) *	
II. 4. 3. Grotte mesolitorali *	2 habitat di cui
II. 4. 3. 1. Associazione a <i>Phymatolithon lenormandii</i> e <i>Hildenbrandia rubra</i> *	
<b>III. INFRALITORALE</b>	
III. 1. FANGHI SABBIOSI, SABBIE, GHIAIE E ROCCE	
III. 1. 1. Biocenosi lagunari eurialine ed euriterme	12 habitat di cui
III. 1. 1. 2. Facies a <i>Ficopomatus</i> (= <i>Mercierella</i> ) <i>enigmaticus</i>	
III. 2. SABBIE FINI PIU' O MENO INFANGATE	13 habitat
III. 3. SABBIE GROSSOLANE PIU' O MENO INFANGATE	2 habitat di cui
III. 3. 1. Biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaie fini rimaneggiate dalle onde	
III. 3. 1. 1. Associazione a rodoliti *	
III. 3. 2. Biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaie fini sotto l'influenza di correnti di fondo (si può riscontrare anche nel circolitorale)	3 habitat di cui
III. 3. 2. 1. Facies del maërl (Associazione a <i>Lithothamnion corallioides</i> e <i>Phymatolithon calcareum</i> ; può essere riscontrato anche come facies del detritico costiero) *	
III. 3. 2. 2. Associazione a rodoliti *	
III. 4. MASSI E CIOTTOLI	2 habitat
III. 5. PRATERIA A <i>POSIDONIA OCEANICA</i>	5 habitat
III. 6. FONDI DURI E ROCCIOSI	
III. 6. 1. Biocenosi delle alghe infralitorali	36 habitat di cui
III. 6. 1. 3. Facies a Vermeti *	
III. 6. 1. 14. Facies a <i>Cladocora caespitosa</i> *	
III. 6. 1. 31. Facies a <i>Astroides calycularis</i>	
III. 6. 1. 35. Facies e Associazioni di biocenosi a coralligeno (in <i>enclave</i> ) *	
<b>IV. CIRCALITORALE</b>	
IV. 1. FANGHI	4 habitat
IV. 2. SABBIE	
IV. 2. 1. Biocenosi dei fondi detritici infangati	2 habitat
IV. 2. 2. Biocenosi del detritico costiero	11 habitat di cui
IV. 2. 2. 1. Associazione a rodoliti	
IV. 2. 2. 2. Facies del maërl (Associazione a <i>Lithothamnion corallioides</i> e <i>Phymatolithon calcareum</i> )	
IV. 2. 2. 10. Facies a grandi Briozoi ramificati *	
IV. 2. 3. Biocenosi dei fondi detritici del largo	3 habitat

IV. 2. 4. Biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaie fini sotto l'influenza di correnti di fondo (Biocenosi presente in località con particolari condizioni di idrodinamismo, come negli stretti; si ritrova anche nell'infralitorale)	1 habitat
<b>IV. 3. FONDI DURI E ROCCIOSI</b>	
IV. 3. 1. Biocenosi del coralligeno *	16 habitat di cui
IV. 3. 1. 1. Associazione a <i>Cystoseira zosteroides</i> *	
IV. 3. 1. 2. Associazione a <i>Cystoseira usneoides</i> *	
IV. 3. 1. 3. Associazione a <i>Cystoseira dubia</i> *	
IV. 3. 1. 4. Associazione a <i>Cystoseira corniculata</i> *	
IV. 3. 1. 5. Associazione a <i>Sargassum</i> spp. (indigene) *	
IV. 3. 1. 6. Associazione a <i>Mesophyllum lichenoides</i>	
IV. 3. 1. 7. Associazione a <i>Lithophyllum frondosum</i> e <i>Halimeda tuna</i>	
IV. 3. 1. 8. Associazione a <i>Laminaria ochroleuca</i> *	
IV. 3. 1. 9. Associazione a <i>Rodriguezella strafforelloi</i> *	
IV. 3. 1. 10. Facies a <i>Eunicella cavolinii</i> *	
IV. 3. 1. 11. Facies a <i>Eunicella singularis</i> *	
IV. 3. 1. 12. Facies a <i>Lophogorgia sarmentosa</i> *	
IV. 3. 1. 13. Facies a <i>Paramuricea clavata</i> *	
IV. 3. 1. 14. Facies a <i>Parazoanthus axinellae</i>	
IV. 3. 1. 15. Piattaforme coralligene *	
IV.3. 2. Grotte semi-oscurate (anche in enclave negli strati superiori) *	4 habitat di cui
IV. 3. 2. 2. Facies a <i>Corallium rubrum</i> *	
IV. 3. 3. Biocenosi della roccia del largo	1 habitat

**V. BATIALE**

V. 1. FANGHI	5 habitat
V. 2. SABBIE	1 habitat
V. 3. FONDI DURI E ROCCIOSI	2 habitat
V. 3. 1. Biocenosi dei coralli profondi *	

**VI. ABISSALE**

VI. 1. FANGHI	1 habitat
---------------	-----------

\*: l'asterisco evidenzia gli habitat prioritari



Banchi a *Ficopomatus enigmaticus*

nea. La selezione è stata fatta applicando cinque criteri: vulnerabilità, valore naturalistico, rarità, valore estetico, valore economico e, in base ai punteggi ottenuti, gli habitat sono stati suddivisi in tre categorie:

D - determinanti: protezione rigorosa;

R - rimarchevoli: meritevoli di particolare attenzione e gestione;

NR - non importanti.

Per quanto riguarda gli habitat descritti in questo volume, 29 dei 38 riportati nell'elenco sono considerati determinanti o prioritari, cioè quasi la metà dei 60 habitat prioritari per SPA/BIO presenti in Italia. Ciò conferma l'importanza di questi habitat per la biodiversità mediterranea e la gravità della loro mancanza nella Direttiva Habitat.

Al fine di rafforzare le misure di protezione e di cooperazione tra i paesi della Convenzione di Barcellona vengono stabiliti dei piani di azione. Tra i vari piani ce n'è uno sulla vegetazione nel quale sono menzionate le biocostruzioni ad alghe calcaree. Di recente è stato approvato un piano di azione dedicato al coralligeno e alle altre biocostruzioni calcaree.

Un primo aspetto sul quale vale la pena porre attenzione è l'oggetto di questo "strumento": pur facendo riferimento alle bio-costruzioni calcaree, il piano d'azione è focalizzato sui popolamenti coralligeni e sui rodoliti. I popolamenti batiali dei coralli bianchi profondi, e quelli molto superficiali quali i *trottoir* a *Dendropoma petreum* e *Lithophyllum byssoides* non sono presi in carico da questo piano d'azione perché propri di ambienti completamente differenti da



Biocostruzione

quelli del coralligeno, caratterizzati da specie e dinamiche diverse, e soggetti a cause di stress completamente differenti. Inoltre i *trottoir* sono già inclusi nel piano d'azione per la conservazione della vegetazione marina. Altrettanto accade per le specie profonde di *Cystoseira*, anche se in alcuni casi determinano *facies* del coralligeno. Quindi il piano d'azione per la protezione del coralligeno e altre bio-concrezioni calcaree in Mediterraneo (PA) considera il coralligeno come un *Seascape* tipico del Mediterraneo, comprendente strutture algali corallinali che si accrescono in condizioni di luce ridotta e acque relativamente calme. I fondi a rodoliti del Mediterraneo sono invece considerati come fondali sedimentari ricoperti da un tappeto di alghe calcaree libere (corallinali o peissonnellacee), anch'esse viventi in condizioni di luce ridotta.

Il piano d'azione per la protezione del coralligeno e altre bio-concrezioni calcaree in Mediterraneo si articola in 6 ambiti principali:

1. stato attuale dei popolamenti coralligeni;
2. raccolta dati e inventari;
3. attività di monitoraggio;
4. attività di ricerca;
5. attività di conservazione;
6. necessità di elaborare linee guida per valutare l'impatto ambientale sul coralligeno/maërl.

Per l'identificazione di siti di particolare interesse, il piano d'azione prevede specifici criteri per la loro selezione, raccomandando in particolare che:

- essi rivestano carattere di rappresentatività ad ampia scala geografica;
- per essi esistano informazioni sufficienti e attività di controllo e/o gestione;
- che siano caratterizzati da un elevato stato di salute (per divenire siti di riferimento) o che, se sottoposti ad attività di disturbo antropico, queste siano chiaramente identificabili, al fine di consentire la raccolta di informazioni utili a valutarne l'impatto.

L'importanza delle attività di monitoraggio è stata ulteriormente evidenziata dalle morie che si sono verificate negli ultimi anni, che hanno mostrato la necessità di disporre di dati utili a comprendere le dinamiche delle comunità generalmente molto stabili, che quindi devono essere analizzate su scale temporali adeguate. Inoltre solo le attività di monitoraggio possono consentire di valutare l'eventuale successo dell'avvio di specifiche misure di conservazione.



Rodoliti raccolti con una bennata



Il PA, per quanto riguarda le attività di ricerca, identifica alcuni gruppi tassonomici (caratterizzati principalmente dall'essere composti da specie vagili e da esemplari di ridotte dimensioni) meritevoli di particolare impegno nel prossimo futuro, e individua due ambiti principali di attività: lo studio dell'evoluzione a lungo termine (perché l'evoluzione del coralligeno può essere compresa solo in questa prospettiva) e il funzionamento. La rilevanza di questo secondo campo di studio è chiaramente collegata alla necessità di conoscere in modo dettagliato l'accrescimento, i modelli demografici, la vulnerabilità al disturbo e la capacità di recupero delle specie costruttrici del coralligeno e dei fondi a rodoliti, per poter identificare specifiche misure conservazionistiche.

Le misure di conservazione, trattate dal punto 5 del PA, sono prese in considerazione sinteticamente, sulla base delle principali categorie di minaccia per la biodiversità marina del Mediterraneo identificate con il "Programma di Azione Strategica per la conservazione della diversità Biologica" (PAS BIO). Le principali categorie di minaccia identificate risultano quindi: la pesca a strascico, la pesca artigianale e quella sportiva, l'ancoraggio, le specie aliene, il riscaldamento globale, le acque di scarico, l'acquacoltura. Il PA auspica anche la definizione di specifici strumenti legislativi e di regolamenti in grado di assicurare al coralligeno e ai fondi a rodoliti una protezione legale assimilabile a quella già prevista dall'Unione Europea per le praterie di *Posidonia oceanica*. In relazione alla proposta di linee guida per la valutazione dell'impatto ambientale su coralligeno e maërl, il Piano di Azione auspica la creazione di aree marine



Spugne su una bioconcrezione coralligena

protette specificatamente finalizzate alla protezione di questi popolamenti, sulla scorta di quanto già realizzato in diversi Stati per proteggere *P. oceanica*. Il programma di lavoro previsto dal PA, come già ricordato, costituisce solo una parte del più ampio "Piano d'Azione per la Conservazione della Vegetazione Marina" al quale afferisce, anche se questo ultimo è focalizzato su popolamenti dominati da specie vegetali, perché esso non esclude quelli animali, considerando inoltre che le priorità nazionali e regionali sono in pratica le stesse. Diverse iniziative internazionali sono in corso per garantire una protezione legale al coralligeno e ai fondi a rodoliti, seguendo il positivo esempio dalle praterie di *Posidonia oceanica*. A livello dell'Unione Europea infatti, la Direttiva Habitat, prevede, come già detto, l'istituzione di siti di interesse comunitario (SIC), creati sulla base della presenza di habitat e specie di cui agli annessi I e II della Direttiva Habitat. È importante sottolineare che per quanto riguarda detti annessi, queste due liste contengono voci classificate come "prioritarie", cioè habitat e specie che rischiano di scomparire dal territorio di applicazione della Direttiva, e per la cui conservazione l'Unione Europea e gli Stati Membri riconoscono di avere particolare responsabilità. La lista degli habitat meritevoli di protezione è, come già accennato, carente per quanto riguarda il Mediterraneo, mare per il quale sono considerate solo le praterie di posidonia, le lagune costiere e le grotte sommerse o semisommerse. Tuttavia negli ultimi anni l'habitat "Scogliere", elencato dalla Direttiva 92/43/CEE è stato considerato come comprensivo, a livello mediterraneo, di quei popolamenti bentonici di fondo duro meritevoli di particolare attenzione conservazionistica, partendo dalle iniziative sviluppate nel contesto di altri accordi internazionali per la protezione della biodiversità e, in particolare, proprio dalla Convenzione di Barcellona.

Oltre alle iniziative in corso per la protezione legale del coralligeno e dei fondi a rodoliti, le aree marine protette sono strumenti particolarmente efficaci per la salvaguardia dei siti di particolare rilevanza, come peraltro sottolineato dal piano d'azione per la protezione del coralligeno e altre bioconcrezioni calcaree in Mediterraneo. Questi habitat sono presenti in molte delle 25 AMP istituite (al giugno 2008) in Italia. Va inoltre ricordato che cinque AMP italiane (Portofino, Miramare, Plemmirio, Torre Guaceto e Tavolara) hanno ricevuto il riconoscimento ASPIM, cioè di aree specialmente protette di interesse mediterraneo, per il loro importante patrimonio di biodiversità, tra cui il coralligeno e le altre biocostruzioni.



Modello dell'"ingegno" che veniva utilizzato dalle navi per la pesca del corallo (coralline)

## ■ Cause del degrado e distruzione

Molteplici sono le cause del disturbo, del degrado e persino della distruzione del coralligeno e delle altre formazioni organogene legate, direttamente o indirettamente, all'attività antropica. Esse possono agire su vasta scala, come l'innalzamento termico globale, o localmente, come un piccolo scarico inquinante, e ovviamente gli effetti saranno diversi in relazione a svariati fattori e soprattutto in relazione con la tipologia della formazione bioconcrezionante e la sua vulnerabilità, sensibilità, scarsa resistenza (capacità a non modificarsi in relazione ad uno stress) e scarsa resilienza (capacità di ritornare in termini temporali nelle condizioni antecedenti lo stress).

Purtroppo la letteratura scientifica sugli effetti dei vari impatti sulle formazioni organogene è molto più ridotta rispetto a quella disponibile per le fanerogame marine. Inoltre, manca quasi del tutto una cartografia dettagliata, strumento indispensabile per seguire nel tempo le possibili modificazioni del coralligeno e delle altre comunità concrezionanti. Comunque molti dei cambiamenti avvenuti negli ultimi decenni sono documentati da serie storiche di foto fatte da subacquei scientifici.

