Bollettino Malacologico, Roma, **36** (1-4): 49-60, 2000 - Società Italiana di Malacologia

L'uso della malacofauna marina in conservazione della natura

Renato Chemello, Gianfranco Scotti, Marco Milazzo

KEY WORDS: marine conservation, marine reserve, Molluscs, Mediterranean Sea

ABSTRACT: **The use of malacofauna in marine conservation.** Some key-concepts of marine conservation have been considered from a malacological point of view. The authors put in evidence some risks of extinction for the marine malacofauna, depending on anthropogenic activities as habitat modifications, introductions of non-native species, fishery, and trade. The authors underline also the great lack of scientific data on mediterranean malacofauna, negatively affecting the assessment and the management of the species. In conservation biology, Molluscs can be viewed both as single "tools" (keystone, umbrella, flagship, indicator and vulnerable species) and as members of a community in biodiversity evaluation studies.

RIASSUNTO: Vengono rivisti brevemente i concetti-chiave che portano a considerare i Molluschi come buoni "strumenti di conservazione". Dopo aver messo in evidenza le principali cause che possono portare ad estinzione la malacofauna costiera, come le modificazioni dell'habitat, l'introduzione di specie alloctone, la pesca ed il commercio, vengono evidenziati i ruoli funzionali dei Molluschi, sia a livello di specie che di popolamento nella valutazione della biodiversità.

R. Chemello, G. Scotti, M. Milazzo, Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, via Archirafi 18 I-90123 Palermo (Italia). E-mail: chemello@unipa.it

INTRODUZIONE: una prefazione alla conservazione

La moderna conservazione della natura, tralasciando i romanticismi dell'ambientalismo occidentale (Grove, 1992), è una scienza dedicata a comprendere e controllare gli impatti umani sull'ambiente e sulle specie animali e vegetali (Primack, 1995). Questo per assicurare a tutti gli esseri viventi la possibilità di vivere e svilupparsi, più che essere guidati all'estinzione attraverso la distruzione dei loro ambienti. La biologia della conservazione è quindi la risposta scientifica alla crisi di biodiversità indotta dall'azione dell'uomo. La conservazione della natura ha il compito di mantenere funzionale il cosiddetto "sistema di supporto" alla vita, quel complesso insieme di specie e relazioni funzionali che rimane alla base per la sopravvivenza di ogni specie, compresa quella umana.

La *World Conservation Strategy* (1980) dell'UNEP, con IUCN e WWF, ha proposto tre obiettivi specifici per la conservazione delle specie viventi che possono riguardare, ovviamente, anche i Molluschi:

1. mantenere i processi ecologici essenziali ed i sistemi di supporto alla vita dai quali dipendono anche la sopravvivenza e lo sviluppo del genere umano.
2. preservare la diversità genetica (intendendo con questo il sistema di materiale genetico che si trova in tutti gli organismi viventi), dalla quale dipendono, tra l'altro, i programmi di fecondazione volti alla protezione ed al miglioramento delle specie domestiche così come alle biotecnologie che prevedono l'uso di risorse viventi.
3. permettere ed assicurare lo sfruttamento sostenibile di specie ed ecosistemi utilizzati sia dalle comunità rurali che dalle industrie.

Come si può capire, e contrariamente al "credo" comune, *conservazione* non significa solo e semplicemente *salvare* una specie (secondo l'opinione della maggior parte delle persone un uccello oppure un mammifero) dall'estinzione o un ambiente dalla distruzione, ma cercare di mantenere vitale tutto quel complesso di rapporti ed organismi difficile da evidenziare, che permette la sopravvivenza di comunità naturali, dell'intero ecosistema e soprattutto del genere umano. La scienza delle conservazione diventa, quindi, la gestione pianificata di una risorsa naturale, qualunque essa sia e qualsiasi dimensione essa abbia, dal livello di gene a quello ecosistemico.

La conservazione della natura è inoltre una scienza definibile "*time-limited*", cioè a tempi ristretti, in quanto i tassi di cambiamento e l'intensità degli impatti umani sul mondo naturale sono severi ed estesi, con un tasso di estinzione delle specie estremamente rapido e da 10 a 100 volte superiore al tasso di estinzione di fondo (Meffe & Carroll, 1994).

Va, inoltre, sempre ricordato che una buona politica di conservazione presuppone una valida base di conoscenze biologiche, non limitata alle sole necessità di determinazione (Boero, 1996) in progetti di ricerca applicata. A questo fine, il gruppo dei Molluschi, e nello specifico i Molluschi marini, hanno le caratteristiche di essere non solo l'oggetto di una qualsiasi opera di conservazione, in quanto specie in minacciate o in via di estinzione, ma anche lo "strumento" con il quale cercare di comprendere meglio l'utilità ed il fine di un'opera di conservazione.

I rischi per i Molluschi marini

Una delle evidenze di fondo della malacologia moderna è data dalla scarsità di conoscenze che si hanno sulle specie, sui lori cicli vitali e sulla loro diversità funzionale (Sutherland, 1978) o "ecodiversità" (Van Bruggen, 1995), cioè sul loro ruolo ecologico all'interno delle comunità. Cercando di spiegare meglio: conosciamo alla perfezione la morfologia e, con un dettaglio "molecolare", la posizione di molte, se non di tutte, le specie di

Molluschi conosciute all'interno della sistematica del gruppo ma abbiamo pochissime conoscenze su quelli che sono i cicli vitali delle stesse ed il ruolo che esse rivestono all'interno dei sistemi (GIANGRANDE *et al.*, 1997). Specie come *Bittium latreillii*, che rivestono un ruolo funzionale *probabilmente* importante nei sistemi costieri, almeno pari alla loro abbondanza, sono pressochè sconosciute se non per la loro relativa semplicità di determinazione (VERDUIN, 1976; 1982; VAN DER LINDEN & WAGNER, 1990).

Queste carenze ovviamente si ripercuotono sulla possibilità della loro conservazione: a tutt'oggi, e tranne che nei casi citati più avanti, i "buchi" conoscitivi sui meccanismi di estinzione dei Molluschi marini sono enormi. Ad esempio, WELLS (1995), in un volume monografico sulla conservazione dei Molluschi, dedica solo poche righe alle specie marine evidenziando unicamente i rischi causati dalla pesca e dal commercio. Se le carenze su scala mondiale sono elevate, nel Mediterraneo, con pochissime eccezioni (BOUDOURESQUE *et al.*, 1991), si è nell'ignoranza più totale.

Tornando al problema, sotto molti punti di vista i Molluschi, sia marini che terrestri, corrono gli stessi rischi di estinzione, soprattutto a causa di:

1. modificazione o distruzione degli habitat;
2. prelievo eccessivo, per pesca, collezionismo o commercio;
3. introduzione casuale o volontaria di specie alloctone.

È anche ovvio che sui Molluschi marini le minaccie di estinzione non agiscono da sole ma spesso si può invocare il principio di causalità multipla secondo il quale in molti fenomeni ecologici non è possibile distinguere una semplice relazione causa-effetto ma più cause differenti possono portare ad un solo effetto. La rarefazione di *Patella ferruginea* è un fenomeno probabilmente dovuto a più cause (LABOREL-DEGUEN & LABOREL, 1991): la sovrapesca a scopo alimentare, fin dal primo Olocene, e una probabile incapacità di resistere a mutamenti climatici come il tendenziale aumento della temperatura superficiale delle acque del Mediterraneo.

Modificazioni o distruzioni degli habitat

Per quanto riguarda la modificazione degli habitat, nell'ambiente marino il problema non riveste l'importanza che sembra avere sulla terraferma dove questa è, probabilmente, la principale causa di neoestinzione (LONG, 1997). In maniera conforme a questa considerazione generale, CARLTON (1993), presentando i quattro casi conosciuti di neoestinzione di Molluschi marini, mette in evidenza che alcuni di questi sembrano dipendere dall'azione diretta dell'uomo sull'ambiente.

Il gasteropode patelloideo *"Collisella" edmitchelli* sembra essere scomparsa a causa del peggioramento delle condizioni ambientali dovute all'incremento della popolazione umana lungo la fascia costiera californiana, così come *Cerithidea fuscata*, originariamente legata ai fondi fangosi dei salicornieti della Baia di San Diego, sembra essersi estinta a causa dell'inquinamento dovuto, anche in questo caso, all'aumento della popolazione lungo la costa.

Per il Littorinide cinese *Littoraria flammea* non è ipotizzabile, invece, una causa di estinzione (REID, 1986), soprattutto a causa delle scarse conoscenze che si avevano sia sull'ambiente originario che sullo *status* della specie.

L'estinzione di *Lottia alveus* non è dipesa, invece, da un caso di modificazione indotta dall'uomo ma da un evento naturale (probabilmente un'infezione epidemica causata dal protista *Labyrinthula* che distrugge *Zostera* nell'ambiente marino) che ha portato alla scomparsa della fanerogama *Zostera marina* da gran parte del suo areale, confinandola all'interno di zone salmastre a salinità inferiore a quella marina. Così, mentre *Zostera* ha potuto ricolonizzare in tempi relativamente brevi gli ambienti dai quali era scomparsa, *Lottia alveus*, incapace di sopportare bassi livelli di salinità, è andata incontro all'estinzione. Il caso descritto diventa paradigmatico ed esemplificativo di quanto potrebbe succedere anche a specie ampiamente distribuite in caso di modificazioni dell'habitat dovute sia a cause naturali che di origine antropica.

Un problema assolutamente non indagato riguarda gli effetti di un'opera di frammentazione sui Molluschi bentonici, soprattutto a causa della difficoltà di valutare l'intensità della frammentazione in un mezzo altamente omogeneo ed unificante come l'acqua marina. Questa considerazione ha portato a sottostimare l'importanza del problema nell'ambiente marino che potrebbe avere una sua rilevanza nell'estinzione locale di molti *taxa* costieri.

Pesca e collezionismo

Anche la pesca eccessiva – nel 1990 l'8,2% delle catture totali della pesca mondiale era composto da Molluschi (FAO, 1990) - e la raccolta ed il commercio a fini collezionistici sembrano avere una certa importanza nel determinare l'estinzione (locale o globale) di una specie: sebbene solamente 13 specie di Molluschi marini siano minacciate (WELLS, 1995), già si conosce un caso di scomparsa dovuta alla pesca eccessiva, *Haliotis sorenseni*, estintasi sulle coste del Pacifico orientale (TEGNER *et al.*, 1996). Per questi motivi, l'intera famiglia indo-pacifica delle Tridacnidae (un milione di *Tridacna* vengono esportate dalle Filippine in un anno), *Pinctada margaritifera*, *Pinctada maxima*, *Turbo marmoratus* e *Strombus gigas* sono tutte specie il cui commercio è vietato a causa dello sovrasfruttamento ai fini collezionistici o alimentari (WELLS, 1995). Per altre specie, come *Concholepas concholepas* in Cile e Perù, *Mya arenaria* e *Mercenaria mercenaria* negli Stati Uniti, le popolazioni naturali sono in preoccupante declino proprio a causa della pesca (BEAL, 1990; BOURNE, 1989).

Il caso della "queen conch", *Strombus gigas*, è emblematico: sebbene sia conosciuto come sovrapescato da circa 10 anni (BERG & OLSEN, 1989), se ne continuano a raccogliere circa 12 milioni di esemplari per anno, 6 dei quali vengono esportati negli Stati Uniti a dispetto del divieto di commercio.

Anche per *Trochus niloticus*, una specie relativamente comune nell'area indopacifica, si invoca la protezione proprio a causa della sovrappesca, sia per motivi alimentari che per il collezionismo (DWIONO, 1995).

Proprio il collezionismo esasperato ha portato alcune famiglie (come Conidae, Muricidae, Marginellidae) tra quelle nelle quali la sopravvivenza di molte specie dipende da opere di con-

servazione attiva, non essendo più possibile censire delle popolazioni minime vitali in natura. Anche in questo caso è emblematico il caso delle famiglie Cypraeidae, Cerithiidae o Terebridae, nessuna specie delle quali rientra nei cataloghi IUCN (1996 da Tentacle), probabilmente a causa delle scarse notizie disponibili. Ciò nonostante per *Cypraea mauiensis* nella Hawaii (BEALS, 1976), *C. cribellum, C. esontropia* e *C. broderipi* a Mauritius (WHATMORE, 1982), *C. venusta, C. friendii* ed altre specie dell'Australia meridionale (ANONIMO, 1985) è già noto da tempo il sovrasfruttamento a fini collezionistici.

Tra l'altro, anche l'Italia ha la sua buona parte di responsabilità: è il maggiore importatore europeo di conchiglie dopo il Regno Unito. Circa 54 tonnellate di conchiglie marine sono regolarmente entrate nel paese provenienti soprattutto dalle Filippine, il paese che detiene il triste primato delle estinzioni locali (ANONUEVO et al., 1982), seguito dal Kenia (KENDALL, 1985) e dalla Florida (ABBOTT, 1980).

Introduzione di specie alloctone

Anche l'introduzione volontaria (a scopo alimentare, per allevamento) o involontaria (trasporto nelle sentine delle navi) di specie alloctone può causare notevoli problemi alla malacofauna autoctona e può portare all'estinzione delle specie soprattutto per esclusione competitiva (BOUDOURESQUE, 1994) e per il trasporto di epidemie (BALOUET & PODER, 1985). Anche in questo caso, la descrizione dei fenomeni di invasione di specie marine aliene è meno documentato rispetto a quanto conosciuto per la terraferma (KAY, 1995) nonostante siano noti alcuni casi che hanno destato una certa preoccupazione.

Nei primi anni '80, nella Laguna di Venezia gli allevamenti di mitili subirono una forte perdita a causa di una epizoozia causata dal trematode parassita *Cercaria tenuans* importato dalla Spagna attraverso il suo ospite Mytilus edulis (MUNFORD *et al.*, 1981; CESARI & PELLIZZATO, 1985).

È noto, inoltre, a tutti i malacologi ciò che è successo nell'Adriatico settentrionale ed in Laguna Veneta (CESARI & PELLIZZATO, 1985; MAZZOLA, 1992) con l'introduzione volontaria di *Tapes philippinarum* e *Crassostrea gigas* o con l'introduzione accidentale di *Scapharca inequivalvis* e *Rapana venosa.*

In Italia, anche per la scarsa preparazione culturale dei nostri amministratori, la preoccupazione per l'invasione di specie alloctone e per l'effettiva minore rilevanza del fenomeno, non ha raggiunto i livelli del Regno Unito. In questo paese, alcune unità di ricerca del *Joint Nature Conservation Committee* hanno preparato un documento allarmato sulle specie marine non native presenti nelle loro acque (ENO, 1995; 1998), raccogliendo i dati sull'invasione da parte di 12 specie diverse di molluschi, tra le quali *Crepidula fornicata, Urosalpinx cinerea, Crassostrea virginea e Crassostrea gigas.* Proprio quest'ultima specie, oltre ad essere essa stessa un potente colonizzatore (ZIBROWIUS, 1994), è un vettore per altre specie invasive capaci di danneggiare anche le popolazioni naturali dei potenziali competitori come *Ostrea edulis.*

I criteri per riconoscere una specie introdotta sono (BOUDOURESQUE, 1994):

1. la specie è nuova per l'area considerata. Sembra una banalità ma, spesso, proprio la mancanza di dati porta a delle cattive interpretazioni tra introduzioni volontarie, casuali o migrazioni (CHEMELLO & OLIVERIO, 1996).
2. Esiste una discontinuità geografica tra l'area di provenienza e le sue nuove stazioni di rinvenimento. Anche in questo caso è tipico l'esempio di *Strombus persicus*, considerato per anni un migrante lessepsiano mentre, probabilmente, si tratta di una specie introdotta casualmente (OLIVERIO, 1994).
3. La nuova stazione è puntiforme. La maggior parte delle "prime segnalazioni" di specie introdotte in Mediterraneo riguarda proprio stazioni molto localizzate. Ad esempio, la prima citazione di *Brachidontes pharaonis* (sin. *B. variabilis*) riguardava solamente la baia di Augusta (DI GERONIMO, 1977).
4. A partire da una stazione iniziale puntiforme, la cinetica dell'espansione dell'areale è cronologicamente coerente. Anche in questo caso l'esempio di *Brachidontes pharaonis* può essere utile per spiegare il meccanismo di distribuzione: insediatosi nella baia di Augusta ha iniziato a distribuirsi lungo le coste ioniche della Sicilia, per colonizzare, poi, la Calabria e le altre coste siciliane. Maggiori dettagli si possono trovare in DI NATALE (1982) e GIANGUZZA *et al.* (1997).
5. Una specie introdotta tende a mostrare una sovrabbondanza nelle prime fasi di colonizzazione. In questo caso il fenomeno si può ricondurre alla dinamica delle invasioni. Le specie introdotte riescono ad inserirsi solamente in comunità che presentano un alto grado di disturbo, dovuto sia a cause naturali (ad esempio, la predominanza di un forte fattore ambientale) sia a cause antropiche (aree inquinate, porti ecc.). In questa comunità la competizione è ridotta, i popolamenti sono paucispecifici e la dominanza a carico di una o poche specie elevata. Un competitore diretto più efficiente riesce più facilmente ad inserirsi nella comunità escludendo un competitore autoctono di capacità inferiori.
6. Per alcune specie può esistere una vicinanza o una prossimità con la sorgente di introduzione potenziale: impianti di acquacoltura, come *Tapes philippinarum* e *Crassostrea* spp., porti, con *Bursatella leachii* ed acquari con *Chromodoris africana* (CATTANEO-VIETTI, 1986).
7. La nuova popolazione possiede solo una parte della variabilità genetica della specie (il cosiddetto "effetto del fondatore").