**Cambiamenti climatici.** Negli ultimi decenni, in più occasioni nel Mediterraneo nord-occidentale, sono state segnalate successive morie di organismi sospensivi, tra 10 e 40 metri di profondità, in particolare legate al coralligeno. Il fenomeno



Area denudata dalla raccolta di datteri di mare

meno è stato ben seguito e studiato in Liguria, alle Baleari, sulla costa orientale di Marsiglia e nel Golfo di Napoli. L'ipotesi più accreditata dagli studiosi è che la massiva mortalità, manifestatasi in estate in un arco di diverse centinaia di chilometri e che ha distrutto vari organismi tra i più rappresentativi (gorgonie) delle comunità coralligene al di sopra dei 40 m di profondità, sia dovuta all'anomalo aumento della temperatura delle masse d'acqua superficiali con spostamento del termoclino a maggiori profondità, probabilmente

in relazione con il riscaldamento globale (cambiamento climatico globale).

In Mediterraneo in estate si verifica una marcata stratificazione termica con acque superficiali calde, che in Mar Ligure possono arrivare in superficie anche a valori di 25-26° C. Lungo la colonna d'acqua la temperatura scende lentamente fino al termoclino, intervallo nel quale per definizione la temperatura diminuisce di almeno un grado per metro di profondità. In realtà ad una piccola variazione di profondità (qualche metro) corrisponde un brusco abbassamento della temperatura (anche più di 10° C). Tutti gli organismi che non amano le acque calde limitano la loro distribuzione al di sotto del termoclino. Quando questo ultimo scende in modo anomalo a maggiori profondità, gli organismi sopra ricordati si trovano in condizione di stress che può portare alla loro morte se il fenomeno perdura per un certo tempo; la gravità di questo fenomeno è ulteriormente acuita dallo stato in cui versano in estate le specie sospensivore, che in questa stagione non dispongono di adeguate riserve nutritive per la scarsa disponibilità alimentare. Tuttavia la vera causa della scomparsa di un così elevato numero di esemplari di specie diverse non è ancora totalmente nota. Alcuni autori ritengono che lo stress fisiologico (termico e scarsa alimentazione) indebolisca gli organismi, consentendo lo sviluppo di agenti patogeni che in condizioni normali non presentano virulenza.

Le morie registrate negli ultimi anni hanno riguardato organismi appartenenti a vari taxa, tra i più studiati sono i celenterati (le gorgonie, il corallo rosso in particolare) e i grandi poriferi. Il corallo rosso al di sopra dei 30 m di profondità è stato fortemente interessato dalla moria e le colonie della grande gorgonia rossa *Paramuricea clavata* sono morte in varie zone del Mediterraneo nord-occidentale al di sopra dei 40 m di profondità. A questo si è associata spesso la presenza di formazioni mucillaginose che si sviluppano nel periodo estivo e aumentano in maniera notevole il già grave stress termico.



Mucillagini bentoniche su *Eunicella cavolinii*



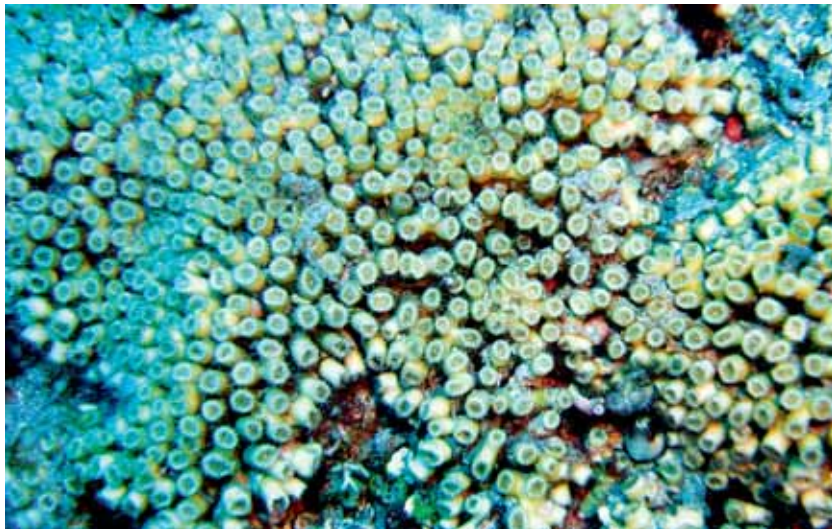
### Ricoprimento da parte di opere marittime, discariche e materiale sospeso.

La notevole antropizzazione della costa, e in particolare il moltiplicarsi di porti turistici, di scarichi fognari e di discariche per il ripascimento delle spiagge e la formazione di terrapieni per recuperare nuovi spazi sul mare, sono la causa del degrado anche delle formazioni organogene per azione diretta o indiretta.

La costruzione di opere marittime quali terrapieni, dighe e moli distrugge per ricoprimento le piattaforme ad alghe calcaree corallinacee, a vermetidi e anche le formazioni coralligene superficiali, come quelle a *Cladocora*, che scompaiono per effetto diretto. Vi sono anche effetti indiretti, quali le modifiche della dinamica delle correnti, del moto ondoso, della qualità delle acque e in particolare della torbidità. Nuove tecniche di costruzione delle dighe portuali consentono una maggiore circolazione delle acque all'interno del porto e quindi migliori condizioni.

L'esperienza insegna che una parte significativa dei danni provocati dalle costruzioni è legata al periodo dei lavori e in particolare alle modalità tecniche seguite nel cantiere: è su queste che le autorità preposte devono insistere.

Durante le attività di cantiere, e in particolare durante le operazioni di ripascimento delle spiagge, si assiste ad un forte intorbidamento delle acque (spesso vengono usati materiali inadatti con alta percentuale di limo) che ha conseguenze deleterie, dirette e indirette, quali ad esempio la sedimentazione sugli organismi e la riduzione della radiazione solare. Nei casi più gravi il fondale viene "infangato" con scomparsa delle biocenosi di substrato duro.



Formazione a *Cladocora caespitosa*

**Scarichi di inquinanti, eutrofizzazione, impianti di acquacoltura.** Gli scarichi di provenienza industriale, urbana o da natanti, possono causare danni diretti e indiretti al coralligeno e alle altre formazioni bioconcrezionate, modificando le caratteristiche chimiche e fisiche della colonna d'acqua apportando inquinanti o semplicemente nutrienti. In questa ultima situazione viene ad aumentare l'eutrofizzazione con le ben note conseguenze sulle comunità biotiche.

Il crescente aumento dell'utilizzo delle gabbie galleggianti per allevamento di pesce lungo le coste mediterranee è un'altra minaccia per le biocenosi bentoniche. Vengono immesse enormi quantità di azoto e fosforo e, se non c'è sufficiente dispersione ad opera delle correnti, l'eutrofizzazione può essere molto grave. Vengono inoltre immesse varie sostanze xenobiotiche presenti nel mangime o nei vari prodotti utilizzati (medicinali, *antifouling*, ecc.). Anche gli scarichi da natanti possono essere deleteri, soprattutto se una zona è sottoposta ad un'intensa frequentazione. Attualmente in molti scarichi fluviali è stata riscontrata un'alta concentrazione di ormoni sessuali (derivanti dall'uso delle pillole anticoncezionali) con effetti marcati sui cicli sessuali di molti organismi marini. Inoltre molti grandi fiumi, quali il Po, mostrano un alto contenuto di sostanze stupefacenti (soprattutto cocaina) i cui effetti non sono stati ancora valutati.

Infangamento e torbidità delle acque possono essere provocati dall'apporto di torrenti e fiumi, in particolare in occasione di intense e prolungate piogge sul bacino imbrifero. Il dilavamento delle terre coltivate porta in mare anche vari inquinanti, soprattutto collegati con i concimi e i pesticidi. I rifiuti solidi sono abbondanti sui fondali situati in corrispondenza delle zone di maggiore sosta della nautica da diporto, o in relazione con le principali rotte della navigazione commerciale. In questo ultimo caso possono essere interessati anche i fondi batiali.

L'inquinamento da idrocarburi è particolarmente deleterio per gli organismi che vivono nella zona di marea, perché queste sostanze tendono a rimanere almeno per un certo periodo in superficie e con il movimento del mare vengono distribuite sugli organismi. Talora lo strato di idrocarburi è così spesso ed esteso da bloccare gli scambi tra organismi e ambiente e quindi causare la morte.

L'inquinamento da acque reflue riduce sostanzialmente la ricchezza specifica; briozoi, crostacei ed echinodermi risentono molto di più rispetto ai molluschi e ai policheti. Si assiste ad un aumento sostanziale delle specie a larga ripartizione ecologica e all'eliminazione quasi totale di alcuni gruppi tassonomici. Diminuiscono anche il numero degli individui e la biomassa, in particolare degli esemplari più grandi dell'epifauna. Viene inibito il processo di costruzione del coralligeno e favorito il processo di distruzione con l'aumento degli organismi biodistruttori.

È noto che la presenza di ioni di ortofosfati impedisce la calcificazione. Si è visto, inoltre, che con l'aumentare dell'inquinamento la corallinacea a grande tallo *Mesophyllum alternans* viene sostituita da peisonneliacee che hanno una capacità di costruzione inferiore.



Reti su corallinacee

**Distruzione meccanica, ancoraggi, esplosioni, scavi, sub.** Molteplici sono le attività che possono contribuire alla distruzione meccanica del coralligeno e delle altre formazioni. Tralasciando per il momento gli attrezzi da pesca, si può dire che l'ancoraggio è oggi una delle maggiori cause del degrado delle biocenosi, dato il notevole incremento della nautica da diporto e l'aumento delle frequentazioni delle zone di mag-

gior pregio naturalistico, non solo nel periodo estivo, come le secche al largo. Ancor più gravi sono i danni causati dall'ancoraggio di grandi navi da crociera, commerciali, da guerra, che talora stazionano in zone costiere su fondali con *Posidonia oceanica* e/o formazioni di coralligeno. È urgente vietare gli ancoraggi in queste zone, ma per farlo occorre prima di tutto avere la cartografia delle biocenosi sensibili da riportare sulle carte nautiche.

Gli scavi necessari per far passare tubazioni (acqua, idrocarburi, fogne) e cavi elettrici e telefonici portano a completa distruzione delle formazioni coralligene per tutto il tratto interessato e per una larghezza superiore allo scavo stesso. Nel limite del possibile bisognerebbe studiare dei percorsi che evitino il passaggio in corrispondenza di formazioni coralligene. Anche in questo caso è prioritaria la disponibilità di una buona cartografia delle biocenosi bentoniche. Danni gravi vengono provocati dall'uso di esplosivi. Il loro utilizzo a scopi di pesca illegale fortunatamente è ormai molto ridotto. Altra forma di distruzione è quella operata dagli acquariofili che usano staccare, non solo gorgonie e altri organismi vistosi, ma anche pezzi più o meno grandi delle concrezioni per portarli negli acquari dove la maggior parte degli organismi non sopravvive a lungo e quindi i pezzi chiamati in Liguria "grotto" o "roccia viva" devono essere periodicamente sostituiti. Ovviamente si tratta di una pratica illegale da evitare nel modo più assoluto.

La frequentazione da parte di turisti e sub può causare distruzione meccanica delle biocenosi. I bagnanti che camminano sulle piattaforme a vermetidi o a corallinacee, con il semplice calpestio possono distruggere le parti più delicate di tali formazioni. L'abrasione provocata dai sub riduce la presenza di specie erette o ne limita le dimensioni, favorendo le forme incrostanti o massive che sostituiscono quelle erette, articolate, foliose. Ad esempio, è stato possibile rilevare che in una zona dove l'immersione è vietata le colonie del grande e fragile briozoo *Pentapora fascialis* sono presenti in tutte le esposizioni, mentre in un'area limitrofa in cui l'immersione è permessa le colonie del briozoo sono presenti solo nei punti più riparati.

**Pesca.** Indubbiamente la pesca è una delle attività umane che, condotta in modo non corretto, può essere particolarmente dannosa per il coralligeno; lo strascico illegale in particolare può essere in assoluto l'attività di pesca più negativa perché oltre alla distruzione meccanica dei bioconcrezionamenti del coralligeno o lo stravolgimento dei fondi a rodoliti, contribuisce all'intorbidamento delle acque (vedi effetti torbidità) e alla dispersione di specie aliene come *Caulerpa taxifolia* e *C. racemosa* (vedi a pag. 133).

Come noto in Italia lo strascico viene effettuato utilizzando una rete a sacco più o meno conica, la cui bocca è tenuta aperta lateralmente da due bracci collegati a due divergenti o porte, e verticalmente da una serie di galleggianti in alto e da piombi o catene in basso. Questi ultimi, che costituiscono "lima da piombi", hanno la funzione di tenere la rete aderente al fondo o addirittura di farla penetrare un po' nel sedimento. I due divergenti della rete sono collegati al motopesca con cavi di acciaio (12-18 mm diametro) di lunghezza variabile in relazione alla profondità alla quale deve operare la rete (tali cavi non toccano il fondo se le operazioni sono corrette e normali). Le parti gravemente impattanti oltre alla rete sono la "lima da piombi" e soprattutto i divergenti, due strutture che possono arrivare a 100 kg di peso l'una, trainate ad una velocità di almeno 1-2 nodi. Non è difficile immaginare l'impatto catastrofico causato dal passaggio dei divergenti su tutte le comunità, siano esse coralligeno, rodoliti, briozoi, *Cladocora*, coralli bianchi. Per questi ultimi lo strascico è la principale causa di distruzione perché i pescatori passano vici-



L'uso del "divergente" nella pesca a strascico causa ingenti danni alle biocostruzioni





Sarago maggiore (*Diplodus sargus sargus*)

no ai banchi nonostante il pericolo di “afferratura” con la conseguente perdita parziale o totale dell’attrezzo.

In Italia e nella UE lo strascico è vietato fino a 50 m di profondità entro le tre miglia dalla costa. È vietato l’uso di grosse catene e di ruote da inserire sull’imboccatura della rete e le maglie al sacco devono essere di almeno 40 mm di apertura. Purtroppo spesso tali norme non vengono rispettate.

Le draghe e il rapido (tutte strutture robuste in ferro) vengono usate soprattutto in Adriatico settentrionale per la pesca dei molluschi e di pesci bentonici come sogliole e ghiozzi. Esse sono fortemente impattanti sulle comunità in particolare sulle formazioni organogene insediate su *beachrock* e *tegnùe* sulle quali o intorno alle quali vengono trainati nonostante il concreto rischio di perdita dell’attrezzo a causa dell’afferratura. Diverso e molto meno rovinoso è il tipo di danno provocato dai palamiti, anche se ugualmente deleterio anche perché questi attrezzi da pesca vengono utilizzati in aree dove non opera o non può operare lo strascico o altri gli attrezzi trainati.