La conservazione a livello di specie

Considerati i rischi ai quali sono sottoposti i Molluschi marini, bisogna considerare il ruolo chiave che questi hanno nella struttura degli ambienti marini e cercare di modificare la visione "mammalo-" ed "avio-centrica" del conservazionismo italiano.

I diversi concetti di specie (ancora oggi non esiste tra i biologi un'univoca idea della specie) portano, ovviamente, a diverse visioni dei metodi di conservazione della natura (MEFFE & CARROLL, 1994). Tralasciando il tipo di approccio "biologico" al problema (la specie "morfologica" è quello che si usa di più, anche a rischio di sottostime nei calcoli di diversità e di confusione tra specie-sorelle), nel campo della conservazione della

natura, le specie possono essere raggruppate in cinque "gruppi di interesse" che hanno un'importanza più applicativa che concettuale (NOSS, 1990):

1. le specie *keystone* o «chiavi di volta».
2. le specie-ombrello.
3. le specie-bandiera.
4. le specie indicatrici.
5. le specie vulnerabili.

Le specie *keystone*

Le specie "chiavi di volta" (e non "cardine" come spesso si legge in bibliografia) sono quelle che hanno un effetto sulla comunità sovradimensionato rispetto alla loro abbondanza (PAINE, 1966; 1974; MENGE *et al.*, 1994). La comunità, in pratica, dipende funzionalmente da queste. Fermo restando il concetto che ogni specie è teoricamente importante per la sopravvivenza della comunità (la teoria dei "rivetti" di EHRLICH & EHRLICH, 1981), alcune specie sono *più importanti* delle altre, ovvero sono specie la cui perdita provoca la modificazione rapida e spesso irreversibile della comunità. Più generalmente, una specie *keystone* può essere un predatore la cui presenza o assenza può portare ad un ampio spettro di effetti diretti ed indiretti sui membri della comunità.

Esistono specie che si possono definire come *keystone depressor*, in linea di massima da non proteggere (se non per un eventuale rischio di estinzione) perché la loro presenza provoca una diminuzione della diversità, e delle specie *keystone enhancer*, da proteggere perché aumentano la diversità (ESPOSITO *et al.*, 1998). Attualmente per entrambe le categorie non sono conosciuti o descritti casi che riguardino i Molluschi, anche se un esempio di specie *keystone enhancer* potrebbe essere il vermetide *Dendropoma petraeum*, la cui capacità di costruire "trottoir" aumenta la diversità a livello della zona di transizione tra mesolitorale inferiore ed infralitorale superiore (PANDOLFO *et al.*, 1995; 1996). Forse per questa specie sarebbe preferibile usare la definizione di specie "strutturale" (HUSTON, 1994) dato che l'aumento della diversità sarebbe dovuto dall'aumento dello spazio fisico a disposizione delle specie (PANDOLFO *et al.*, 1992) e della complessità strutturale del sistema (SAFRIEL & BEN-ELIAHU, 1991) dovuto alla formazione della biocostruzione.

Le specie *ombrello*

Le specie "ombrello" o specie "notabili" (nel senso estetico o dimensionale del termine) sono specie caratteristiche particolarmente legate ad una comunità, la cui protezione provoca una salvaguardia indiretta della comunità che li ospita. Ad esempio, il dattero di mare *Lithophaga lithophaga*, la cui protezione effettiva potrebbe consentire la salvaguardia delle comunità delle falesie delle coste calcaree (RUSSO & CICOGNA, 1991) o *Pinna nobilis* (VICENTE & MORETEAU, 1991) la cui protezione potrebbe portare ad un'efficace conservazione delle foreste di *Posidonia oceanica*.

Le specie *bandiera*

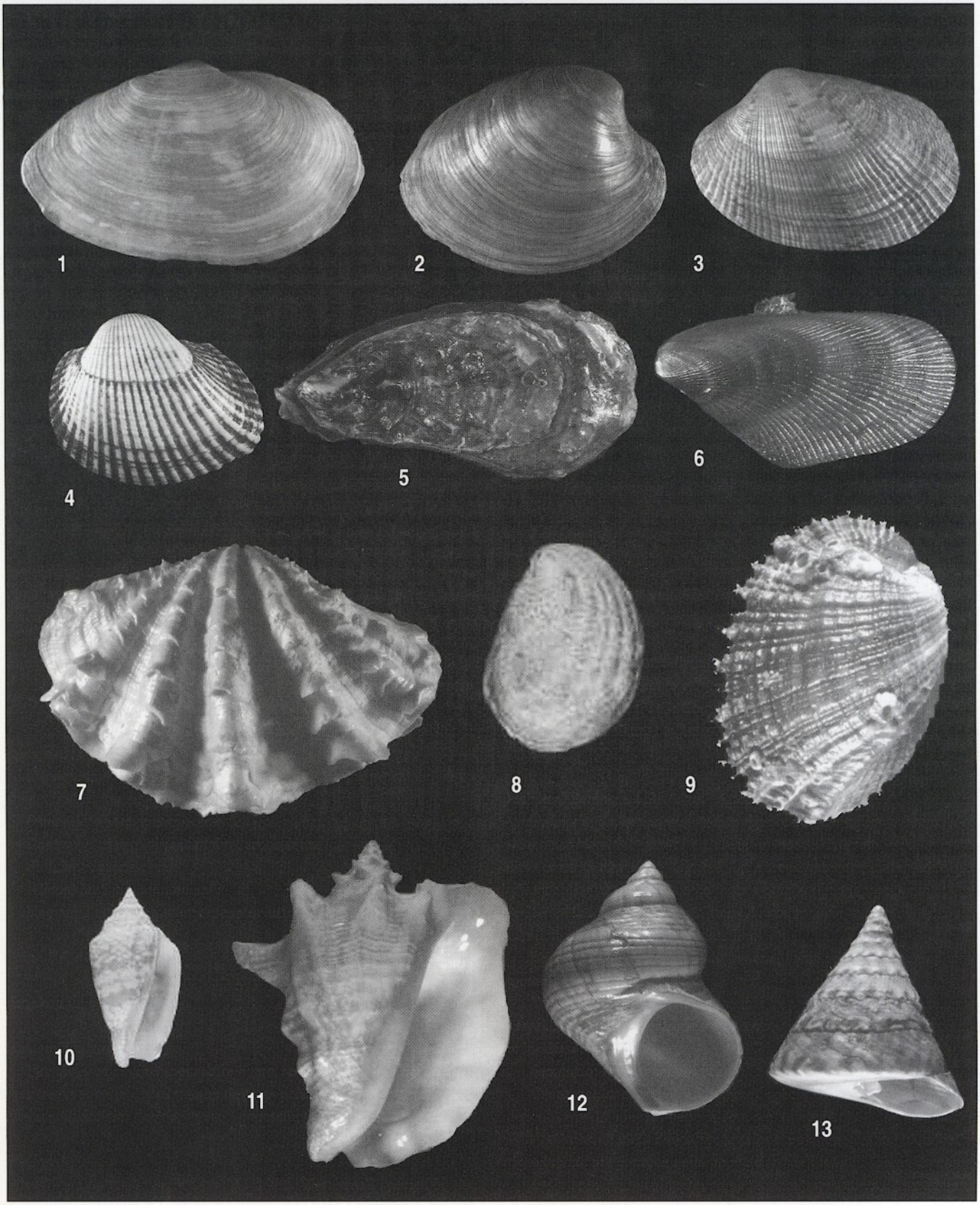
Le specie "bandiera" sono quelle, esteticamente o scientificamente pregevoli, che aiutano nell'opera di conservazione attirando l'interesse e la simpatia della gente. In molti casi i concetti di specie-ombrello e specie-bandiera coincidono. Nella "vecchia" conservazione della natura, il concetto di specie-bandiera non era stato evoluto anche se era utilizzato in maniera inconsapevole, con la salvaguardia della maggior parte delle specie di uccelli (migratori, rapaci ecc.) e di molti mammiferi, sia terrestri che marini, dei quali adesso si conosce ogni più recondito aspetto del ciclo vitale, proprio per la bellezza o per la simpatia che riescono a riscuotere.

Per essere considerati come "bandiera", i gruppi animali devono possedere queste evidenti caratteristiche:

1. la tassonomia deve essere ben conosciuta, con molte specie facili da riconoscere. Se questo è possibile senza dover raccogliere l'organismo, è un grande vantaggio per la conservazione. Molte specie, soprattutto tropicali, di Molluschi di grosse dimensioni rientrano in questa categoria e *Strombus gigas* potrebbe essere un ottima specie-bandiera per qualche riserva caraibica. Anche la maggior parte dei Molluschi nudibranchi potrebbe essere utilizzata come "bandiera".
2. devono riscuotere, o poter riscuotere, la simpatia del pubblico, sia basata su un valore estetico che su un valore di "comodità di gestione", o meglio su entrambi. A causa dell'affinità con il genere umano, pochi gruppi sono «carismatici» come i mammiferi e gli uccelli anche se molti Molluschi (ad esempio, le cipree o i *Conus*) potrebbero essere usati come *emblemi locali* o come *blasoni* (un esempio famoso, anche se nel campo opposto alla conservazione, è rappresentato dalla conchiglia di *Pecten* della Shell Petroleum).
3. Il gruppo-bandiera deve essere relativamente diversificato ed ampiamente distribuito ma deve anche presentare specie localizzate o, meglio, endemiche che possono essere usate per il monitoraggio della salute della comunità.
4. Deve frequentare un'ampia gamma di ambienti differenti ma nello stesso tempo avere specie che rispondono in maniera puntiforme e prevedibile alle variazioni dell'ambiente. Molte specie possono quindi combinare caratteri di specie-ombrello e specie-indicatrici.

Il maggiore vantaggio delle specie-bandiera è, e deve essere, quello di poter influenzare il pubblico. Spesso gruppi tassonomici di grosso impatto ecologico (vedi ad esempio molti inset-

Figure 1-13 – 1. *Mya arenaria*, Stati Uniti (coll. Francesco Pusateri); 2. *Mercenaria mercenaria*, Stati Uniti (cortesia Museo di Zoologia dell'Università di Palermo); 3. *Tapes philippinarum*, Laguna di Venezia; 4. *Scapharca inequivalvis*, Adriatico settentrionale (coll. Francesco Pusateri); 5. *Crassostrea virginea*, (coll. Francesco Pusateri); 6. *Brachidontes pharaonis*, Saline di Marsala, Trapani; 7. *Tridacna squamosa*, Mar Rosso, Sudan; 8. *Crepidula fornicata*, Spagna meridionale (coll. Francesco Pusateri); 9. *Concholepas concholepas*, Cile meridionale (coll. Sandro Privitera); 10. *Strombus persicus*, Isola di Rodi, Grecia; 11. *Strombus gigas*, Virgin Islands; 12. *Turbo marmoratus*, semilavorato Mar Rosso, Sudan; 13. *Trochus niloticus*, Mar Rosso, Sudan.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

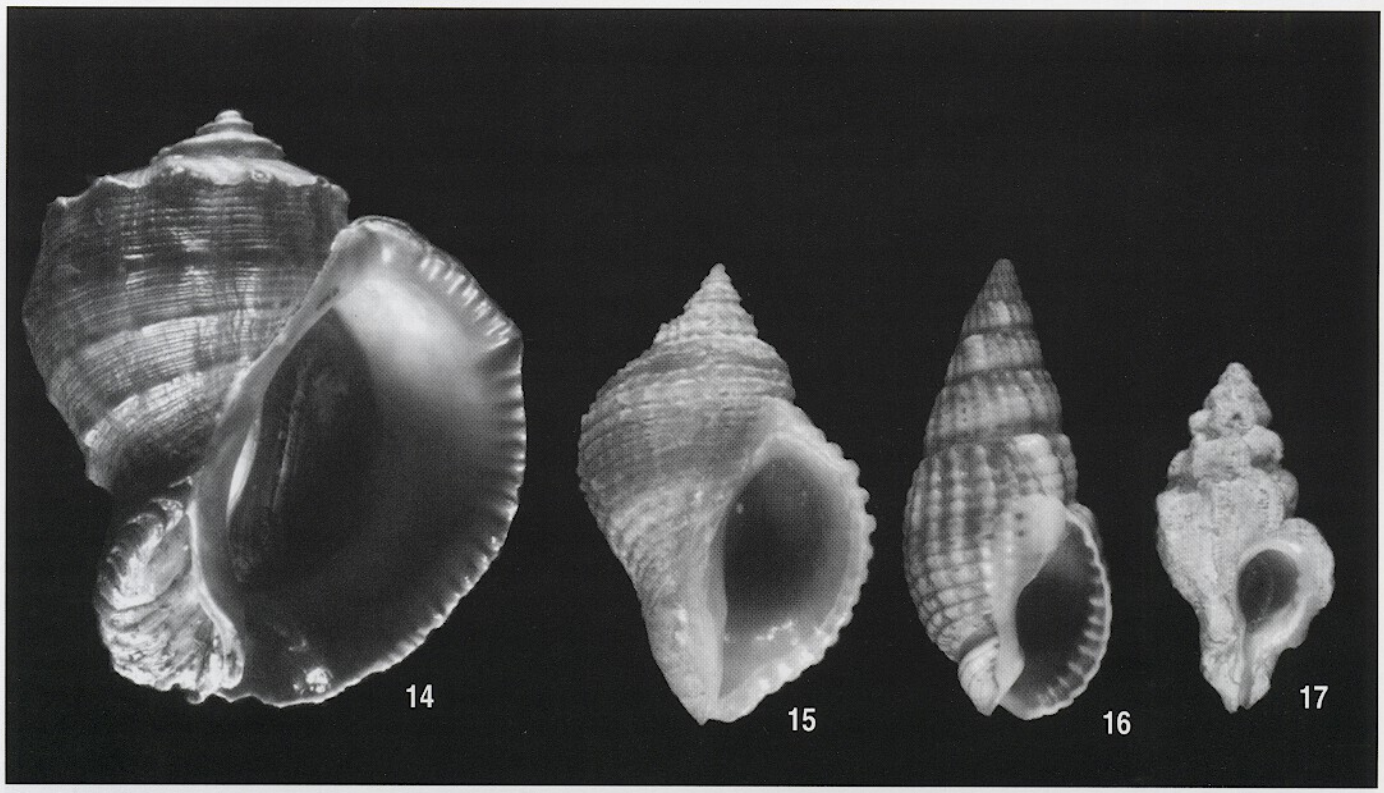


Figure 14-17 - 14. *Rapana venosa,* Adriatico settentrionale; **15.** *Nucella lapillus,* Ria de Vigo, Spagna; **16.** *Nassarius reticulatus,* Golfo di Palermo; **17.** *Dermomurex scalaroides,* Isola di Ustica, Palermo.

ti) non riescono a riscuotere la simpatia del pubblico e il loro uso come "bandiera" potrebbe addirittura vanificare tutta l'opera di protezione.

Le specie *indicatrici*

Le specie "indicatrici" sono quelle la cui presenza descrive un particolare insieme di condizioni ambientali. In un senso molto ampio, qualsiasi specie "indica" o "descrive" un particolare insieme di condizioni ambientali che *fittano* al meglio con le caratteristiche biologiche della specie stessa: si tratta, semplicemente, di conoscere il rapporto che esiste tra la specie e l'ambiente che la ospita.

Il ruolo delle specie indicatrici nella conservazione della natura è soprattutto legato alla possibilità di indicare i livelli di disturbo o di cambiamento dell'ambiente attraverso l'esame del declino, ad esempio, della diversità di *taxa* specializzati, incremento in abbondanza di altri *taxa* o, più generalmente, in cambiamenti nella composizione faunistica rispetto ad aree non disturbate. Ad esempio, il mitilo *Mytilus galloprovincialis* potrebbe essere considerato una specie indicatrice di acque eutrofiche (BELLAN, 1984), in determinate condizioni climatiche (RIGGIO *et al.*, 1993).

Per essere considerato "descrittore", un gruppo deve:

1. essere abbondante, sia localmente che su scala sempre più ampia;
2. avere un'elevata ricchezza specifica;
3. avere molte specie "specialiste";
4. occupare diversi livelli trofici, preferibilmente i superiori;
5. essere campionabile con poche difficoltà;
6. essere facilmente identificabile;
7. rispondere alle variazioni ambientali così come all'introduzione di specie alloctone.

L'applicazione più frequente resta comunque quella di indicare o monitorare un "inquinamento"[1], secondo alcuni esempi che seguono.

Le **specie sentinella**, generalmente alloctone, vengono introdotte in un ambiente come "sistemi di avvertimento precoce" o per determinare l'effetto di un inquinamento. Non si conoscono casi in cui vengano utilizzati a questo scopo i Molluschi anche se la tendenza alla formazione di micronuclei in *Mytilus galloprovincialis*, sottoposti ad alcuni tipi di inquinamento chimico, potrebbe rivestire una certa importanza (COGNETTI & COGNETTI, 1992).

Le **specie rivelatrici**, viventi naturalmente in un'area, mostrano una risposta misurabile ai cambiamenti ambientali. Il fenomeno dell'"imposex" (BRYAN *et al*, 1986), descritto proprio per i Molluschi marini come la comparsa di un pene non funzionale nelle femmine di *Nucella lapillus*, *Nassarius reticulatus* ed *Ilyanassa obsoleta* a causa della contaminazione delle acque con tributilstagno, può essere considerato un'espressione fenotipica di specie rivelatrici (BRYAN *et al.*, 1989). La risposta non deve necessariamente essere fenotipica ma può consistere anche in

una variazione a-temporale (non dipendente cioè dal naturale ciclo della specie) nella densità di popolazione. Dal lato opposto, un metodo per valutare gli effetti di un'opera di conservazione in mare prevede l'utilizzo di specie rivelatrici come *Hexaplex trunculus*, i cui cambiamenti in densità possono essere legati alla protezione dell'ambiente (BOUDOURESQUE *et al.*, 1991).