I palamiti di profondità i cui ami e/o lenze si impigliano negli organismi del fondo possono arrecare danni rompendo le biocostruzioni dei coralli bianchi, dei briozoi del coralligeno di piattaforma e di scogliera, tanto più che questi attrezzi possono essere usati anche dalla pesca sportiva. Quest’ultima utilizza diffusamente la lenza a mano o con canna. Quando l’amo o il piombo o il filo di nylon si impigliano in una gorgonia o in altri organismi fissi bentonici, al recupero della lenza, o il nylon si spezza, o il suo recupero determina il distacco parziale o totale dell’esemplare bentonico “agguantato”. Inoltre le lenze perse sul fondo creano grovigli di fili di nylon, che danneggiano e in alcuni casi possono uccidere gli organismi bentonici. Andando sott’acqua è frequente il rinvenimento di pezzi di lenze attaccate agli organismi insieme a piombi e ami.

Tutti gli attrezzi di pesca che vengono a contatto con il fondo possono risultare distruttivi, anche le nasse e le reti da posta. Tra queste ultime è il tramaglio ad essere particolarmente impattante soprattutto quando è appesantito per toccare bene il fondo, ad esempio per pescare le aragoste. Per avere un’idea dell’impatto di questo tipo di attrezzo è sufficiente osservare nei porti i pescatori intenti a ripulire le reti che sono state utilizzate sul coralligeno, sulle rodoliti o altre formazioni. Si possono raccogliere pezzi delle concrezioni calcaree, gorgonie, briozoi, alghe, oltre a vari organismi non sessili quali gasteropodi, bivalvi, granchi, echinodermi, ecc., materiale che può essere utilizzato per gli studi e per la didattica.

Oltre all’impatto sulle specie bentoniche sessili erette, l’intensa pesca porta alla rarefazione di specie ittiche quali la cernia (*Epinephelus marginatus*), i saraghi maggiore e pizzuto (*Diplodus sargus sargus*, *D. puntazzo*), il dentice (*Dentex dentex*). La pesca sportiva ha un ruolo importante, e talora maggiore di quella professionale, nel depauperamento di queste specie e nell’alterazio-

ne della struttura di popolazione soprattutto a causa della cattura di esemplari grandi e quindi adulti, con il cambiamento del rapporto sessi nelle specie nelle quali gli esemplari dei due sessi hanno taglie massime differenti o, come nel caso della cernia, quelli grandi sono solo maschi, poiché questa specie è ermafrodita proteroginica. Infatti nella cernia lo stesso esemplare arriva alla maturità femminile a partire dal raggiungimento della lunghezza di 40 cm e quella maschile generalmente a partire dagli 80 cm.

I pescatori sportivi subacquei sono considerati i maggiori responsabili del depauperamento delle specie sopra riportate anche perché spesso non rispettano le norme che impongono che la pesca sia fatta solo in apnea e che non venga superato il limite in peso della cattura giornaliera.

Gli effetti particolarmente dannosi della pesca subacquea su determinate specie ittiche sono chiaramente dimostrati dal rapido recupero delle popolazioni delle specie sopra menzionate verificato in molte aree marine protette italiane dove questo tipo di pesca è l'unico vietato nelle zone B e C.

La raccolta delle patelle e di altri molluschi nella zona di marea dove esistono piattaforme a vermetidi e/o corallinacee può danneggiare tali formazioni a causa del calpestio o di altra azione meccanica. Molti dei cosiddetti *trottoir* (marciapiedi) a *Lithophyllum lichenoides* sono stati completamente distrutti per il calpestio o per l'attracco da parte di piccole imbarcazioni.

Occorre ricordare attrezzi fortemente distruttivi come la croce di Sant'Andrea e l'ingegno, inventati per raccogliere il corallo rosso.



Dentice (*Dentex dentex*)

**Specie aliene invasive.** Delle 170 specie alloctone segnalate nei mari italiani di cui 35 macrofite, solo poche specie algali sono state segnalate nel coralligeno e almeno tre sono fortemente invasive.

La più nota è l'alga verde *Caulerpa taxifolia* impropriamente chiamata alga killer e oggetto di vivaci discussioni e persino polemiche tra i ricercatori. Questa alga ha colonizzato ampi tratti dei fondali italiani destando serie preoccupazioni per la rapidità di espansione, tanto più che in Mediterraneo non si riproduce sessualmente. In alcune zone della Francia e dell'Italia ha invaso il coralligeno in modo consistente. Notevoli preoccupazioni destano anche l'altra *Caulerpa* alloctona, *C. racemosa* var. *cylindracea*, che ha raggiunto capacità invasive molto maggiori di quelle di *C. taxifolia* e sono evidenti i suoi danni su molte formazioni del coralligeno.



*Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*

La specie più dannosa per il coralligeno è la piccola alga rossa *Womersleyella* (*Polysiphonia*) *setacea* ormai presente in gran parte del Mediterraneo e ben sviluppata nel coralligeno ove forma un fitto tappeto di 1-2 cm di spessore che copre gli organismi del coralligeno e le alghe concrezionanti in particolare (*Mesophyllum alternans*, *Lithophyllum cabiochae* e altre) danneggiando il loro metabolismo. Infatti il menzionato tappeto riduce la luce che arriva alle corallinacee le quali diminuiscono la fotosintesi e l'accrescimento. La ragnatela di filamenti dell'alga rossa alloctona contribuisce all'intrappolamento del sedimento coprendo ulteriormente gli organismi del coralligeno, esclude l'attaccamento di altre alghe e in particolare impedisce l'insediamento sia delle alghe calcaree che degli animali del coralligeno. Avendo la possibilità di permanere nel tempo, i danni provocati alla comunità del coralligeno sono enormi. Sarebbe necessario un vorace erbivoro che la tenesse sotto controllo.

Nel coralligeno sono state trovate altre tre alghe alloctone che formano dei feltri insieme o senza *Womersleyella*. Tra queste *Acrothamnion preissii* che non ha finora creato problemi pur spingendosi in acque profonde. È stata trovata soprattutto sui fondi a maërl, ma anche sulle formazioni coralligene di piattaforma nell'Arcipelago toscano.





Gorgonie

### ■ Distribuzione geografica

La distribuzione nel Mediterraneo è abbastanza sconosciuta nel senso che ci sono aree in cui, soprattutto negli ultimi decenni, ci sono stati studi abbastanza diffusi, altre sono completamente sconosciute, anche se questo succede pure per molte altre biocenosi del Mediterraneo.

Per l'Adriatico, esistono alcuni lavori per le coste dell'ex-Jugoslavia e di alcune isole del bacino meridionale, mentre un contributo abbastanza consistente è stato dato in anni passati e recentemente per quanto riguarda il coralligeno adriatico, dalla zona del Conero alla costa di fronte a Bari, alla penisola salentina.

Diversi lavori hanno riguardato la Sicilia e gli arcipelaghi delle Eolie, Pelagie, Egadi e Ustica. Risalendo la penisola, mentre la Calabria e la Basilicata sono poco conosciute, la zona di Capo Palinuro, il Golfo di Napoli e le isole di Capri e Ischia e la penisola sorrentina, soprattutto per quanto riguarda il coralligeno di grotta semioscura, hanno avuto un interesse abbastanza approfondito. Conoscenze abbastanza ampie per quanto riguarda la flora e il corallo rosso, esistono lungo le coste e l'Arcipelago toscano. In Liguria i ricercatori hanno dato un contributo notevole per quanto riguarda la conoscenza delle frazioni a briozoi, celenterati e spugne del Golfo di La Spezia e del promontorio di Portofino e di altre aree della Liguria.

Per quel che riguarda il Mediterraneo in generale, si conosce poi abbastanza bene il coralligeno sia della costa marsigliese che delle isole antistanti compreso il Parco Marino di Port Cros e alcune aree della Corsica. Il contributo spagnolo sia lungo la costa catalana, le Isole Medes, le Baleari ma anche il Mare di Alboran è stato molto approfondito. Non bisogna poi dimenticare il lavoro fondamentale fatto, in più tempi successivi, per la zona di Banyuls sur Mer (Pirenei Orientali).

**Importanza economica.** Tutte le biocostruzioni, e in particolare il coralligeno, rivestono una enorme importanza in termini di biodiversità anche se ancora oggi risulta difficile fornire una quantificazione economica in termini monetari, a parte quanto già detto per lo sfruttamento del corallo rosso.



Coralligeno al largo dell'Isola d'Elba (Toscana)

Nei casi in cui è necessario un rilevamento rapido di un'ampia area della scogliera coralligena, come, ad esempio, per determinare i danni provocati da una tempesta, dall'attività umana o per stabilire i confini appropriati per un parco marino o nei rilevamenti preliminari per selezionare un'area di studio per programmi di monitoraggio a lungo termine, si possono utilizzare metodi indiretti come l'aerofotografia e i rilevamenti satellitari, a cui accenneremo successivamente o metodi di osservazione diretta come quelli qui di seguito elencati.

**Manta tow.** Questa tecnica è molto utilizzata per monitorare i cambiamenti a grande scala nel ricoprimento delle scogliere provocati da cicloni, *coral bleaching* e attacchi di *Acanthaster planci*. Sebbene non esista una metodologia standard per questo metodo di rilevamento, in genere lo *snorkeler* effettua il rilevamento trainato sopra il reef aggranciandosi con le mani ad una piccola tavola (40x60 cm) attaccata a una imbarcazione che si arresta ogni 2 minuti in modo da consentire all'osservatore di registrare i dati su una lavagnetta presen-

te sulla tavola (solitamente si effettua una stima della percentuale di copertura del substrato). Questi metodi utilizzati spesso in acque tropicali, sono stati utilizzati anche in Mediterraneo per individuare aree da studiare successivamente in dettaglio o per localizzare secche o porzioni di fondale da indagare con metodi in immersione subacquea così come si è usato spesso lo scooter subacqueo.

**Quadrati.** Sono usati per campionamenti in tutti i rami dell'ecologia e molti approcci sono possibili. Questo metodo consiste nel posizionare una cornice di forma quadrata sul substrato e nel rilevare gli organismi sessili che si vengono a trovare all'interno.

Con l'impiego del quadrato possono essere effettuati il conteggio degli individui (densità per m<sup>2</sup>); la stima del ricoprimento percentuale; la valutazioni di frequenza o la presenza/assenza. La stima visiva di ricoprimento percentuale è un metodo molto utilizzato in ambiente marino e diversi studi hanno dimostrato che il campionamento visivo è molto robusto rispetto all'errore introdotto dall'operatore. In confronto alle altre tecni-

che di campionamento quantitativo, i quadrati hanno il vantaggio che i dati vengono raccolti in modo relativamente rapido ed economico sul campo, e questo è importante nel caso si operi a profondità rilevante, mentre tra i principali svantaggi ci sono la difficoltà nel campionare strutture colonnari o dalla superficie particolarmente accidentata.

**Photo-quadrats.** È una tecnica di rilevamento che consiste nel fotografare una superficie definita, solitamente delimitata da una cornice che funge da riquadratura. Oltre che allo scopo di documentazione, per lo studio di serie temporali, possono essere programmate serie cronofotografiche su postazioni fisse. È un buon metodo per i programmi di monitoraggio delle comunità bentoniche di substrato duro ma, sebbene fornisca informazioni accurate sulla copertura, l'analisi delle fotografie può richiedere molto tempo. Il metodo di campionamento fotografico presenta dei vantaggi (rapidità, mole di dati, metodo non distruttivo) e dei limiti (possibili inconvenienti tecnici, minore livello di risoluzione tassonomica, non consente l'analisi della componente criptica del popolamento).

**Transetti.** Il transetto è una linea di riferimento di lunghezza definita che viene utilizzata come riferimento per effettuare il rilevamento visivo; nello studio del benthos marino la linea di riferimento consiste generalmente in una cima metrata posta sul fondo, lungo la quale si contano e/o misurano gli organismi al di sotto, o in una fascia di ampiezza definita ai due lati della linea stessa. I transetti perpendicolari alla costa (transetti di profondità) massimizzano la variabilità ambientale e sono adatti per studi bionomici mirati a descrivere la zonazione dei popolamenti, invece i transetti paralleli alla costa (a profondità costante) minimizzano la variabilità ambientale e consentono di studiare la composizione qualitativa di un popolamento specifico.

Il metodo dei transetti ha il vantaggio di avere un basso costo e una buona rapidità di esecuzione, ma uno dei limiti dell'utilizzo sulle formazioni coralligene sta nel fatto che tendono a sottostimare il ricoprimento percentuale in aree eterogenee con scarsa copertura di organismi.

**Transetti video.** Le tecniche di ripresa subacquea consentono di coprire velocemente ampie aree e i moderni sistemi di ripresa subacquea sono leggeri e compatti e possono essere gestiti anche da operatori senza bisogno di una eccessiva preparazione.

In genere si usa una telecamera scafan-drata montata su un supporto per mantenere l'angolo visivo perpendicolare al substrato e per facilitarne l'uso. L'obiettivo viene puntato direttamente sul fondale e mantenuto ad una distanza di 1-1,5 m dal substrato mentre operatore e telecamera sono trainati lungo una linea di 30 m da una imbarcazione alla velocità di circa 1 m/s. I dati vengono analizzati utilizzando il "VIPS" (Video Point Sampling) che permette all'operatore di fermare il nastro ad intervalli regolari o casuali ed è in grado di generare dei punti sul monitor in posizioni precise o casuali.

**Osservazione diretta in immersione.** È un metodo sicuramente efficace e permette la realizzazione di mappe molto dettagliate (generalmente alla scala 1:2000 o maggiore). È consigliabile per l'esame di aree ristrette; esso costituisce anche un valido e indispensabile aiuto nel caso di lavori di vaste proporzioni per "tarare" altri metodi come quello aerofotografico o ecografico, facendo ricorso a quelle che alcuni definiscono "immersioni di identificazione".

Nell'area da esaminare vengono effettuate osservazioni lungo diversi transetti più o meno distanziati tra loro. Il metodo dell'osservazione diretta da parte di operatori subacquei è sicuramente il più preciso in quanto non solo ogni biocenosi è identificata *in situ*, ma anche i più piccoli



Quadrettaura per il conteggio di individui



raggruppamenti di formazioni organogene possono essere rilevati e la loro localizzazione stimata con un errore dell'ordine di un metro.

Infine l'immersione può essere effettuata a bordo di minisommersibili; questo mezzo è stato largamente utilizzato.