Le **specie sfruttatrici**, la cui presenza indica un disturbo, possono diventare abbondanti perché i loro diretti competitori sono stati eliminati. Sono *taxa* "inquinamento-tolleranti", non necessariamente a larga valenza ecologica. Sebbene la maggior parte dei Molluschi sia stata storicamente utilizzata come "indicatrice" di particolari condizioni o di particolari biocenosi (PÉRÈS & PICARD, 1964), in realtà non sono conosciute specie realmente sfruttatrici, in quanto tutte tendono a diminuire in abbondanza o scomparire in presenza di inquinamenti severi (ARNAUD, 1986).

Le **specie accumulatrici** raccolgono ed accumulano sostanze chimiche dall'ambiente in quantità misurabili. Alcuni tipi di inquinanti potrebbero venire monitorati usando delle specie filtratrici come "accumulatori".

Le specie *vulnerabili*

Le specie vulnerabili sono quelle che per rarità geografica (la specie vive solamente in un preciso sito molto localizzato, ad esempio *Gibbula nivosa* a Malta) o per rarità numerica (la specie vive in un habitat ampiamente distribuito ma sempre in numeri esigui, ad esempio *Dermomurex scalaroides* tra i rizomi di *Posidonia oceanica*), scarsa fecondità o impoverimento genetico sono a rischio di estinzione.

Nei primi due casi è estremamente importante associare alla conservazione della specie anche la protezione dell'habitat mentre, nel terzo e quarto caso, è la specie in sé ad aver maggiore necessità di protezione. A queste ultime categorie si ricollegano le definizioni e le classificazioni delle "liste rosse" (IUCN, 1996; SCOTTI & CHEMELLO, in questo volume).

La chiave di comprensione dei sistemi: la biodiversità

Oltre ad un uso legato all'unità funzionale "specie", i Molluschi possono essere utilizzati come "valutatori di biodiversità". Il termine *biodiversità* comprende tutti i livelli di variazione biologica, dal livello di gene a quello di ecosistema, ma è usato soprattutto per indicare la quantità di variabilità a livello di una *comunità*, cioè il numero di specie presenti in un certo campione rappresentativo o in una certa area. Gli argomenti che portano a conservare la biodiversità nel suo complesso sono estremamente semplici:

1. ogni specie è parte di un ecosistema a più componenti, sia biotiche che abiotiche, e la perdita di una qualsiasi parte (una specie, una popolazione o una comunità) può portare all'instabilità o al collasso dell'intero sistema naturale (la già citata "teoria dei rivetti" di EHRLICH & EHRLICH, 1981).
2. conservare le specie può aiutare a mantenere più ampio possibile il sistema complessivo di «supporto alla vita», anche se spesso non si nota una relazione diretta tra le varie componenti del sistema.
3. le specie sono, o potrebbero diventare in un prossimo futuro, sorgenti di prodotti utili all'uomo o di prodotti utili al benessere umano. L'esempio recente delle conotossine è noto a tutti e con lo sviluppo delle biotecnologie sono tutte da scoprire le potenzialità delle sostanze contenute nei Molluschi.
4. la diversità ha un suo valore scientifico e culturale oltre che un interesse estetico non indifferente. Se così non fosse, probabilmente non esisterebbe il collezionismo, né quello professionale dei musei (autentici scrigni di biodiversità), né quello dei semplici amatori, le cui collezioni sono un importante punto di riferimento nei cai in cui sia necessaria una valutazione non dinamica della diversità biologica di un'area.

L'utilizzo dei Molluschi marini come "descrittori di diversità"

I Molluschi sono il *phylum* più numeroso del benthos marino, con oltre 1600 specie nelle sole acque italiane (BEDULLI *et al.*, 1995a; 1995b; 1995c; BELLO, 1995; BODON *et al.*, 1995), ed una ricchezza specifica incomparabile con quella di qualsiasi altra regione del Mediterraneo. Solamente questo dato sarebbe sufficiente a testimoniare le loro potenzialità nel campo della descrizione della biodiversità su grande scala. Lavorando, invece, a scale più ridotte, il valore dei Molluschi come buoni indicatori della composizione e struttura di una comunità è noto da tempo ed utilizzato comunemente in ecologia marina (tra gli altri, PÉRÈS & PICARD, 1964; FRESI & GAMBI, 1982).

Più di recente i popolamenti di molluschi bentonici sono stati utilizzati per definire i livelli di biodiversità di ambienti particolari come le lagune (SCOTTI *et al.*, 1996; CHEMELLO *et al.*, 1997), le foreste di *Posidonia oceanica* (RUSSO *et al.*, 1991), ed i popolamenti ad alghe fotofile (CHEMELLO & RUSSO, 1997).

Questo considerato, i Molluschi si possono usare per descrivere le comunità anche in conservazione, utilizzando alcuni dei criteri generali di selezione dei siti destinati a divenire area protetta. Secondo NORSE (1993) le aree marine protette (AMP) devono necessariamente comprendere:

1) Area ad alta diversità. I Molluschi sono tra le componenti più ricche e, a volte, più abbondanti del benthos marino, soprattutto negli ambienti costieri. Questa considerazione porta ad utilizzarli come "descrittori del tutto": aree particolarmente ricche di Molluschi possono essere considerate, con buona approssimazione, "ad alta diversità".

2) Area ad alto endemismo. La presenza e frequenza di endemismi, o almeno di specie rare o in pericolo, è stata ed è tuttora il *primum movens* per la istituzione dei parchi naturali e delle oasi naturalistiche terrestri. La tutela degli endemismi, soprattutto puntiformi, motiva la proposta di gran parte delle riserve botaniche; la salvaguardia di specie in pericolo è il più delle volte alla base della costituzione delle oasi faunistiche. Tale criterio primario non può applicarsi acriticamente alle scelte di conservazione delle aree marine, in quanto è molto più difficile riconoscere in queste ultime l'esistenza di endemismi, o di *taxa* molto localizzati. In ogni caso il malacologo marino non dovrebbe enfatizzare solo le eventuali rarità tassonomiche ma dovrebbe piuttosto valutare la ricchezza specifica delle comunità bentoniche, vera testimonianza e memoria evolutiva atten-

dibile degli habitat costieri, e soprattutto quantificare la biodiversità che fin ora resta il parametro più affidabile (COGNETTI & CURINI-GALLETTI, 1993). E' chiaro che per tali compiti vanno selezionati naturalisti di grande professionalità e non bastano degli amatori dotati di conoscenze approssimate; ancor meno serve l'entusiasmo degli ambientalisti volontari se non è sostenuto da una cultura scientifica ben radicata.

3) Area ad alta produttività. Questo approccio si applica indirettamente alla conservazione delle malacofauna. Spesso si ipotizza che ad aree ad alta produttività primaria si associ un'alta diversità biologica (entro certi limiti: le aree eutrofiche sono ovviamente escluse) e che per questo "effetto cascata" le aree ad alta produttività vadano protette. È ovvio che questo criterio non va applicato pedissequamente ma *cum grano salis* e riguarda soprattutto ambienti come i mangrovieti o le lagune.

4) Area di deposizione o area sorgente di propaguli. Se conoscessimo realmente i cicli vitali delle specie minacciate e la dinamica delle loro popolazioni, non avremmo bisogno di ricorrere, entro certi limiti, alla protezione di grandi aree. Basterebbe identificare e proteggere le aree sorgente ed i principali bacini recettori secondo la dinamica *source-sink*.

5) Area di nursery. È un concetto che poco si applica alla malacologia anche se sono state osservate aggregazioni di giovanili di alcune specie di Rissoidi in praterie di *Posidonia oceanica* o di *Cymodocea nodosa* all'interno di lagune (SCOTTI *et al.*, 1996).

I criteri di classificazione o di scelta di un'area marina protetta (SALM & PRICE, 1995) che possono essere descritti attraverso i Molluschi sono numerosi e si possono integrare e comprendere tecniche come la MaREP (Marine Reserve Evaluating Procedure), concettualmente derivata dall'Habitat Evaluating Procedures dell'U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE (1980). Questa metodica recente è basata soprattutto sul peso che la biodiversità ha nella scelta delle aree da proteggere o nella valutazione di quelle già protette (CHEMELLO, 1991). È stata, ad esempio, utilizzata per una proposta di zonazione della istituenda Riserva Marina delle Isole Pelagie (CHEMELLO & RIGGIO, 1995), per il Parco Marino di S. Maria di Castellabate (CHEMELLO & RUSSO, in prep.) e per il Parco marino di Capo Gallo – Isola delle Femmine (CHEMELLO *et al.*, in prep.). Le metodiche comunemente in uso prevedono che ad ogni criterio sia assegnato un punteggio, secondo la sua importanza assoluta (indipendentemente dagli altri criteri) e della sua importanza relativa (cioè nell'area da proteggere). La somma dei punteggi ottenuti da tutti i criteri dà un valore complessivo all'area e maggiore è il valore, più elevata è l'importanza dell'area stessa.