Tra i metodi diretti sono da considerare anche quelli che si basano sull'utilizzo di strumenti ottici quali telecamere autopropulse, detti ROV (*Remote operating vehicle*). Questi sistemi comprendono un'unità subacquea che reca telecamera, illuminatori, sensori per rilevare profondità, temperatura, distanza dal fondo, una bussola e talvolta un sonar. L'unità subacquea è comandata in superficie da un natante di appoggio, sul quale un monitor consente la visione e la registrazione delle immagini riprese e il posizionamento. Anche in questo caso il sistema può sostituire i sommozzatori alle maggiori profondità. Molti dei "corallari" attualmente in attività in Sardegna adottano questo come sistema di localizzazione dei banchi di corallo rosso.



ARV

Tra i metodi indiretti si può citare soprattutto il sondaggio ecografico, la ripresa acustica e alcuni sistemi da aereo o da satellite che sono stati molto utilizzati soprattutto per lo studio dei limiti superiori delle praterie di *Posidonia oceanica* o di altre fanerogame marine, ma che possono trovare utile impiego anche per le concrezioni biogene superficiali come i *trottoir* a vermetidi o a *Lithophyllum lichenoides*.

**Metodi di sondaggio ecografico.** Tali metodi utilizzano ecoscandagli ad alta o bassa frequenza del segnale. I primi sono quelli di uso comune che forniscono tracciati unidimensionali del fondo. L'ecografia a bassa frequenza si basa invece su ecoscandagli che emettono frequenze intorno ai 2,5 KHz.

**Metodi di ripresa acustica.** Si basano sull'uso del sonar a scansione laterale (Side Scan Sonar). È il sistema di base della fisiografia acustica che viene definita come una tecnica che sostituisce la luce con il suono. Attraverso fonti acustiche appropriate si "illumina" il fondo obliquamente con impulsi sonori; questi vengono riflessi in modo diverso a seconda di ciò che colpiscono.

**Metodi di aerofotografia convenzionale.** Le fotografie aeree permettono, con condizioni favorevoli del mare, una buona e rapida localizzazione per la mappatura delle biocenosi bentoniche. Adeguatamente utilizzato, permette di ottenere carte piuttosto precise che consentono un'efficace monitoraggio dell'evoluzione delle porzioni superficiali delle biocenosi, anche se non si annullano completamente i problemi di fotointerpretazione.

**Metodi di teledetezione aerotrasportata A.R.S. (Airborne Remote Sensing).** La mappatura delle popolazioni bentoniche in aree con limitata profondità e sufficiente trasparenza, può avvalersi di sensori remoti trasportati su aereo e/o fotocamere analogiche o digi-

tali. Nel caso in cui si voglia procedere alla sola determinazione delle concrezioni più superficiali, l'utilizzazione di una immagine fotografica, possibilmente a colori, e con risoluzione spaziale di qualche metro (2-4), è generalmente sufficiente allo scopo. Si tratterà di procedere all'applicazione di opportune tecniche di filtraggio numerico su base logaritmica, attraverso cui mettere in evidenza il limite superiore, da digitalizzare.

**GIS (Geographic Information System) o Sistema Informativo Geografico.** Dato che l'espansione della popolazione umana ha come conseguenza un sempre maggiore incremento della pressione antropica sui sistemi naturali, sono necessari per una conservazione di questi sistemi dei mezzi sempre più avanzati e mirati. Le discipline biologiche e matematiche non sono in grado, da sole, di mettere insieme e verificare questi cambiamenti. Anche l'informatica non è in grado di risolvere, da sola, questi problemi. Quello che è necessario è un sistema integrato come appunto quello

che viene definito Sistema Informativo Geografico (GIS).

Il sistema GIS è un sistema che permette di integrare, in una piattaforma informatica, tutta la mole di dati che provengono dai differenti sistemi di rilevamento elencati qui sopra. Ma non solo. Esso è un sistema combinato di teorie integrative, di procedure scientifiche e di mezzi informatici capaci di condurre la vasta diversità delle informazioni in una forma "maneggevole". La tecnologia GIS fornisce una soluzione adeguata integrando approcci teorici dalla geografia e dall'ecologia con un potente "data base" spaziale e con funzioni statistiche. Nello stesso modo in cui la legge di Newton ha dato modo alla fisica meccanica classica di diventare più predittiva, si può ritenere che il GIS diventerà il sistema di rottura che permetterà alle scienze ecologiche di diventare più predittive, rigorose e direttamente integrate in tutte le decisioni che vengano prese a livello politico, sociale o della gestione delle risorse naturali.



Operatori subacquei impegnati nel rilevamento di un trasnetto

## ■ Proposte gestionali

Vista la straordinaria importanza di un simile ecosistema, è lecito chiedersi se non sia auspicabile mettere in atto sistemi di sorveglianza adeguati alla sua conservazione e tutela. Prima di tutto bisogna tener conto della relativa scarsità di conoscenze e dell'esistenza di un marcato gap conoscitivo tra il bacino occidentale e quello orientale del Mediterraneo. Su questa base è difficile poter suggerire specifiche tecniche di sorveglianza se non quelle che vengono adottate comunque nelle aree marine protette per quanto riguarda, ad esempio, le praterie di *Posidonia oceanica* o altri tipi di biocenosi di particolare pregio.

Si è individuato in maniera abbastanza precisa quali siano i pericoli a cui questo tipo di habitat va incontro ed è pertanto relativamente semplice predisporre piani di sorveglianza che permettano il mantenimento di questo patrimonio sottomarino. È necessario infatti:

1. evitare lo sversamento in aree adiacenti alle formazioni coralligene degli effluenti di sistemi di depurazione che possano incrementare la concentrazione di nutrienti, provocare variazione della torbidità e dissalazione delle acque;
2. evitare la pesca con sistemi distruttivi come lo strascico sia sopra le formazioni coralligene che nelle immediate vicinanze: oltre al danno meccanico diretto vi è quello indiretto provocato dal sollevamento di sedimenti fini nella colonna d'acqua che determina danni secondari dovuti all'intorbidamento dell'acqua o all'intasamento dei sistemi di filtrazione di molti organismi filtratori



Pesca subacqua

attivi e passivi. In alcune aree del Mediterraneo sono stati messi in atto sistemi di protezione passiva, come le barriere artificiali per evitare il passaggio di questo tipo di rete sul fondo;

3. evitare la pesca con reti da posta nelle immediate vicinanze di formazioni coralligene. Molto spesso lo spostamento di queste reti, dovuto alle correnti, fa sì che si incaglino attorno alle biocostruzioni non consentendone il recupero, creando un danno molto grave direttamente proporzionale al tempo di permanenza di questi sistemi sul coralligeno. Sono noti più casi di interventi da parte di sommozzatori per liberare falesie coralligene da questo tipo di "sudario";
4. evitare il ripascimento costiero in aree prossime a fondi coralligeni così come qualsiasi tipo di costruzione in mare (porti turistici, moli, dighe o impianti di rigassificazione di gas liquefatto);
5. evitare la piccola pesca costiera e quella sportiva atta al prelievo di specie ad alto valore naturalistico o i cui stocks siano al limite delle possibilità di prelievo;
6. evitare le attività subacquee indiscriminate senza le dovute cautele, tra l'altro ormai adottate nella maggior parte delle Riserve marine, e il prelievo di qualsiasi organismo vivo o morto: non toccare gli organismi e non disturbarli, non appoggiare mani o pinne sugli organismi, né sorreggersi agli organismi sessili come le grandi gorgonie;
7. sensibilizzare con qualsiasi sistema sia il pubblico generico ma anche diving e studenti sull'importanza della conservazione di tale patrimonio;
8. porre regole certe per introduzione e commercializzazione di specie aliene.



Reti incagliate su biocostruzioni



## Proposte didattiche

GUIDO BRESSAN · GIUSEPPE GIACCONE · GIULIO RELINI

### ■ Schema sintetico

● Obiettivi: acquisizione dei concetti di formazione organogena attraverso meccanismi di epibiosi, stratificazione, saldature, fusioni, gregarismo, colonialismo; di organismi biocostruttori, biodemolitori, filtratori, detritivori, strutturanti gli habitat; di fissazione del carbonio contenuto nell'atmosfera e disciolto nell'acqua di mare con effetti sulla concentrazione di anidride carbonica e sui cambiamenti climatici; di mineralizzazione della parete cellulare nei vegetali e/o dell'esoscheletro negli animali; di morte, frammentazione in granuli di sedimento e/o seppellimento e fossilizzazione dei resti calcarei più o meno completi; concetto di paesaggio marino biocostruito con conseguenze positive sulla biodiversità degli habitat e delle specie. Presentazione generale delle biocostruzioni monumentali del Mediterraneo: le piattaforme calcaree superficiali ad alghe rosse corallinacee e a molluschi sedentari vermetidi; le formazioni arancione del madreporario *Astroides calycularis* e le costruzioni monumentali del madreporario zooxantellato *Cladocora caespitosa*; le costruzioni in profondità di complesse e variegate biocenosi del coralligeno, dei letti a rodoliti, delle facies a gorgonie e a briozoi, dei grandi coralli bianchi.

Nel trattare il tema delle biocostruzioni marine si suggerisce di introdurre preliminarmente l'argomento più generale sulla capacità degli organismi viventi di modificare o anche di costruire il proprio habitat sia per renderlo vivibile e abitabile per il popolamento della propria specie sia per contribuire con altre specie a formare comunità viventi, cioè biocenosi, per massimizzare l'uso condiviso delle risorse energetiche dell'ambiente chimico-fisico e delle catene trofiche delle componenti biologiche. Anche l'uomo costruisce le città e trasforma i territori per l'agricoltura, l'allevamento, l'industria, il trasporto. Tutte le costruzioni sia antropiche sia degli altri organismi tengono conto: dei fattori ambientali locali e si differenziano per rispondere alle loro facilitazioni, ma anche per resistere alla loro forza demolitrice; delle comunità di organismi che le utilizza-



Particolare del corallo bianco *Madreporella oculata* con l'anellide *Eunice norvegica*

Briozoi e la spugna *Clathrina coriacea*





no e quindi possono trasformarle in senso positivo di sviluppo sostenibile, ma anche in senso negativo di degrado, di sviluppo non sostenibile e di distruzione. Si faccia capire che le montagne e le colline con rocce calcaree che formano buona parte del paesaggio emerso sono state costruite dagli organismi marini biocostruttori o direttamente con i propri resti fossilizzati o indirettamente con i sedimenti da questi prodotti. Si consiglia di introdurre la realtà relazionale di paesaggio terrestre e marino e di spiegare che questo è il risultato di un equilibrio dinamico tra le varie componenti a partire dalla situazione iniziale (geologia, mineralogia, geomorfologia), dalla tipologia delle fasi e della durata delle biocostruzioni, dall'interferenza degli eventi geodinamici e climatologici, dagli effetti nel tempo e nello spazio dell'azione degli utilizzatori della biocostruzione.

Tutte queste tematiche sono presentate nei capitoli precedenti, ai quali si rimanda per una lettura di approfondimento e per una sufficiente documentazione grafica e fotografica in vista del contenuto che si vuole dare alle lezioni da fare agli alunni.

- Livello: alunni dell'ultimo anno delle Scuole Medie superiori; con semplificazione degli argomenti (biocostruzioni nelle piattaforme calcaree in ambienti marini superficiali, processo di mineralizzazione dei carbonati e di fossilizzazione delle biocostruzioni nelle formazioni calcaree del paesaggio emerso) anche alunni delle altre classi e dell'ultimo anno delle Scuole Medie inferiori.
- Località da visitare e materiali da raccogliere: coste rocciose con scogliere



*Ficopomatus enigmaticus*

bordate da piattaforme ad alghe corallinacee e a molluschi vermetidi, facendo attenzione a non calpestare le formazioni e a non prelevare campioni per non distruggere la formazione e per non innescare fenomeni di instabilità nella biocostruzione; porti con barche dedite alla piccola pesca e che usano pulire sulle banchine le reti da posta nelle quali spesso si impigliano pezzi di formazioni organogene o di organismi costruttori. Si può chiedere ai pescatori di mettere da parte in contenitori che si forniscono loro, questi eventuali reperti raccolti nella fase di salpare a bordo le reti, per poi andarli a riprendere nelle ore di ritorno dalla pesca, per fissarli freschi in alcool o in acqua di mare con il 4% di formalina, in vista di una loro osservazione al binoculare in laboratorio; acquari marini, musei del mare e/o di scienze naturali, di paleontologia, di botanica che espongano insieme di organismi biocostruttori o esemplari di organismi marini calcarei; - chiedere ai circoli subacquei copie di foto o di filmati di ambienti marini biocostruiti da raccogliere in CD o in DVD.

- Attrezzature: materiale bibliografico e iconografico (già reperibile nei capitoli precedenti), redazione in classe e in laboratorio di schede diagnostiche e illustrative preparate insieme agli alunni relative non soltanto alle specie di alghe rosse corallinacee (raffigurate alle pagg. 147-149), ma anche alle specie dei principali animali che costruiscono le formazioni organogene (molluschi, policheti, briozoi, antozoi). Proiezione di documentari sulle aree marine protette (disponibili presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) e consultazione di siti web come quello del Dipartimento di Botanica dell'Università di Catania, creato per habitat e paesaggi, caratterizzati da vegetazione marina: [www.dipbot.unict.it/frame/vegetazionemarina.htm](http://www.dipbot.unict.it/frame/vegetazionemarina.htm) (sempre in questo sito, ma digitando: [www.dipbot.unict.it/algologico/cerca-taxonp.aspx](http://www.dipbot.unict.it/algologico/cerca-taxonp.aspx), si possono vedere gli esemplari, in fogli di erbario o in contenitori in plastica, presi allo scanner, delle alghe calcaree corallinacee, udoteacee e peissonneliacee che si vogliono consultare o mostrare agli alunni; si raccomanda, infine, di consultare per queste stesse specie di alghe calcaree il sito



Il mollusco *Platydorid argo*



Uova di *Platydorid argo*



web dell'Erbario del Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste (<http://dbiodbs.univ.trieste.it/Algario/algarit.html>).

Per le escursioni sulle banchine dei porti pescherecci o sulle coste, bisogna fornirsi di sacchetti di plastica trasparente e robusta per riporre i campioni di piante e di animali raccolti nelle maglie delle reti o sulla riva; per le forme più delicate si devono utilizzare barattoli di plastica o scatole di cartone. Per documentare le piattaforme a corallinacee e a vermetidi è bene utilizzare una macchina fotografica digitale. In laboratorio è necessario fornirsi di scatole e/o barattoli di plastica trasparente di varie dimensioni per conservare, dopo un periodo di essiccazione all'aria sul davanzale di una finestra, le specie di alghe e di animali calcarei o comunque con esoscheletro: i campioni per alcune settimane hanno odore sgradevole e quindi si consiglia di tenerli all'aria aperta lontano dai luoghi frequentati e magari di spruzzarli con spray profumati. Tutti i campioni devono avere le etichette con il nome dell'organismo, la località e il giorno della raccolta. Per le escursioni è bene dotarsi di lenti di ingrandimento mentre per il laboratorio bisogna avere in dotazione alcuni microscopi binoculari a luce riflessa con la solita dotazione di pinzette e di aghi per microscopia ottica.

● Collaborazioni: si consiglia di coinvolgere nell'attività didattica sulla costa il personale di una Area Marina Protetta, di associazioni ambientaliste che si occupano del mare, di fotografi e di documentaristi subacquei, di circoli subacquei aperti all'educazione ambientale e ove è possibile anche di studenti e docenti universitari esperti o informati in biologia ed ecologia marine.



*Halimeda tuna* con gorgonie

Per ritornare al tema dei suggerimenti didattici concreti, "pratici", che riguardano la componente vegetale delle formazioni organogene oggetto della lezione, si possono presentare qui di seguito alcuni esempi relativi ad alghe calcaree costruttrici della biocenosi del coralligeno, dei letti a rodoliti, delle piattaforme superficiali a corallinacee e delle cornici superficiali.

- proposte particolari, relative alle singole specie con osservazioni al microscopio a luce riflessa
- proposte generali come osservazioni a più ampia scala con documentari e filmati sulle biocostruzioni marine.



a1) esempi di "elettività morfo-funzionali":

*Lithophyllum stictaeforme*, tallo fogliaceo, estremamente elegante. Anche in questo caso la struttura laminare-fogliacea è da mettere in relazione con la presenza di un idrodinamismo atto a garantire un *boundary layer*, cioè uno strato idrico avvolgente, ottimale. Se l'energia però è troppo forte il tallo assume una forma priva di lamelle.



*Mesophyllum lichenoides*, tallo fogliaceo ad accrescimento periferico, in cui si nota: la pigmentazione più scura e il maggior numero di concettacoli, sotto forma di verruche verso il centro della lamina dove le cellule sono più mature. Una pigmentazione più pallida alla periferia dove le cellule sono più giovani e l'orlo biancastro, per la calcificazione ancora incompleta. La forma fogliacea del tallo sembra più adatta a garantire il ricambio superficiale (anaboliti vs cataboliti) del tallo.



*Lithophyllum* (= *Titanoderma*) *trochanter*, talli costituiti da piccoli pulvini emisferici, saldati al substrato solo in qualche punto per cui possono essere staccati piuttosto facilmente. Vive bene quando i pulvini si saldano tra loro. Questa specie relativamente rara, elegante, per la sua bellezza è oggetto di collezione indiscriminata, quindi va considerata "specie minacciata di estinzione". La struttura costituita da rami più o meno densamente intricati, facilita la formazione di micro-biocenosi interstiziali, strutturalmente complesse, da approfondire il laboratorio.



*Lithophyllum* (= *Titanoderma*) *ramosissimum*, pulvino emisferico simile a *L. trochanter*, costituito da un intreccio di rami con estremità distali dotate di anelli di accrescimento. Questi anelli ben evidenti testimoniano un periodismo metabolico con fasi successive di sviluppo, di accrescimento e di differenziamento più o meno rapide, non databili (!). In questi talli il fenomeno dell'esfoliazione degli strati superficiali (epitallici) è relativamente comune, ma ben osservabile solo al microscopio elettronico a scansione.



*Lithothamnion minervae*, Rodolite provvista di numerose escrescenze più o meno bitorzolute, talvolta ramificate irregolarmente. I concettacoli, simili a verruche, sono portati in questa specie (e poche altre) alle estremità distali del tallo dove si addensano, prominenti, quasi a garantire con la posizione eminente una migliore disseminazione del loro contenuto (spore o gameti) per la propagazione - perpetuazione della specie.



*Corallina elongata*, tallo cespuglioso ramificato, costituito da articoli calcificati (*intergenicola*), rigidi, e da "snodi" non calcificati (*genicola*), non rigidi, formati da cellule oblunghe deputate all'articolazione del tallo che, così strutturato, risulta flessibile alla pressione idrodinamica laterale. Contrariamente alle alghe rosse incrostanti che hanno un portamento prostrato, queste specie (*Corallinales Articolatae*) hanno un portamento sempre eretto.



*Corallina elongata*, tallo vivo, ma privo di calcificazione. Nella foto accanto, si notano concettacoli maturi che sotto forma di piccole urne mostrano per trasparenza il loro contenuto (spore?). Il tallo non calcificato è raro in natura, di solito è un segnale di ambiente alterato per presenza di ortofosfati che limitano o impediscono la calcificazione delle pareti cellulari. Questo fenomeno è riproducibile in coltura di laboratorio.



a2) esempi di presenza di "adattamenti meccanomorfici" nelle alghe rosse calcaree.

*Corallina officinalis* è costituita, come tutte le *Articolatae*, da articoli ramificati, con proporzioni "ridotte" del tallo e "brevi" degli articoli che la costituiscono (solitamente longilinei ed eleganti). Questo adattamento meccanomorfico è atto a sopportare l'energia dei frangenti che caratterizzano i biotopi in cui questa specie vive solitamente esposta.



*Lithophyllum (Titanoderma) trochanter* è costituito da escrescenze cilindriche, talvolta ramificate dicotomicamente, che generano un pulvino emisferico a portamento cespuglioso. Questa specie ben si presta a testimoniare la direzione e l'intensità della corrente attraverso l'assunzione di una data forma: le escrescenze infatti possono presentarsi "comprese", ridotte (se sottoposte a pressione, a sinistra della foto) o "allungate" in condizioni di calma, come nelle parti che nella figura risultano più intensamente pigmentate.



*Lithophyllum racemus* tallo costituito da escrescenze bitorzolute che si dipartono da una zona centrale, qui su substrato detritico; questa rodolite assume spesso una forma relativamente regolare a bolla, a testimonianza del fatto che è tanto più subsferica quanto più l'energia di fondo contribuisce a farla rotolare regolarmente. Lo sviluppo, accrescimento e differenziamento cellulare nella porzione di tallo più esposta alla luce contribuiscono a facilitare il rotolamento nel tempo, fino al ristabilirsi di un nuovo baricentro.



Rodoliti *boxwork* costituiti da un nucleo minerale e dalla sovrapposizione periferica di almeno due specie di corallinali. Le lamine nella foto appartengono a *Lithophyllum dentatum* che può vivere nelle forme libere in ambiente caratterizzato da forte energia di fondo atta a garantire un frequente rotolamento.



*Neogoniolithon brassica-florida* è una specie epilittica, euriecia, cioè con ampia valenza ecologica, in grado di insinuarsi negli interstizi di altre alghe calcaree e/o animali (ad es. molluschi vermetidi del genere *Dendropoma*) fungendo da cementante (come si può notare nella foto accanto). Mentre nel Mediterraneo questa specie contribuisce alla formazione del marciapiè (o *trottoir*) del mediolitorale, nei mari caldi, assieme ad altre corallinali contribuisce alla "cementazione" delle barriere coralline o *coral reef*.



b) suddivisione in piani bionomici

Marciapiè (*trottoir*) a *Lithophyllum byssoides*: è un facile esempio fruibile su cui, a livello di marea, si nota l'ampiezza del sopralitorale, dove è garantita una umettazione occasionale, ma sufficiente, frequente, ma non costante, dovuta alle onde. L'ampiezza di questo piano bionomico, segnata dalla presenza-sopravvivenza di cianoficee endolitiche, corrisponde allo spazio verticale che intercorre tra il limite superiore, dove la fascia grigia si estingue e il limite inferiore dove compare il *trottoir* e inizia il mediolitorale.

Vi sono molti altri esempi sulla distribuzione della pigmentazione in funzione della elettività alla luce delle specie (fotofilia; sciafilia), sulla distribuzione batimetrica rispetto al flusso radiante, sul fotoadattamento, sulla vitalità, sull'eterogeneità dei colori (tavolozza naturale), sulle pigmentazioni (che invitano a considerare la biodiversità non solo come strutturale, ma anche come funzionale, dove la molteplicità dei pigmenti fotosintetici e accessori garantiscono tutta una modularità di acquisizione dell'energia luminosa), sulle singole specie in rapporto diretto con la ricchezza dei popolamenti nei vari ambienti: più l'ambiente risulta eterogeneo, più è probabile che il "flusso radiante" sia pienamente acquisito in tutte le sue componenti, altrimenti dissipate.



BALLESTEROS E., 2006 - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 44: 123-195.

La più recente sintesi delle conoscenze sul coralligeno in Mediterraneo (in inglese).

BRESSAN G., BABBINI L., 2003 - Biodiversità marina delle coste italiane: Corallinales del Mar Mediterraneo: guida alla determinazione. *Biologia Marina Mediterranea*, 10 (suppl. 2): 1-237.

Ottima guida con ricca iconografia anche a colori per il riconoscimento delle alghe corallinacee del Mediterraneo, vedi anche <http://www2.units.it/~biologia/corallinales/index.htm>

BRESSAN G., BABBINI L., GHIRARDELLI L., BASSO D., 2001 - Bio-costruzione e bio-distruzione di Corallinales nel mar Mediterraneo. *Biologia Marina Mediterranea*, 8 (1): 131-174.

È una rassegna delle conoscenze sulle varie tipologie di biocostruzioni in cui intervengono le Corallinales e sui processi di demolizione delle stesse costruzioni.

CASELLATO S., STEFANON A., 2008 - Coralligenous habitat in the Northern Adriatic Sea: an overview. *Marine Ecology an evolutionary perspective*, 29 (3): 321-324.

Una sintesi delle conoscenze sulle formazioni organogene dell'Alto Adriatico.

CHEMELLO R., DIELE T., ANTONIOLI F., 2000 - Il ruolo dei "reef" a Molluschi vermetidi nella valutazione della biodiversità in Mare e Cambiamenti globali. *Quaderni ICRAM*, Roma: 105-118.

Articolo in cui si evidenzia come le formazioni a Vernetidi che si sono formate nei secoli possono essere utilizzate non solo per descrivere la notevole biodiversità ma anche i cambiamenti climatici.

CICOGNA F., CATTANEO-VIETTI R., 1994 - Il Corallo rosso in mediterraneo, arte storia e scienza. *Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali, Edizioni Gutenberg*, Sorrento: 263 pp.

CICOGNA F., BAVESTRELLO G., CATTANEO-VIETTI R., 1994 - Biologia e tutela del Corallo rosso e di altri ottocoralli del Mediterraneo. *Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali*, Roma: 338 pp.

Sono due importanti volumi in cui vengono trattati i vari aspetti collegati al corallo dall'arte alla normativa, dalla pesca alla scienza, ecologia e biologia.

COSTA F., COSTA M., SAMPIETRO L., TURANO F., 2002 - Enciclopedia illustrata degli invertebrati marini. *Arbitrio Editori*, Scilla (RC): 239 pp.

Ricca documentazione fotografica a colori dei principali invertebrati marini.

FURNARI G., GIACCONE G., CORMACI M., ALONGI G., SERIO D., 2003 - Biodiversità marina delle coste italiane: catalogo del macrofitobenthos. *Biologia Marina Mediterranea*, 10 (1): 482 pp.

Lista delle specie vegetali dei mari italiani con informazioni sulla loro distribuzione nelle diverse regioni.

GAMBI M.C., DAPPIANO M. (a cura di), 2003 - Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos mediterraneo. *Biologia Marina Mediterranea*, Vol 10 (Suppl.).

Manuale, pubblicato dalla SIBM in italiano ed in inglese, all'interno del quale sono rivisti i principali metodi di indagine del benthos cioè degli organismi che vivono in contatto con il substrato. In particolare si consigliano i capitoli: I fondi duri; Macrofitobenthos; Monitoraggio delle popolazioni animali naturali.

GIACCONE G., 2007 - Il Coralligeno come paesaggio marino sommerso: distribuzione sulle coste italiane. *Biologia Marina Mediterranea*, 14 (2): 124-141.

Relazione all'interno della quale il coralligeno viene esaminato sotto l'aspetto di paesaggio sommerso dei mari italiani.

GIACCONE G., DI MARTINO V., 2002 - Past, present and future of vegetational diversity and assemblages on Mediterranean Sea. *Proceedings of the first mediterranean Symposium on marine Vegetation*. Ed. UNEP/RAC/SPA, Tunis: 34-59.

Volume in inglese che descrive anche gli aspetti fitosociologici consultabile sul sito del RAC/SPA.

LOUISY P., 2006 - Guida all'identificazione dei pesci marini d'Europa e del Mediterraneo. *Il Castello ed.*, 432 pp.

Una delle più recenti guide per il riconoscimento dei pesci marini, con ottime foto.

MINELLI A., LA POSTA S., RUFFO A., 1993-95 - Checklist delle specie della fauna italiana. *Calderini*, Bologna. Elenca tutte le specie note della fauna italiana, rendendo possibile l'uso di una nomenclatura corretta e unificata. Disponibile anche online all'indirizzo <http://faunaitalia.it/checklist>. L'aggiornamento per le specie marine è su: <http://www.sibm.it/CHECKLIST/principalechecklist.htm>.

PONTI M., MESCALCHIN P., 2008 - Maraviglie sommerse delle Tegnue. Guida alla scoperta degli organismi marini. *Editrice La Mandragora S.r.l.*: 421 pp. Recentissimo volume riccamente illustrato con foto, disegni e cartine che descrive le formazioni coralligene dell'Alto Adriatico dette tegnue e/o trezze. Vengono illustrate anche le singole componenti, cioè le specie che costituiscono tali comunità.

PRONZATO R. (a cura di), 2000 - Il Corallo. L'oro rosso del Mediterraneo. *Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell'Università di Genova*, 64-65 (2000): 94 pp. Volumetto in cui vengono sintetizzate le principali conoscenze e problematiche sul corallo rosso ed il suo sfruttamento.

RIEDL R., 1991 - Fauna e flora del Mediterraneo. *Franco Muzzio Editore*: 778 pp. Guida con molti disegni per l'identificazione delle principali specie marine del Mediterraneo.