I criteri che possono essere definiti, direttamente o indirettamente, attraverso l'uso dei Molluschi sono:

1. Dipendenza. È il grado al quale una specie, minacciata o in via di estinzione, dipende da un'area per una parte o per tutto il ciclo vitale. Se fossero complete le liste per i Molluschi marini mediterranei minacciati di estinzione (SCOTTI & CHEMELLO, in questo volume), questo criterio potrebbe essere utilizzato anche nel caso delle riserve marine italiane. Purtroppo la mancanza di dati riduce l'ampiezza di utilizzo di questo criterio che può essere usato con successo solo in casi ben definiti, come nella valutazione di un ambiente lagunare nel quale le specie sono conosciute e localizzate.
2. Diversità. Come precedentemente messo in evidenza, uno dei primi fattori da prendere in considerazione nella valutazione del potenziale di conservazione di un'area marina protetta, è la diversità biologica. Spesso, senza dover ricorrere a calcoli complicati, la semplice ricchezza specifica (cioè il numero di specie presenti in un'area o in un campione rappresentativo) è il miglior descrittore di biodiversità.
3. Importanza biogeografica. L'area contiene rarità biogeografiche o è rappresentativa di particolari "tipi" biogeografici. In questo criterio i Molluschi possono rientrare sia come rarità (quindi a livello di specie) che come insiemi rappresentativi di una particolare comunità. Per la loro importanza biogeografica (e non solo) è stata richiesta la protezione dei *trottoir* a gasteropodi vermetidi (CHEMELLO, 1989; BOUDOURESQUE *et al.*, 1996).
4. Importanza ecologica. L'area contribuisce a mantenere processi ecologici essenziali o i sistemi di supporto alla vita (per esempio, come sorgenti di larve). È il grado al quale l'area, da sola o in unione ad altre aree protette, contiene: a – un'ampia varietà di biotopi (e quindi un elevato numero di specie); b – habitat di specie rare o minacciate (e quindi degne di particolare protezione); c – aree di nursery o di aggregazione di giovanili; d – aree di alimentazione o deposizione; e – contiene habitat rari o unici; f – preserva la diversità genetica di popolazioni minacciate.
5. Importanza scientifica. Grado al quale un'area riveste un'importanza particolare per la ricerca scientifica o per il monitoraggio ambientale. Proprio per la loro ricchezza o per la loro abbondanza, i Molluschi possono essere utilizzati nel monitoraggio di aree protette (MILAZZO *et al.*, 1999).
6. Integrità. Grado al quale un'area rappresenta un'unità ecologica funzionale, capace di mantenersi stabile nel tempo. Il grado di integrità può essere spesso considerato come funzione della diversità biologica.
7. Naturalità, cioè il grado al quale l'area non è stata soggetta a cambiamenti indotti dall'attività umana. In questo caso sia il tipo di Molluschi presenti che il loro numero possono essere buoni indici di naturalità.
8. Rappresentatività. Grado al quale un'area rappresenta un habitat-tipo, una comunità, un'emergenza fisiografica, geologica o paesaggistica. In questo caso l'utilizzo dei Molluschi è molto limitato, se non nel caso di comunità originali: questo criterio è stato applicato solamente nel caso delle foreste di *Posidonia oceanica* (CHEMELLO & RIGGIO, 1995), considerate a Lampedusa come emergenze naturalistiche, o nel caso dei *trottoir* a vermeti delle coste settentrionali siciliane (CHEMELLO *et al.*, in prep.).
9. Significatività nazionale od internazionale. Se un'area è o ha le potenzialità per essere inclusa in una delle liste internazionali o nazionali di importanza. Il grado di significatività dipende sia dal numero di specie presenti (funzione della diversità) che dal tipo di specie presenti (funzione della vulnerabilità dei singoli *taxa*).
10. Unicità. Grado al quale un'area rappresenta l'unico aspetto di un habitat o di una comunità. Anche in questo caso, la man-

canza di dati sui cicli vitali e sullo stato delle popolazioni naturali porta a sottostimare il reale potenziale dei Molluschi.

Dopo l'istituzione dell'area protetta diventerà necessario un approfondimento scientifico dei risultati dell'opera di conservazione, quello che viene definito "monitoraggio". Ad esempio sarà utile distinguere tra la *variabilità naturale* delle popolazioni (come è successo in *Spondylus gaederopus*) e la *variabilità indotta* dall'opera di protezione, come nel caso delle popolazioni di *Pinna nobilis* che sembrano essere favorite dalla creazione di *no-take zones* (CHEMELLO, oss. pers.) di qualunque tipo esse siano, purchè escludano sia i subacquei che gli attrezzi da pesca radente, come lo strascico.

Un secondo passo dovrebbe, poi, essere riuscire a distinguere scientificamente tra i vari "effetti" dovuti ad un'opera di conservazione (CHEMELLO *et al.*, 1998; MILAZZO *et al.*, 1999). Il problema, in questo caso, è definire *se* una riserva marina funzioni e *come*. Per il ruolo-chiave che i Molluschi hanno negli ecosistemi marini, potrebbero essere ottimi descrittori dei fenomeni che influenzano i risultati di un'opera di conservazione.

Conclusioni

In questa revisione, i Molluschi hanno giocato il ruolo di sistemi "modello", capaci di rappresentare le unità funzionali di un'opera di conservazione. I punti salienti riguardano la localizzazione dei maggiori pericoli: le aree tropicali a maggiore biodiversità, come l'Indo-Pacifico ed i Caraibi, sono quelle più minacciate e quelle sulle quali gli impatti dell'uomo agiscono più pesantemente. Per altre aree importanti come il Mediterraneo o le zone temperate dell'Africa e dell'America meridionale, ancora si conosce poco o nulla. La maggior parte degli sforzi dovrebbe essere destinata proprio all'aumento delle conoscenze in questi siti.

Probabilmente siamo in una fase di deriva (o *drift*) nella quale ancora non siamo realmente capaci di valutare l'esatto peso dei diversi fattori di rischio e ci accorgiamo di quanto sta avvenendo solamente quando è troppo tardi. I casi di neo-estinzione conosciuti sono esemplari a riguardo.

I punti-cardine per il futuro saranno: l'acquisizione di maggiori informazioni sui biotopi-chiave e sulle specie minacciate o a rischio. La mancanza di conoscenze è l'handicap più grave e più pesante con il quale si scontrano tutte le possibili opere di conservazione. Un secondo punto importante dipende dall'acquisizione di informazioni (tramite ricerche scientifiche mirate) e lo sviluppo di banche-dati necessarie alla comprensione della diversità biologica dei sistemi marini costieri, i più minacciati dalle attività antropiche. Considerati i rischi, è assolutamente da evitare l'introduzione di specie aliene che possono avere un impatto negativo sulle comunità autoctone, attuando il monitoraggio ed il controllo di quelle attualmente presenti. Un settore di ricerca da implementare riguarda il mantenimento controllato (difficile, ma non impossibile) in natura di popolazioni particolarmente minacciate. Il punto realmente importante rimane, però, la diffusione di una maggiore consapevolezza sui pericoli che le specie marine corrono in seguito agli impatti umani e la definizione di quello che possono ottenere i programmi di conservazione.

Bibliografia

ABBOTT R.T., 1980. *The shell and coral trade in Florida.* Special Report 3, *Traffic (USA)*, Washington.

ANONIMO, 1985. Cowrie shell endangered. *Traffic Bullettin*, 6 (5).

ANONUEVO M.V., J. CABRERA, M.Y. HIZON, 1982. *A market study and catalogue of commercial viable seashells*. Final Report, University of the Philippines.

ARNAUD P.M., 1986. Effects de la pollution particulaire sur les Mollusques du littoral rocheux du Golfe de Marseille. *Haliotis*, 15: 275-282.

BALOUET G. & M. PODER, 1985. Current status of parasitic and neoplastic diseases of shellfish: a review. In: *Fish and Shellfish Pathology*, ELLISS A.E. (ed.), Academic Press: 157 pp.

BEAL B., 1990. NCRI sponsors soft-shell clam (*Mya arenaria*) hatchery/management program. *NCRI News*, 5 (1): 1-3.

BEALS M., 1976. *Cypraea mauiensis* – an endangered species ? *Hawaiian Shell News*, 24 (1): 10.

BEDULLI D., B. DELL'ANGELO, L. V. SALVINI-PLAWEN, 1995a. *Caudofoveata, Solenogastres, Polyplacophora, Monoplacophora*. In: *Check-list delle specie della fauna italiana*. A. MINELLI, S. RUFFO, S. LA POSTA (eds.), 13, Calderini, Bologna: 1-5.