## Glossario

> Alloctona/aliena: specie di altre aree geografiche, introdotta accidentalmente o volutamente dall'uomo o migrata attraverso vie artificiali di comunicazione tra oceani e mari.

> Associazione: aspetto permanente, detto anche facies, presentato da una biocenosi quando la predominanza locale di determinati fattori produce l'esuberanza di una o di un numero esiguo di specie (caratteristiche o preferenziali) soprattutto vegetali, legate tra loro da compatibilità ecologica (parametri di fattori ambientali) e da affinità corologica (distribuite nelle stesse regioni).

> Autoctona: specie originaria dell'area geografica in cui vive o almeno presente in essa da lungo tempo e quindi naturalizzata. È il contrario di specie alloctona.

> Benthos: insieme di organismi acquatici viventi a livello del substrato e/o legati ad esso da uno stretto rapporto di tipo funzionale.

> Biocarsismo/bioerosione: fenomeno che presiede all'escavazione/erosione di rocce organogene o calcaree ad opera di organismi.

> Biocenosi: insieme di organismi viventi, legati da rapporti di interdipendenza in un biotopo (area geografica) con caratteristiche dominanti omogenee; ogni biocenosi comprende fitocenosi (formate da vegetali) e zoocenosi (formate da animali). Le specie che caratterizzano una biocenosi sono statisticamente fedeli tra di loro e condividono i valori medi dei fattori ambientali (biotopo) e non sono necessariamente specie dominanti. Le nozioni di biocenosi e di associazione fitosociologica, hanno un significato descrittivo di tipo qualitativo, quelle di comunità e di popolamento di tipo quantitativo, ma a volte in letteratura sono usate con significato simile.

> Biocostruzione: edificazione di un substrato (organico e/o inorganico) da parte di organismi viventi che in alcuni casi persiste anche dopo la loro morte. La biocostruzione è un fenomeno altamente dinamico, risultato dell'equilibrio tra l'azione dei costruttori e quella dei demolitori e su scala temporale sufficientemente ampia.

> Biodemolitori: specie di organismi vegetali e animali capaci di perforare o di erodere (bioeroders species) formazioni viventi (biocostruzioni) o rocce calcaree.

> Bionomia: insieme di regole che determinano e descrivono la distribuzione degli organismi (es. la bionomia bentonica descrive con criteri ecologici la distribuzione del benthos nei piani del dominio bentonico).

> Biotopo: area geografica, di superficie o volume variabile, nella quale i fattori ambientali presentano valori medi relativamente stabili nel tempo e nello spazio pur nella dinamica dell'evoluzione nelle relazioni ecologiche degli elementi del paesaggio.

> Cenosi/Cenotico: insieme di organismi legati da compatibilità nelle esigenze ambientali.

> Climax: stadio maturo e finale nell'evoluzione naturale delle comunità in situazione di relativa stabilità, sotto l'influenza di fattori climatici o edafici.

> Colonialità: condizione per cui gli individui, formati in seguito a riproduzione asessuata, restano in connessione condividendo tessuti e/o organi in misura variabile. Nella colonia i diversi individui possono essere morfologicamente differenziati, svolgere funzioni diverse e condividere risorse trofiche.

> Criptico: aspetto, colorazione o collocazione, tali da rendere difficilmente visibile un animale sullo sfondo dell'ambiente in cui si trova (es. affinità per microcavità, per animali coloniali, per vegetali frondosi, ecc.).

> Detritico costiero: Fondali mobili ad elevata componente sabbiosa e detritica organogena (derivata da gusci e scheletri di organismi marini) con prevalenza di sabbie che ospitano nell'Infralitorale inferiore e nel Circolitorale una biocenosi (DC) che presenta diverse facies in funzione della prevalenza di certe componenti animali e/o vegetali.

> Dioica: pianta che ha i fiori maschili separati da quelli femminili su due piante differenti (cioè su due case o oikos).

> Edafico: attinente al substrato.

> Endemismo: distribuzione ristretta ad una determinata area geografica (es. Mediterraneo). Se la distribuzione interessa aree geografiche vicine si parla di "Paraendemismo" (es. Atlantico europeo-Mediterraneo occidentale).

> Epibenthos: vegetali e animali fissati sopra altri organismi (detti allora epibionti) o su substrati non viventi.

> Epifita: pianta o animale che si accresce su una pianta detta basifita.

> Epigeo: che sta sopra la superficie del substrato.

> Euriecia: specie che è in grado di vivere in biotopi diversi, cioè con caratteristiche ambientali differenti.

> Eurialina: specie in grado di tollerare ampie variazioni della salinità.

> Eurifotica: specie in grado di tollerare ampie variazioni di luminosità.

> Euriterma: specie in grado di tollerare ampie variazioni della temperatura.

> Eurivalenti: organismi che si adattano a condizioni variabili dei fattori ambientali.

> Eutrofizzazione: arricchimento dell'acqua con nutrienti necessari per l'accrescimento delle piante. Attualmente questo termine viene usato per indicare un eccessivo arricchimento di nutrienti con conseguenze negative sull'ambiente.

> Facies: aspetto permanente presentato da una biocenosi quando la predominanza locale di determinati fattori produce l'esuberanza di una o di un numero esiguo di specie soprattutto animali.



> Fenologia: scienza che studia i rapporti tra i fenomeni climatici e le manifestazioni stagionali della vita animale e vegetale.

> Fitale: il termine equivale a vegetale e generalmente si dice fitale un sistema ecologico dove le condizioni ambientali sono favorevoli allo svolgimento della vita delle piante.

> Fitosociologia: scienza che studia i popolamenti vegetali sotto l'aspetto della composizione e della struttura in rapporto con i valori dei parametri dei fattori ambientali e delle relazioni inter-specifiche; la sinfitosociologia studia i paesaggi determinati da un insieme di associazioni vegetali del territorio.

> Floristico: relativo alla composizione in specie delle comunità vegetali.

> Fotofilo: organismo che preferisce gli ambienti ben illuminati.

> Fotosintesi: processo di organizzazione del carbonio, che utilizza l'energia solare.

> Gregarismo: tendenza degli individui di una popolazione ad insediarsi gli uni accanto agli altri come succede in molti serpuli, cirripedi e nei vermetidi.

> Habitat engineers/specie ingegneri: sono specie che modificano la diversità e/o la struttura dell'habitat con la loro forma o con il loro comportamento, influenzando così la biodiversità nella comunità.

> Habitat formers/specie costruttrici o strutturanti: sono le specie che costruiscono o strutturano spazialmente (structural species) gli habitat fornendo risorse aggiuntive o modificando fattori ambientali che favoriscono l'insediamento di altri componenti della comunità.

> Indicatore ecologico: è una specie o un gruppo di specie stenovalenti la cui presenza è legata a determinati valori di fattori ambientali.

> Indice sinecologico: è un rapporto tra elementi biologici di una comunità che dà informazioni sulla qualità o stato ecologico dell'ambiente.

> Interstiziale: si dice della fauna che vive negli interstizi delle formazioni organogene o fra i granuli di sedimento.

> Ipogeo: che è nel terreno, sotto la superficie del substrato.

> Lofoforo: ripiegamento, presente nei briozoi e nei brachiopodi, che circonda la bocca, circondato da tentacoli ciliati in continuo movimento che e che favoriscono l'apporto di ossigeno e nutrimento.

> Maëri: formazione costituita da cospicui accumuli di alghe rosse calcaree ramificate e libere su fondo mobile esposto a correnti di fondo.

> Matte/intermatte: le matte è una biocostruzione a forma di scalino e rialzata dal fondo dovuta alla crescita verticale dei rizomi di *Posidonia oceanica* e costituita da radici e fusti con cospicuo sedimento accumulato. L'intermatte è l'area all'interno di una prateria in cui tale costruzione si interrompe.

> Microstenoterma: comunità o organismo che esige ambienti con valori di temperatura che oscillano entro ranges molto bassi.

> Oligotopia : caratteristica di comunità di organismi formate da poche specie.

> Olocarpi: è un metodo di formazione dei

gameti nella riproduzione, nel corso della quale tutti i nuclei del citoplasma danno origine a cellule riproduttive.

> Ortotropo: fusto rizomatoso ad accrescimento sub-verticale delle angiosperme marine.

> Paucispecifico: attributo di popolamenti (biocenosi o associazione) formati da poche specie, mentre plurispecifico si riferisce ad un popolamento relativamente ricco di specie.

> Piano: spazio verticale del dominio bentonico marino nel quale le condizioni ecologiche sono costanti o variano gradualmente tra i due valori critici che lo delimitano.

> Plancton: insieme di organismi che vivono nella colonna d'acqua e che sono soggetti ai suoi movimenti, in quanto sono capaci solo di esigui movimenti autonomi.

> Planctonofago: relativo alla caratteristica di alcuni organismi di nutrirsi di plancton.

> Produttori primari: organismi capaci di organizzare il carbonio (autotrofi).

> Psammofilo: specie o insieme di specie (biocenosi, associazione, facies) che predilige un substrato sabbioso.

> Reclutamento: inserimento di giovanili di una o più specie all'interno di un biotopo o di una biocenosi condivisi con la popolazione adulta.

> Sciafite: organismo che preferisce ambienti in ombra, non esposti direttamente alla luce solare.

> Sinecologico: approccio di studio dell'ecologia che si occupa della composizione e della struttura delle comunità di organismi.

> Sintassonomiche: sistema di classificazione gerarchica dell'insieme di popolamenti (associazioni) vegetali.

> Serie successionale: l'insieme delle associazioni che si succedono man mano che la comunità passa da una fase nella quale prevalgono specie pioniere dotate di debole capacità competitiva ad una fase nella quale si affermano specie dotate di forte capacità competitiva.

> Sospensivoro: organismo che si nutre di particelle organiche sospese nell'acqua.

> Stenoalina: relativo alla capacità a sopportare limitate variazioni della salinità.

> Stenovalenti: organismi che vivono soltanto in condizioni ben definite di fattori ambientali.

> Tofolo: ingrossamento alla base dei rami primari delle Cistoseire con funzione di struttura di riserva per favorire la ripresa della vegetazione nella stagione favorevole.

> Trasparenza: la trasparenza indica la proprietà dell'acqua di mare a lasciarsi attraversare dalla radiazione solare visibile.

> Trofico: riguardante l'alimentazione.

> Vegetazione fotofila e sciafila: insieme di organismi che presentano il punto di compensazione fotosintetica al di sopra (fotofille) o al di sotto (sciafile) dell'1% della radiazione incidente sulla superficie dell'acqua.

> Vicarianza: fenomeno per il quale organismi morfologicamente simili ma non strettamente affini dal punto di vista filogenetico, ma ecologicamente equivalenti, occupano le stesse nicchie ecologiche (hanno lo stesso ruolo) in aree geografiche differenti.

## Indice delle specie

*Acanthaster planci* - 136  
*Acanthella acuta* - 52  
*Acantholabus palloni* - 80, 81  
*Acasta spongites* - 18, 65  
*Acella attenuata* - 77  
*Acrothamnion* - 34  
*Acrothamnion preissii* - 133  
*Adeonella* - 59, 110  
*Adeonella calveti* - 61  
*Agelas oroides* - 53, 66  
*Aka* - 54  
*Alcyonium acaule* - 13, 16, 58  
*Alcyonium coralloides* - 58  
*Alpheus* - 16  
*Amphilocheus* - 75  
*Anomia ephippium* - 64, 67  
*Antedon mediterranea* - 16, 77  
*Anthias anthias* - 80  
*Anthothamnion cruciatum* - 94  
*Aora* - 76  
*Aphanis fasciatus* - 104  
*Aplidium* - 65  
*Aplysina* - 56  
*Aplysina aerophoba* - 56  
*Aplysina cavernicola* - 16, 53, 58  
*Apogon imberbis* - 83  
*Apseudes latreilli* - 107  
*Aragosta* - 15, 76, 131  
*Arca barbata* - 64  
*Arca noae* - 107  
*Arthrocladia villosa* - 39, 47  
*Ascidia* - 63, 65  
*Aspidosiphon* - 73  
*Aspidosiphon muelleri* - 73  
*Astice* - 76  
*Astroides calycularis* - 65, 116, 118, 143  
*Astrosparius mediterraneus* - 77  
*Athanas* - 16  
*Axinella* - 17  
*Axinella cannabina* - 52  
*Axinella damicornis* - 52, 66  
*Axinella polypoides* - 8, 52  
*Axinella vacceleti* - 52  
*Axinella verrucosa* - 52  
*Balano* - 7, 11, 65, 93, 104, 105  
*Balanus amphitrite* - 104  
*Balanus eburneus* - 104  
*Balanus improvisus* - 104  
*Balanus perforatus* - 65  
*Balanus spongicola* - 65  
*Balssia gastri* - 58, 67, 76  
*Balssia noeli* - 76  
*Barleela unifasciata* - 100  
*Barracuda* - 81  
*Bathynectes maravigna* - 112, 113  
*Bispira mariae* - 63  
*Boga* - 80, 81  
*Bolma rugosa* - 75

*Bonellia* - 73  
*Bonellia viridis* - 71, 73  
*Boops boops* - 80  
*Botryllus schlosseri* - 104  
*Bowerbankia gracilis* - 104  
*Brachidontes pharaonis* - 100  
*Buccinum corneum* - 75  
*Bugula* - 60  
*Bugula plumosa* - 60  
*Buskea* - 59  
*Cacospongia* - 18, 52  
*Cacospongia mollior* - 52  
*Cacospongia scalaris* - 52  
*Caelorinchus caelorhincus* - 112  
*Calamaro* - 64  
*Calcinus tubularis* - 101  
*Callostoma* - 75  
*Callochiton achatinus* - 75  
*Callophyllis laciniata* - 39  
*Callopora* - 60  
*Calothrix* - 34  
*Calpensia nobilis* - 110  
*Caprella* - 76  
*Cardita caliculata* - 100  
*Caryophyllia smithi* - 16, 58  
*Castagnola* - 37, 80, 81, 87  
*Castagnola rossa* - 80, 87  
*Caulerpa* - 133  
*Caulerpa racemosa* - 109, 129  
*Caulerpa racemosa* var.  
*cylindracea* - 133  
*Caulerpa taxifolia* - 129, 133  
*Cefalo dorato* - 85  
*Cellaria* - 59  
*Cellaria salicornioides* - 62  
*Celleporina caminata* - 16  
*Celleporina mangneviliana* - 61  
*Centrostephanus longispinus* - 23, 77  
*Ceramium* - 38, 91  
*Ceramium ciliatum* - 94  
*Ceramium elongata* - 94  
*Ceramium rubrum* var. *barbatum* - 94  
*Cernia* - 27, 84, 114, 131, 132  
*Cernia bruna* - 84  
*Cernia dorata* - 84  
*Cernia rossa* - 84  
*Chaetomorpha mediterranea* - 93  
*Chama gryphoides* - 64  
*Charonia charonia* - 75  
*Charonia lampas* - 75  
*Chartella* - 59  
*Chimaera monstrosa* - 112  
*Chiton corallinus* - 73  
*Chitone* - 73  
*Chlamys* - 64  
*Chondrosia reniformis* - 53  
*Chromis chromis* - 37, 80

*Cicala* di mare - 76  
*Cidaris cidaris* - 77  
*Ciona edwardsi* - 65  
*Cirriformia filigera* - 107  
*Cirripede* - 63  
*Cladocora* - 126, 129  
*Cladocora caespitosa* - 11, 108, 109, 118, 126, 143  
*Clanculus* - 75  
*Clathrina clathrus* - 52  
*Clathrina coriacea* - 142  
*Clavelina* - 65  
*Cliona* - 23, 55, 93, 112  
*Cliona celata* - 55  
*Cliona janitrix* - 55  
*Cliona schmidtii* - 55  
*Cliona viridis* - 17, 34, 54, 55, 72  
*Codium* - 34, 39  
*Codium bursa* - 34  
*Colomastix* - 75  
*Conger conger* - 15, 84  
*Conopea calceola* - 65  
*Conopeum seurati* - 104  
*Corallina* - 93, 94  
*Corallina elongata* - 88, 89, 90, 148  
*Corallina officinalis* - 148  
*Coralliophila* - 75  
*Corallium* - 68  
*Corallium rubrum* - 16, 58, 62, 66, 75, 115, 119  
*Corallo* - 67, 68, 69, 76  
*Corallo bianco* - 72, 111, 112, 113, 129, 131, 143  
*Corallo del Pacifico* - 68  
*Corallo rosso* - 8, 11, 16, 49, 55, 56, 66, 67, 68, 69, 76, 115, 125, 132, 135, 138  
*Cordylophora caspia* - 104  
*Coris julis* - 79, 82  
*Corophium acherusicum* - 104, 107  
*Corophium acutum* - 107  
*Corophium insidiosum* - 104  
*Corophium sextonae* - 107  
*Corvina* - 78, 83  
*Coryphella* - 75  
*Crambe* - 54  
*Crella elegans* - 53  
*Cressa* - 76  
*Crisia* - 60  
*Cryptonemia* - 38  
*Cryptonemia lomation* - 47  
*Cutleria* - 34, 39  
*Cyathura carinata* - 104  
*Cymatium cutaceum* - 75  
*Cymatium parthenopaum* - 75  
*Cymodoce truncata* - 76  
*Cystodytes dellechiaiei* - 65

*Cystoseira* - 34, 99, 121  
*Cystoseira amentacea* - 91, **97**  
*Cystoseira amentacea* var. *stricta* - 97, 99, **100**  
*Cystoseira brachycarpa* var. *claudiae* - 35, 39  
*Cystoseira corniculata* - 35, 39, 119  
*Cystoseira dubia* - 35, 119  
*Cystoseira foeniculacea* - 34  
*Cystoseira funkii* - 35  
*Cystoseira jabukae* - 35  
*Cystoseira spinosa* - 34, **35**  
*Cystoseira stricta* - 97  
*Cystoseira usneoides* - 35, 39, 119  
*Cystoseira zosteroides* - 35, 38, **39**, 119  
*Dasyatis pastinaca* - 86, **87**  
Dattero di mare - 23, 64  
*Delectopecten vitreus* - 112  
*Dendrophyllia ramea* - 21, 65  
*Dendropoma* - 97, 98, 101, 149  
*Dendropoma* (Novastoa) *petraeum* - **95**, **97**, 99, 101, 116, 120  
Dente di cane vedi balano - 65  
*Dentex dentex* - 81, 131, **132**  
Denticce - 81, 82, 84, 131, **132**  
*Desmacella inornata* - 112  
*Desmophyllum* - 111  
*Desmophyllum dianthus* - 111, 112  
*Dexamine* - 76  
*Dictyonella incisa* - 53  
*Dictyonella obtusa* - 52  
*Dictyota* - 99  
*Diplastrella* - 54  
*Diplodus* - 81, 82  
*Diplodus annularis* - 82  
*Diplodus puntazzo* - **82**, 131, 132  
*Diplodus sargus sargus* - 82, **130**, 131  
*Diplodus vulgaris* - 82  
*Dipolydora* - 72  
*Dipolydora rogeri* - 17, 72  
*Discodoris atromaculata* - 23, **24**, 56, 75  
*Ditrupe arietina* - 77  
*Dodecaceria concharum* - 72  
Donzella - **79**, 82, 86  
Donzella pavonina - 82  
*Dysidea* - 18  
*Dysidea avara* - 66  
*Eatonina cossuriae* - 100  
*Echinus melo* - 23, 34, 77  
*Elasmopus* - 76  
*Electra posidoniae* - 60  
*Entalporhorecia* - 59  
*Enteromorpha* - 107  
*Entophysalis* - 34  
*Epinephelus costae* - 84  
*Epinephelus marginatus* - 84, **114**, 131  
*Eriphia verrucosa* - 100  
*Erosaria spurca* - 75  
*Etmopterus spinax* - 112

*Eualus occultus* - 76  
*Euchirograpsus liguricus* - 76  
*Eudendrium* - 56, 57  
*Eudendrium glomeratum* - 57  
*Eulalia viridis* - 107  
*Eumida sanguinea* - 107  
*Eunice* - 72  
*Eunice norvegica* - 72, 112, 113  
*Eunice siciliensis* - 72  
*Eunicella* - **48**, 75, 76  
*Eunicella cavolinii* - 14, 17, **57**, 119, **125**  
*Eunicella singularis* - 14, 17, 58, 119  
*Eunicella verrucosa* - 58  
Falso corallo - 59  
*Fenestrulina malusii* - 60  
*Ficopomatus* - 11, 103, 104, 105, 107  
*Ficopomatus enigmaticus* - **102**, 103, 118, **119**, **144**  
*Filograna* - 63, 67  
*Filograna implexa* - 16  
*Filigranula gracilis* - 112  
*Filigranula stellata* - 112  
*Flabellina* - **75**  
Galatea - 76  
Denticce - 81, 82, 84, 131, **132**  
*Galathea nexa* - 76  
*Galathea strigosa* - 76  
*Galeus melastomus* - 112  
Gamberetto - 70  
Gamberetto fantasma vedi parapandalo - 76  
Gambero - 70  
*Gammarus aequicauda* - 104  
*Gammarus insensibilis* - 104  
*Gastrochaena dubia* - 64  
Gattopardo - 86  
Gattuccio - 86  
*Gelidium* - 34, 47  
*Gelidium pusillum* - 94  
Ghiozzetto di laguna - 104  
Ghiozzo - 85, 131  
Ghiozzo bocca rossa - 85  
Ghiozzo delle Baleari - 85  
Ghiozzo dorato - 85  
Ghiozzo gattopardo - 85  
Ghiozzo geniporo - 85  
Ghiozzo listino - 85  
Ghiozzo rasposo - 85  
Giglio di mare - 16, 71  
*Gitana* - 75  
*Gnathia maxillaris* - 76  
*Gnathia phallanajopsis* - 107  
*Gobius auratus* - 85  
*Gobius bucchichi* - 85  
*Gobius cruentatus* - 85  
*Gobius geniporus* - 85  
*Gobius vittatus* - 85  
*Goniolithon byssoides* vedi *Lithophyllum* (Titanoderma) *trochanter* - 116  
Gorgonia - 16, 56, 59, 62, 72, 77, 80, 86, 125, 128, 131, **134**, 141, 143  
Gorgonia candelabro - 14  
Gorgonia gialla - 14, 65  
Gorgonia rossa - 63, 64, 65  
*Gracilaria* - 38  
Granchio - 70, 76  
Grongo - 15, 27, 84, 86  
*Haliclona citrina* - 53  
*Haliclona fulva* - 58  
*Haliclona mediterranea* - **53**  
*Haliclona mucosa* - 53, 58  
*Haliclona sarai* - 58  
*Halimeda* - 11, 29, 75  
*Halimeda tuna* - 21, **29**, **30**, 31, 32, **38**, 56, 99, 119, **146**  
*Halimeda tuna* f. *platydisca* - 33  
*Halocyntia papillosa* - 16, **17**, 65  
*Haplosyllis depressa chameleon* - 72  
*Haplosyllis spongicola* - 72  
Harmothoe - 72  
Harmothoe vesiculosa - 112  
Harpinia ala - 76  
*Hediste diversicolor* - 104  
*Helicolenus dactylopterus* - 112  
*Hemimyscyle columella* - 53  
*Hermodice carunculata* - 58, **72**  
*Hiatella arctica* - 64  
*Hildenbrandia rubra* - 118  
*Hincksinoflustra* - 59  
*Holothuria forskalii* - 77  
*Holothuria polli* - 77  
*Homarus gammarus* - 76  
*Hoplangia durotrix* - 58  
*Hoplolithus mediterraneus* - 112  
*Hornera frondiculata* - 59  
*Hyalinoecia* - 77  
*Hyatella arctica* - 34  
Hydroides - 63, 107  
*Hyella* - 34  
*Hymedesmia* - 54  
*Hypselodoris* - 75  
*Idmidronea* - 59  
*Inachus* - 76  
*Ipimedia* - 75  
*Ircinia* - 55  
*Ircinia variabilis* - 18, 58, 66  
*Jaeropsis brevicornis* - 76  
*Jania* - 34, 47  
*Jaspis* - 55  
*Jassa marmorata* - 107  
*Jassa ocla* - 107  
*Kallymenia* - 38  
*Kallymenia patens* - 47  
*Kallymenia spathulata* - 47  
*Knipowitschia panizzae* - 104  
*Kyrtuthrix* - 34  
*Labrus* - 81  
*Labrus fasciata* - 81  
*Labrus merula* - 81  
*Labrus mixtus* - 81  
*Labrus viridis* - 81  
*Laminaria ochroleuca* - 36, 39, 119  
*Laminaria rodriguezii* - 25, 36, 47

*Lanice conchylega* - **107**  
*Lappanella fasciata* - 80  
Laurencia - 91, 99  
*Laurencia papillosa* - 93  
*Lekanesphaera hookeri* - 104  
*Lekanesphaera monodi* - 104  
*Lepidasthenia* - 72  
*Lepidochiltona caprearum* - 100  
*Lepidonotus* - 72  
*Lepidopleurus cajetanus* - 75  
*Leptochelirus* - 75  
*Leptochelia savignyi* - 76, 107  
*Leptosammia pruvoti* - 16, 58, 65, 66  
*Liljeborgia* - 75  
Lima lima - 64  
*Lissodendoryx* - 54  
*Lithophaga* - 93  
*Lithophaga lithophaga* - 23, 34, **64**  
*Lithophyllum* - 11, 46, 49, 66, 70, 89  
*Lithophyllum* (= *Titanoderma*) *ramosissimum* - **147**  
*Lithophyllum* (*Goniolithon*) *papillosum* - 89, 91, 94, 118  
*Lithophyllum* (*Titanoderma*) *pustulatum* - 31, 46  
*Lithophyllum byssoides* - 89, **90**, 91, **92**, 93, 93, 94, 95, **97**, 99, 118, 120, **149**  
*Lithophyllum cabiochae* - 21, 133  
*Lithophyllum dentatum* - **149**  
*Lithophyllum expansum* - 15  
*Lithophyllum frondosum* - 11, 119  
*Lithophyllum incrustans* - 31  
*Lithophyllum lichenoides* - 92, 116, **117**, 132, 138  
*Lithophyllum racemosum* - 45, **149**  
*Lithophyllum stictaeforme* - 30, **31**, 36, **38**, 46, **147**  
*Lithophyllum* (*Titanoderma*) *trochanter* - 89, 91, 94, 116, 118, **147**, **148**  
*Lithophyllum tortuosum* - 92, 118  
*Lithothamnion* - 11, 46, 49, 92  
*Lithothamnion calcareum* vedi *Phymatolithon calcareum* - 115  
*Lithothamnion coralloloides* - 43, 45, **47**, 115, 118  
*Lithothamnion fruticosum* - 46  
*Lithothamnion minervae* - **43**, 46, 47, **148**  
*Lithothamnion philippii* - 31, 36, 46  
*Lithothamnion valens* - **43**, 45, 46  
*Liza aurata* - 85  
*Lobophora* - 34, 39  
*Lophelia* - 111, 112  
*Lophelia pertusa* - 111, 112  
*Lophogorgia ceratophyta* - 58  
*Lophogorgia sarmentosa* - 119  
*Lophosiphonia cristata* - 93  
*Lumbrineris* - 100, 107  
*Luria lurida* - 75  
*Lysidice* - 72  
*Lysidice ninetta* - 72

*Macropodia* - 76  
*Macropodia linaresi* - 76  
*Madrepora* - 111, 112  
*Madrepora oculata* - **111**, 112  
*Madreporaro* - 72  
*Maera* - **76**  
*Maera inaequipes* - 107  
*Magnosa grande* - **115**  
Mano di morto - 16  
*Margaretta* - 59  
*Margaretta cereoides* - 62  
*Margherita di mare* - **16**, 17  
*Marionia* - 75  
*Marphysa* - 72  
*Mastigocoleus* - 34  
*Megabalanus tulipiformis* - 65  
Menola - 80, 87  
*Mercierella enigmatica* - 103  
*Mesophyllum* - 11, 66  
*Mesophyllum alternans* - **20**, 21, 24, 30, 31, 32, 36, **46**, 127, 133  
*Mesophyllum lichenoides* - 15, 31, **32**, 36, 46, 118, **147**  
*Microcoleus* - 34  
*Microcosmus* - 65  
*Microcosmus sulcatus* - 16  
*Micromesistius poutassou* - 112  
*Microporella* - 60  
*Miniacina miniacina* - 93  
Mitile - 7, 11  
Mostella - 83  
*Mullus barbatus* - 85  
*Mullus surmuletus* - 85  
*Munida intermedia* - 112  
*Munida tenuimana* - 112  
*Muraena helena* - 15, **27**, 84  
Murena - 15, 27, 84, 86  
*Muricopsis cristata* - 75  
*Mustelus mustelus* - 86  
Mycale - 52  
*Mycteroperca rubra* - 84  
*Myriapora truncata* - 21, **59**, 110  
*Mytilaster lineatus* - 104  
*Mytilaster marioni* - 104  
*Mytilaster minimus* - 100, 107  
*Mytilus galloprovincialis* - **106**, 107  
*Myxicola aestetica* - 63  
*Nausithoe punctata* - **18**, 55, 56  
*Neanthes succinea* - 104  
*Nematopagurus longicornis* - 76  
*Neogoniolithon* - 11, **95**  
*Neogoniolithon brassica-florida* - 31, 46, 89, 90, 91, 94, 95, **97**, 99, 118, **149**  
*Neogoniolithon mammosum* - 15  
*Neosimnia* - 75  
*Neosimnia spelta* - 58, **74**  
*Nereis falsa* - 107  
*Neurocaulon* - 38  
*Nithophyllum tristromaticum* - 39  
Nono - 104  
*Notomastus lineatus* - 107  
*Oblada melanura* - 80  
Occhiata - 80  
*Octopus vulgaris* - 75  
*Odondebenia balearica* - 85