BEDULLI D., L. CASTAGNOLO, F. GHISOTTI, G. SPADA, 1995c. *Bivalvia, Scaphopoda*. In: *Check-list delle specie della fauna italiana*. A. MINELLI, S. RUFFO, S. LA POSTA (eds.), 17, Calderini, Bologna: 1-21.

BEDULLI D., R. CATTANEO-VIETTI, R. CHEMELLO, F. GHISOTTI, F. GIOVINE, 1995b. *Gastropoda Opisthobranchia, Divasibranchia, Gymnomorpha*. In: *Check-list delle specie della fauna italiana*. A. MINELLI, S. RUFFO, S. LA POSTA (eds.), 15, Calderini, Bologna: 1-24.

BELLAN G., 1984. Indicateurs et indices biologiques dans le domaine marin. *Bull. Ecol.*, 15 (1): 13-20.

BELLO G, 1995. *Cephalopoda*. In: *Check-list delle specie della fauna italiana*. A. MINELLI, S. RUFFO, S. LA POSTA (eds.), 18, Calderini, Bologna: 1-5.

BERG C.J. & D.A. OLSEN, 1989. Conservation and management of queen conch (*Strombus gigas*) fisheries in the Caribbean. In: *Marine Invertebrate fisheries: their assessment and management*. CADDY J.F. (ed), J. Wiley & Sons, New York: 421-442.

BODON M., L. FAVILLI, R. GIANNUZZI-SAVELLI, F. GIOVINE, F. GIUSTI, G. MANGANELLI, G. MELONE, M. OLIVERIO, B. SABELLI, G. SPADA, 1995. *Gastropoda Prosobranchia, Heterobranchia, Heterostropha*. In: *Check-list delle specie della fauna italiana*. A. MINELLI, S. RUFFO, S. LA POSTA (eds.), 14, Calderini, Bologna: 1-60.

BOERO N., 1996. Specie, biodiversità e comunità. *Biol. Mar. Medit.*, 3 (1): 13-20.

BOUDOURESQUE C.F., 1994. Les espèces introduites dans les eaux cotieres d'Europe et de Méditerranée: Etat de la question et conséquences. In: *Introduced species in European Coastal Waters*. C.F. BOUDOURESQUE, F. BRIAND, C. NOLAN (eds), Ecosystem Research Report Series, 8: 8-27.

BOUDOURESQUE C.F., M. AVON, V. GRAVEZ, 1991. *Les Espèces marines à protéger en Méditerranée*. GIS Posidonie publ., Carry-le-Rouet, France: 448 pp.

BOUDOURESQUE C.F., P.C. BEAUBRUN, G. RELINI, J. TEMPLADO, M.C. VAN KLAVEREN, P. VAN KLAVEREN, J.G. WALMSLEY, 1996. *Critères de sélection et liste révisée d'espèces en danger et menacées (marines et saumatres) en Méditerranée*. GIS Posidonie Publ., Marseille, France: 67 pp.

BOUDOURESQUE C.F., A. CALTAGIRONE, J.R. LEFEVRE, V. RICO, R. SEMROUD, 1991. Macrozoobenthos de la Reserve Naturelle de Scandola (Corse, Mediterranée nord-occidentale): analyse pluriannuelle de l'effect reserve. *MEDPAN Meeting*, Ajaccio: 1-7.

BOURNE N., 1989. Clam fisheries and culture in Canada. In: *Clam maricolture in Nord America*. J.J. MANZI & M. CASTAGNA (eds), Elsevier, New York.

BRUGGEN VAN A.C., 1995. Biodiversity of the Mollusca: time for a new approach. In: *Biodiversity and Conservation of Mollusca*. A.C. VAN BRUGGEN, S.M. WELLS, TH.C.M. KEMPERMAN (eds), Backhuys Publ., Leiden: 1-19.

BRYAN G.W., P.E. GIBBS, L.G. HUMMERSTONE, G.R. BURT, 1986. The decline of the Gastropod *Nucella lapillus* aroung South West England: evidence of the effect of tributylin fron antifouling paints. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 66: 611-640.

BRYAN G.W., P.E. GIBBS, R.J. HUGGETT, L.A. CURTIS, D.S. BAILEY, D.M. DAUER, 1989. Effects of tributylin pollution on the mud snail *Ilyanassa obsoleta* from the York River and Sarah Creek, Chesapeake Bay. *Mar. Poll. Bull.*, 20: 458-462.

CARLTON J. T., 1993. Neoextinctions of Marine Invertebrates. *Amer. Zool.*, 33: 499-509.

CATTANEO-VIETTI R., 1986. On the probable presence of *Chromodoris quadricolor quadricolor* (Mollusca, Nudibranchia) in the Mediterranean Sea. *Boll. Malac.*, Milano, 22 (5-8): 167-168.

CESARI P. & M. PELLIZZATO, 1985. Molluschi pervenuti in laguna di Venezia per apporti volontari o casuali. Acclimatazione di *Saccostrea commercialis* (Iredale & Roughely, 1933) e di *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850). *Boll. Malac.*, Milano, 21 (10-12): 237-274.

CHEMELLO R., 1989. La bionomia bentonica ed i molluschi: 5. Il marciapiede a vermeti. *Notiziario S.I.M.*, Milano, 7 (11-12): 167-170.

CHEMELLO R., 1991. *Contributo alla cartografia biocenotica dei fondali delle Isole Pelagie e struttura del popolamento a Molluschi ai fini della costituzione della Riserva Marina*. PhD Thesis, University of Messina, 235 pp.

CHEMELLO R., M. MILAZZO, E. NASTA, S. RIGGIO, 1998. Studio della malacofauna marina costiera dell'Isola di Ustica. *Abstr. 29° Congr. S.I.B.M.*, Ustica, 15-20/6/98: 80-81.

CHEMELLO R. & M. OLIVERIO, 1996- Lessepsian migrations: a theoretical "island-jumping" model. *Biologia marina mediterranea*, 3 (1): 444-446.

CHEMELLO R. & S. RIGGIO, 1995. An essay of the use of the Habitat Evaluation Procedure in the planning of a Marine Reserve (Pelagian Islands, South Mediterranean). *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, Malta, 34: 24.

CHEMELLO R. & G.F. RUSSO, 1997. The molluscan taxocoene of photophilic algae from the Island of Lampedusa (Strait of Sicily, southern Mediterranean). *Bollettino malacologico*, Roma, 33 (5-8): 95-104.

CHEMELLO R., G. SCOTTI & S. RIGGIO, 1997. The molluscan assemblage of leaf stratum in *Cymodocea nodosa* bed of a marine coastal lagoon. *Bollettino malacologico*, Roma, 33 (5-8): 69-76.

COGNETTI GI. & GO. COGNETTI, 1992. *Inquinamenti e protezione del mare*. Calderini, Bologna: 318 pp.

COGNETTI G. & M. CURINI-GALLETTI, 1993. Biodiversity conservation problems in the marine environment. *Mar. Poll. Bull.*, 26 (4): 179-183.

DI GERONIMO I.S., 1977. Prima segnalazione sulle coste italiane di *Brachidontes variabilis* (Krauss). *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania*, 10: 847-852.

DI NATALE A., 1982. Extra-Mediterranean species of Mollusca along the southern Italian coasts. *Malacologia*, 22 (1-2): 571-580.

DWIONO S.A.P., 1995. Protection of top shell (*Trochus niloticus*) at Banda and Lease Islands. *Phuket Marine Biological Center Special Publication*, 15: 225.

ENO C., 1995. Non-native marine species in British waters. *Marine Information Notes*, 7 (1): 1-4.

ENO C., 1998. The introduction to British waters of non-native marine Molluscs and the implications to nature conservation interests. *Jour. Conch.*, spec. Publ., 2: 287-294.

FRESI E. & M.C. GAMBI, 1982. Alcuni aspetti importanti dell'analisi matematica di ecosistemi marini. *Naturalista sicil.*, S. IV, VI (suppl.), 3: 449-465.

EHRLICH P.R. & A.H. EHRLICH, 1981. *Extinctions. The causes and consequences of the disappearance of species*. Random House, New York.

ESPOSITO L., G. FANELLI, S. PIRAINO, N. BOERO, 1998. Importanza delle specie cardine nelle Riserve Marine. *Abstr. 29° Congr. S.I.B.M.*, Ustica, 15-20/6/98: 9.

F.A.O., 1990. *Yearbook of Fishery statistics. Catches and landings*. Food and Agricolture Organization of the United States, Roma, 71.

GIANGRANDE A., G. FANELLI, A.C. PATI, S. FRASCHETTI, F. BOERO, 1997. Importanza dei cicli vitali nella conservazione dell'ambiente marino. *S.It.E. Atti*, 18: 251-254.

GIANGUZZA P., R. CHEMELLO, S. RIGGIO, 1997. Segnalazione di *Brachidontes pharaonis* (P. Fisher, 1870) (Bivalvia, Mytilidae) nella Salina di Marsala e considerazioni sulla distribuzione della specie in Mediterraneo. *Bollettino malacologico*, Roma, 33 (9-12): 169-172.