Ofiura - 71, 77  
Olioturia - 71, 77  
*Onchidella celtica* - 100  
*Ophidiaster ophidianus* - 77  
*Ophioderma* - **71**  
*Ophioderma longicaudum* - 77  
*Ophiopsila aranea* - 47  
*Ophiotrix fragilis* - 77  
Orata - 83  
Orecchia di elefante - 52  
*Oscarella* - 53  
*Oscarella lobularis* - **40**, **49**, 53, 66  
*Oscillatoria* - 34  
*Osmundaria* - 39  
*Osmundaria volubilis* - 47  
Ostrica - 7, 11  
*Pachastrella monilifera* - 112  
*Pachygrapsus marmoratus* - 100  
*Pachygrapsus maurus* - 100  
*Pachygrapsus transversus* - 100  
*Padina pavonica* - **99**  
Pagello garofino - 83  
*Pagellus bogaraveo* - 112  
*Pagellus erythrinus* - 83  
Pagro - 83  
*Pagrus pagrus* - 83  
Paguro - 70, 76  
*Pagurus anachoretus* - 76  
*Pagurus virens* - 76  
*Palinurus elephas* - **15**, 76  
*Palmophyllum* - 16, 34  
*Palola siciliensis* - 100  
Palombo - 86  
*Pandalina brevirostris* - 76  
*Parablennius rouxi* - 85  
*Parablennius zvonimiri* - 101  
*Paramuricea* - **48**  
*Paramuricea clavata* - 13, 52, **58**, 62, 63, 64, 72, 75, 76, 119, 125  
*Paranthura nigropunctata* - 76  
Parapandalo - 76  
*Parasmittina* - 110  
*Parazoanthus* - **48**, **50**  
*Parazoanthus axinellae* - **11**, **16**, 17, 58, 119  
*Parerythropodium coralloides* - 17, 58  
Pastenula bruna vedi mostella - 83  
*Pastinaca* - 86, **87**  
Patella - 132  
*Patella caerulea* - 100  
*Patella ulyssiponensis* - 100, **101**  
*Pentapora* - 59, **110**  
*Pentapora fascialis* - 16, 21, **61**, 62, 128  
*Pentapora ottomülleriana* - 110  
*Peperoncino* - 85  
Perchia - 81, 84  
*Percnon gibbesi* - 101  
*Periclimenes sagittifer* - 76  
*Periclimenes scriptus* - 76  
*Perinereis cultrifera* - 100, 107  
Pesce ago - 104  
Pesce coniglio scuro - 87



Pesce lucertola - 86  
 Pesce prete - **86**  
 Pesce San Pietro - **84**  
 Pesce scoiattolo - 87  
*Petricola lithophaga* - 64  
*Petrosia* - 23, 56, 75  
*Petrosia fificiformis* - **16**, **24**, 53, **55**, 58, 66  
*Peyssonnelia* - 11, 16, 24, 34, 38, 39, 46, 66, 75  
*Peyssonnelia bornetii* - **28**  
*Peyssonnelia harveyana* - 46, 47  
*Peyssonnelia inamoena* - 46, 47  
*Peyssonnelia magna* - 33, 47  
*Peyssonnelia polymorpha* - 31, **33**, 47  
*Peyssonnelia rosa-marina* - 31, **33**, 45, 47  
*Peyssonnelia rosa-marina* f. *saxicola* - 33  
*Peyssonnelia rubra* - 15  
*Phaeophila* - 34  
*Phascosoma strombii* - 73  
*Pholas dactylus* - 67  
*Phorbis* - 54  
*Phorbis tenacior* - 53, **54**, 66  
*Phycis blennioides* - 112  
*Phycis phycis* - 83  
*Phyllariopsis brevipes* - 36  
*Phyllariopsis purpurascens* - 36, 39  
*Phyllophora* - 39  
*Phyllophora crista* - 47  
*Phyllophora heredia* - 39  
*Phymatolithon calcareum* - 43, 45, **47**, 115, 118  
*Phymatolithon lenormandii* - 118  
*Pilumnus* - 76  
*Pinna nobilis* - 64  
*Pinna rudis* (= *Pinna pernula*) - 64  
*Pisinna glabrata* - 100  
*Plagioecia inoedificata* - 110  
*Plagioecia platidyscus* - 110  
*Platydoris argo* - **145**  
*Platynereis dumerilii* - 100  
*Pleraplysilla spinifera* - **51**, **69**  
*Plesionika narval* - 76  
*Poecillastra compressa* - 112  
*Polpo* - 64, 76  
*Polpo comune* - 75  
*Polycarpa* - 65  
*Polydora* - 11, 34  
*Polydora ciliata* - 104  
*Polydora hoplura* - 72  
*Polysiphonia* - 34, 38, 39, 91, 118  
*Polysiphonia opaca* - 94  
*Polysiphonia sertularioides* - 94  
*Pomatoceros lamarckii* - 107  
*Pomatoceros triquetus* - 63  
*Posidonia* - 123  
*Posidonia* - 31, 60, 72, 77, 105, 110  
*Posidonia oceanica* - 7, 14, 18, 24, 49, 50, 70, 79, 80, 83, 86, 97, 108, 118, 122, 123, 128, 138, 140  
*Protula* - **21**, 63, 67

*Pseudosimnia* - 75  
*Pseudosimnia carnea* - 67  
*Pteria hirundo* - 64  
*Pterocladia melanoidea* - 93  
*Ptilophora mediterranea* - 38  
*Puellina corbula* - 110  
*Puellina pedunculata* - 110  
*Pyrgoma anglicum* - 65  
*Pyura* - 65  
*Raspaciona* - 54  
 Re di triglie - 83  
*Reptadeonella violacea* - 110  
*Reteporella* - 59, 110  
*Reteporella grimaldii* - 62  
*Reteporella septentrionalis* - 67  
*Rhynchozoon* - 110  
 Riccio - 71, 75, 83  
 Riccio diadema - 77  
 Riccio matita - 77  
 Riccio melone - 77  
 Ricciola - 81  
*Rochinia rissoana* - 112  
*Rodriguezella* - 36, 38  
*Rodriguezella bornetii* - 36  
*Rodriguezella pinnata* - 36  
*Rodriguezella strafforelloii* - 36, 119  
 Rosa di mare - 59  
*Rynchozoon* - 62  
*Rythiphloeia tinctoria* - 47  
*Sabella pavonina* - 63  
*Sabella spallanzanii* - **63**  
*Sabellaria* - 11, 105, 106, 107  
*Sabellaria alveolata* - 7, 103, **105**, 107  
*Sabellaria halcocki* - 105, 107  
*Sabellaria spinulosa* - 105  
*Salmacina dysteri* - 21  
 Salpa - 83  
 Sarago - 81, 83  
 Sarago fasciato - 82, 83  
 Sarago maggiore - 82, 83, **130**, 131  
 Sarago pizzuto - **82**, 83, 131, 132  
*Sarcotragus foetidus* - 52, 58  
 Sardina - 80  
*Sardina pilchardus* - 80  
*Sargassum* - 34, 119  
*Sargassum hornschiuchii* - 34, 39  
*Sargassum trichocarpum* - 34, 39  
*Sargocentron rubrum* - 87  
*Sarpa salpa* - 83  
*Savalia* - 59  
*Savalia* (= *Gerardia*) - **16**  
*Savalia* (= *Gerardia*) *savaglia* - 13, 58, 76, 116  
*Scartella cristata* - 101  
*Schizobrachiella errata* - 110  
*Schizobrachiella sanguinea* - 62, 110  
*Schizomavella* - 110  
*Schizomavella auriculata hirsuta* - 62  
*Schizomavella cornuta* - 62  
*Schizoporella* - 110  
*Schizotheca serratimargo* - 59

*Schizothrix* - 34  
*Sciaena umbra* - **78**, 83  
 Sciarrano - 81, 84  
 Scorfano - 85  
 Scorfano nero - 85  
 Scorfano rosso - **85**  
*Scorpaena porcus* - 85  
*Scorpaena scrofa* - **85**  
*Scrupocellaria* - 60  
*Scyllorhinus canicula* - 86  
*Scyllorhinus stellaris* - 86  
*Scyllarides* - 76  
*Scyllarides latus* - **115**  
*Scyllarus* - 76  
*Scyllarus arctus* - **76**  
 Seppia - 64  
*Seriola dumerilii* - 81  
*Serpula vermicularis* - 63  
*Serpulorbis arenaria* - 64  
*Serranus cabrilla* - 81, 84  
*Serranus scriba* - 81, 84  
*Setosella cavernicola* - 110  
*Siganus luridus* - 87  
 Simnia - 75  
*Smittina cervicornis* - 21, 59, **62**, 67, 110  
 Sogliola - 86, 131  
 Solea - 86  
 Sparaglione - 82, 83  
*Sparus aurata* - 83  
*Spatangus purpureus* - 47  
*Spermothamnion* - 38  
*Sphaerechinus granularis* - 11, **23**, 77  
*Sphaerechinus granularis* - 34  
*Sphaeriodiscus placenta* - 77  
*Sphaeroma serratum* - 104  
*Sphyraena viridensis* - 81  
*Spicara maena* - 80  
*Spicara smarita* - 80  
*Spirastrella* - 54  
*Spirobranchus polytrema* - 63  
 Spirografo - 63  
*Spirorbis* - 67  
*Spiroxia* - 112  
*Spondylisoma cantharus* - **83**  
*Spondylus gaederopus* - **64**  
*Spondylus gussonii* - **112**  
 Spongia - 55  
*Spongia lamella* - 52  
*Spongia officinalis* - 52  
*Spongia virgulosa* - 55, 58  
*Spongites fruticulosus* - 31, 46  
*Sporochnus pedunculatus* - 39, 47  
*Sporolithon ptichoides* - 31  
*Spyroxia* - 54  
 Stella cuscino - 77  
 Stella marina - 71  
 Stella serpentina vedi ofiura - 71, 77  
*Stenocyathus vermiformis* - 112  
*Stenothoe* - 76  
*Stigonema* - 34  
*Stoeba* - 55  
*Striaria lactea* - 107

*Stylocidaris affinis* - **22**, 23, 77  
 Subadyte cfr. *pellucida* - 112  
 Syllis - 100  
 Symphodus - 81  
*Symphodus doderleini* - 81  
*Symphodus mediterraneus* - 81  
*Symphodus melanocercus* - 81  
*Symphodus tinca* - 81  
*Syngnathus abaster* - 104  
*Synodus saurus* - 86  
*Taenioma nanum* - 93  
*Tanais cavolini* - 76  
 Tanuta - **83**  
 Tartaruga marina - 79  
 Tenarea - 92  
*Tenarea tortuosa* - 89, 90, 91, **94**  
*Tenarea undulosa* - 118  
*Terebella lapidaria* - 107  
*Thalassoma pavo* - 82  
 Thoosa - 54  
*Thoralus cranchii* - 76  
*Thorogobius macrolepis* - 85  
*Thuridilla* - 75  
 Timea - 54  
 Tordo canino - 81  
 Tordo codanera - 81  
 Tordo di fondale - 81  
 Tordo fasciato - 81  
 Tordo fischietto - **81**, 86  
 Tordo marvizzo - 81  
 Tordo nero - 81  
 Tordo pavone - 81  
 Tordo rosso - 81, 86, 87  
 Torpedine - 86  
*Torpedo nobiliana* - 86  
*Trachinus* - 86  
 Tracina - 86  
*Trididemnum* - 65  
 Triglia di fango - 85  
 Triglia di scoglio - 85  
 Triglia dorata - 87  
*Triptolemus* - 55  
*Tryphosella simillima* - 76  
*Trypterigion delaisi* - 85, 101  
*Trypterigion melanurus* - 101  
*Trypterigion tripterionotus* - 101  
*Turbicellepora incrassata* - 61, 62  
*Tylodina perversa* - 56  
 Ulva - 107  
*Umbraculum mediterraneum* - 75  
*Umbraulva olivascens* - 39  
*Ucionella lunata* - 76  
*Upeneus moluccensis* - 87  
*Uranoscopus scaber* - **86**  
 Vacchetta di mare - 56  
 Valonia - 34  
 Verme di fuoco - 72  
 Verme intestino - 63  
*Vermetus* - 64  
*Vermetus triquetus* - 95, **97**  
 Vermocane - 72  
*Verruca spengleri* - 65  
*Womersleyella* - 34, 133  
*Womersleyella* (*Polysiphonia*) *setacea* - 133  
*Zanardinia* - 34, 39

Zerro - 80, 87  
 Zeus faber - **84**  
 Zonaria - 39  
*Zonaria tournafortii* - 39

Un vivo ringraziamento per la cortese collaborazione a Luca Lantieri (Università di Genova) e a Elisabetta Massaro, Sara Queirolo, Rossana Simoni (SIBM).

Un particolare ricordo per Anna Maria Proietti che ha collaborato con Francesco Cinelli per la parte iconografica.

Nel capitolo sulle alghe la parte relativa al cortalligeno è curata da Thalassia Giaccone e Giuseppe Giaccone, quella relativa ai fondi a rodoliti da Thalassia Giaccone, Giuseppe Giaccone, Daniela Maria Basso e Guido Bressan.

La Check-List di tutte le unità fitosociologiche descritte validamente per il Mediterraneo è riportata nel "Proceedings of the First Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (Ajaccio, 3-4 October 2000)".

La responsabilità di quanto riportato nel testo, nonché di eventuali errori ed omissioni, rimane esclusivamente degli autori.

Il volume è stato realizzato con i fondi del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Finito di stampare  
nel mese di settembre 2009  
presso le Arti Grafiche Friulane / Imoco spa - Udine

Printed in Italy