GROVE R.H., 1992. Origins of western environmentalism. *Scientific American*, : 22-27.

HOLME N.A., 1995. Conservation of marine mollscs in British Isles. In: *The Conservation Biology of Molluscs*, E.A. KEY (ed.), 9: 29-32.

HOUSTON M.A., 1994. *Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge: 679 pp.

I.U.C.N., 1996. *The 1996 IUCN Red List of threatened animals*. IUCN, Gland, Switzerland.

KAY E.A., 1995. Chapter 5: Hug a slug – save a snail: a status report on molluscan diversity and a framework for action. In: *The conservation biology of Molluscs*. E. A. KAY (ed.), Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission, 9: 53-79.

KENDALL B., 1985. The shell trade. *Swara*, 8 (1).

LABOREL-DEGUEN F. & J. LABOREL, 1991. Statut de *Patella ferruginea* en Méditerranée. In: *Les Espèces marines à protéger en*

Méditerranée. BOUDOURESQUE C.F., M. AVON, V. GRAVEZ (Eds), GIS Posidonie publ., Carry-le-Rouet, France: 91-103.

LONG D., 1997. IUCN and Mollusc Specialist Group News. *Tentacle*, 7: 2-4.

MAZZOLA A., 1992. Le specie alloctone e l'acquacoltura. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, 56-57: 225-246.

MEFFE G.K. & C.R. CARROL, 1994. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Ass. Publ., Sunderland: 600 pp.

MENGE B.A., E.L. BERLOW, C.A. BLANCHETTE, S.A. NAVARRETE, S.B. YAMADA, 1994. The keystone species concept: variation in interaction strenght in a rocky intertidal habitat. *Ecol. Monogr.*, 64: 249-286.

MILAZZO M., R. CHEMELLO, S. RIGGIO, 1998. Molluscan assemblages in three different sites of the Marine Reserve of Ustica Island: preliminary data. *Ist International Workshop on Marine Reserves*, Murcia: 83.

MUNFORD J.G., L. DA ROS, R. STRADA, 1981. A study on the mass mortality of mussels in Laguna Veneta. *J. World Mar. Soc.*, Baton Rouge, 12 (2): 186-199.

NEW T.R., 1995. *Introduction to Invertebrate Conservation Biology*. Oxford University Press, Oxford: 194 pp.

NOSS R.F., 1990. From endangered species to biodiversity. In: *Balancing on the brink: a retrospective on the Endangered Species Act*, KOHM K. (ed.), Island Press, Washington.

NORSE E., 1993. *Global marine biodiversity. A strategy for building conservation into decision making*. Centre for Marine Conservation, Washington: 383 pp.

OLIVERIO M., 1994. The status of the living mediterranean *Strombus*, or: what is a lessepsian migrant? *Notiziario CISMA*, 16: 35-40.

PAINE R.T., 1966. Food web complexity and species diversity. *Am. Nat.*, 100: 65-75.

PAINE R.T., 1974. Intertidal community structure. Experimental studies on the relationship between dominant competitor and its principal predator. *Oecologia*, 15: 93-120.

PANDOLFO A., R. CHEMELLO, I. CIUNA, M. LO VALVO, S. RIGGIO, 1995. Molluscan diversity at the intertidal level in four type areas of Sicily. *Abstr. 12th Internat. Malac. Congr.*, Vigo, A. GUERRA, E. ROLAND, F. ROCHA (eds): 230-231.

PANDOLFO A., R. CHEMELLO, I. CIUNA, M. LO VALVO, S. RIGGIO, 1996. Analisi della distribuzione dei Molluschi nella zona di transizione fra mesolitorale ed infralitorale superiore lungo le coste della Sicilia. *Biol. Mar. Medit.*, 3 (1): 78-87.

PANDOLFO A., R. CHEMELLO, S. RIGGIO, 1992. Notes sur la signification écologique de la malacofaune d'un "trottoir à Vermets" le long de la cote de Palerme (Sicile). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, Trieste, 33: 47.

PÉRÈS J. M. & J. PICARD, 1964. Noveau manuel de bionomie benthique de la Mer Mediterranee. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 31: 5-137.

PIRAINO S. & G. FANELLI, 1997. Biodiversità funzionale, ridondanza e specie cardine. *Biol. Mar. Medit.*, 4 (1): 104-114.

POWER M.E., D. TILMAN, J.A. ESTES, B.A. MENGE, W.J. BOND, L.S. MILLS, D. GRETCHEN, J.C. CASTILLA, J. LUBCHENCO, R.T. PAINE, 1996. Challenges in the quest for kesystones. *BioScience*, 46 (8): 609-620.

PRIMACK R.B., 1995. *A primer of conservation biology*. Sinauer Ass. Publ., Sunderland: 277 pp.

REID D. G., 1986. The littorinid molluscs of mangrove forests in the Indo-Pacific region. The genus *Littoraria*. *Brit. Mus. (Nat. Hist.) Bull.*, 978: 1-227.

RIGGIO S., G. D'ANNA, M.P. SPARLA, 1993. Coastal eutrophication and settlement of mussel beds in NW Sicily: remarks on their significance. In: *Marine eutrophication and population dynamics*. G. COLOMBO (ed), Olsen & Olsen, Fredersborg (Denmark): 117-120.

RUSSO G.F. & F. CICOGNA, 1991. The date mussel (*Lithophaga lithophaga*) "case" in the Gulf of Naples. In: *Les Espèces marines à protéger en Méditerranée*. BOUDOURESQUE C.F., M. AVON, V. GRAVEZ (Eds), GIS Posidonie publ., Carry-le-Rouet, France: 141-150.

RUSSO G.F., D. VINCI, M. SCARDI, E. FRESI, 1991. Molluscs syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a *Posidonia oceanica* bed: 3. A year's cycle at Ischia island. *Posidonia Newsletter*, 4 (1): 15-25.

SAFRIEL U. & M.N. BEN-ELIAHU, 1991. The influence of habitat structure and environmental stability on the species diversity of polychaetes in vermetid reefs. In: *Habitat structure. The physical arrangement of objects in space*, S.S. BELL, E.D. MCCOY, H.R. MUSHINSKY (eds), Chapman & Hall, London: 349-369.

SALM R. & A. PRICE, 1995. Selection of marine protected areas. In: *Marine Protected Areas: principles and techniques for management*. S. GUBBAY (ed.), Chapman & Hall, London: 15-31.

SCOTTI G. & R. CHEMELLO, 2000 (questo volume). I molluschi marini mediterranei degni di protezione: stato delle conoscenze e forme di tutela. *Bollettino Malacologico*, 36 (1-4): 61-70.

SCOTTI G., R. CHEMELLO, S. RIGGIO, 1996. Diversità della malacofauna di strato foliare in una prateria di *Cymodocea nodosa* nello Stagnone di Marsala (Sicilia occidentale). *Biologia marina mediterranea*, 3 (1): 46-49

SUTHERLAND J.P., 1978. Functional roles of *Schizoporella* and *Styela* in the fouling community at Beaufort, North Carolina. *Ecology*, 59: 257-264.

U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE, 1980. *Habitat Evaluation Procedures*. 102 ESM, U.S. Printing Office: 116 pp.

UNEP/IUCN/WWF, 1980. *World Conservation Strategy*. IUCN, Gland, Switzerland.

VAN DER LINDEN J. & W.M. WAGNER, 1990. A key to the recent European species of the genus *Bittium* Leach (Gastropoda, Prosobranchia, Cerithiidae). *Basteria*, 54: 243-246.

VERDUIN A., 1976. On characters, variability and distribution of the European marine gastropods *Bittium latreillei* (Payraudeau) and *Bittium lacteum* (Philippi). *Basteria*, 40: 133-142.

VERDUIN A., 1982. On taxonomy and variability of recent European species of the genus *Bittium* Leach. *Basteria*, 46: 93-120.

VICENTE N. & J.C. MORETEAU, 1991. Statut de *Pinna nobilis* en Méditerranée (Mollusque Eulamellibranche). In: *Les Espèces marines à protéger en Méditerranée*. BOUDOURESQUE C.F., M. AVON, V. GRAVEZ (Eds), GIS Posidonie publ., Carry-le-Rouet, France: 159-168.

WELLS S.M., 1995. Molluscs and the conservation of biodiversity. In: *Biodiversity and Conservation of the Mollusca*, A.C. VAN BRUG-

GEN, S.M. WELLS, Th.C.M. KEMPERMAN (eds), Backhuys Publ., Leiden: 21-36.

WHATMORE L., 1982. Mauritius is great but shelling's poor. *Hawaiian Shell News*, 30: 8.

ZIBROWIUS H., 1994. Introduced Invertebrates: examples of success and nuisance in the European Atlantic and in the Mediterranean. In: *Introduced species in European Coastal Waters*. C.F. BOUDOURESQUE, F. BRIAND, C. NOLAN (eds), Eosystem Research Report Series, 8: 44-49.

Lavoro accettato il 14 Dicembre 1999