

SILVANO RIGGIO & MARCO MILAZZO

RICCHEZZA SPECIFICA E BIODIVERSITÀ MARINA
NELL'ISOLA DI USTICA

RIASSUNTO

L'isola di Ustica occupa una posizione privilegiata nel basso Tirreno lungo il flusso della corrente Atlantica che le garantisce un apporto costante di disseminale planctoniche e di popolazioni nectoniche (pesci e cefalopodi). Queste trovano un habitat particolarmente favorevole nei suoi fondali rocciosi, dove si concentrano in aggregati di stupefacente complessità e di grande effetto estetico. L'analisi delle ricerche scientifiche realizzate nell'ultimo trentennio consente di tracciare un quadro della ricchezza specifica e della distribuzione dei biotopi a più alta biodiversità. I problemi concernenti la biodiversità vengono esposti ed interpretati criticamente. Si segnalano alcune specie di nuova comparsa, delle quali la più significativa è *Sphyræna viridensis*, luccio di mare di origine tropicale, segnalato dagli sportivi come barracuda. Sono discussi anche alcuni effetti conseguenti all'istituzione dell'area marina protetta. Il più rilevante è la crescita incontrollata delle popolazioni dei due ricci, *Arbacia lixula* e *Paracentrotus lividus*, che hanno distrutto la copertura di alghe fotofile, causando una sensibile erosione del substrato roccioso. Nonostante tale disturbo, l'isola è sempre un hot spot per la ricchezza specifica, in quanto su un'area approssimata allo 0,02% del Mediterraneo essa concentra oltre il 20% delle specie conosciute per l'intero bacino. Un pericolo al mantenimento della biodiversità viene dall'incertezza sulla futura gestione dell'area protetta.

SUMMARY

Species richness and coastal biodiversity of Ustica Island (Tyrrhenian Sea, Mediterranean). The Island of Ustica is the emerging top of a submarine volcano in the Southern Tyrrhenian, 37 ml off Palermo, N/W Sicily. Its steep rugged seabottoms are especially celebrated for their luxuriant seascapes made up by encrusting communities and diverse fish fauna. Due to its long distance from the mainland, its small area and low population density, the island's coastal habitat is nearly undisturbed. An intensive catch of the grouper, *Epinephelus marginatus*, performed by scuba divers and prolonged over thirty years, has been the most relevant disturbance bringing to near extinction the

stocks of game fish. In order to preserve the coastal environment and let the fauna recover, the whole island is a marine protected area since the early '90ies, the first one of a relevant size in the Italian waters. A marine Laboratory is also based in the Island, under the scientific management of Palermo University and addressed to surveying the biota and monitoring the coastal habitat. In this paper we report the major results of the scientific research carried out during the latest 30 years. Our present knowledge of the area is pointed out together with an evaluation of the outcome of man's intervention. Restricting the fishing catch to local professionals has indeed relieved the pressure on endangered species thereby enhancing a sensible recovery of the most exploited fish populations. No sizable biodiversity increases can be highlighted due to lack of historical series of data and very likely because of the difficulties to appreciate small changes of the biota occurring in a naturally diverse environment. A new find worth mentioning is the constant presence of some subtropical fish not reported before. *Scorpaena madeirensis* is one such species, but definitely more frequent is *Sphyrna viridensis*, gathering in dense schools especially at Scoglio del Medico, in the NW sector. The fish is represented in so large numbers as to appear a new flag species; a major aftermath following conservation is the unchecked growth of sea urchin populations which have been overgrazing on the seaweed canopy leaving behind extensive "barrens" which range from surface to about 10m deep. Expansion of the barrens has caused a spoiling of the infralittoral belt along the whole coastal perimeter, whose damage can hardly be recovered. Despite the damage on the shallow bottoms, the diversity of benthic life of Ustica Island is very high, although unevenly distributed: marine caves and deep circalittoral lava outcrops are the biotopes where biodiversity is especially concentrated, blooming with massive encrusting communities. Banco Apollo, the top of a sea mount -45 m in depth, is settled by a *Laminaria rodriguezii* canopy supported by strong upwelling currents. From the list of taxa censused one can conclude that the local species richness by far exceeds the values expected on account of the tiny coastal perimeter and bottom area, so that the island may be considered a major diversity *hot spots* in the Mediterranean. Concerns are expressed about the forthcoming management of the area.

PREMESSA

Nello studio della Biodiversità marina mediterranea l'isola di Ustica occupa un posto di rilievo. È anzi tutto privilegiata la sua posizione nel basso Tirreno, sull'abbrivio della corrente atlantica apportatrice di plancton; è privilegiata la morfologia tormentata dei suoi fondali che mostrano un'altissima eterogeneità spaziale; è infine privilegiato il suo *status* di area marina protetta (AMP), che le ha attratto un'attenzione scientifica unica fra le isole italiane e ne fa il luogo ideale per un'analisi sulla biodiversità costiera mediterranea. Un aspetto fondamentale della tutela è stato l'avvio degli studi sull'ambiente costiero, che hanno tracciato un quadro naturalistico dettagliato arricchendo l'intero patrimonio di conoscenze sul Mediterraneo. Un'analisi anche superficiale della biodiversità bentonica non può trascurare le correlazioni con la morfologia costiera, l'eterogeneità spaziale e la posizione geografica dell'isola. Queste possibili correlazioni sono argomenti cardine dello studio su Ustica, che ha un punto di forza nella protezione dell'ambiente marino e nell'inscindibilità fra tutela, ricerca scientifica, sviluppo sostenibile e diffusione

dell'educazione ambientale¹. Il lavoro presente si articola pertanto in capitoli focalizzati sulla biodiversità, sulle sue relazioni con il territorio e le attività antropiche, con l'obiettivo di definire il suo ruolo di possibile *hot spot*, "punto caldo" del biota bentonico mediterraneo (RIGGIO & MASSA, 1975; RIGGIO, 2000).

LA RICERCA SULLA BIODIVERSITÀ

Le conoscenze naturalistiche sull'isola rimontano alla bella monografia dell'Arciduca Salvatore, scritta alla fine dell'800 e basata in gran parte sull'osservazione dell'ambiente di terraferma. Essa è anche un saggio prezioso di

¹ Il regime di tutela - La Riserva Naturale Marina 'Isola di Ustica' (oggi Area Marina Protetta) è stata istituita con il decreto interministeriale del 12 novembre 1986 emanato dal Ministero dell'Ambiente di concerto con il Ministero della Marina Mercantile, ma è effettivamente funzionante dal 1991. Questo decreto definisce gli obiettivi di conservazione della riserva, ed in particolare:

- la protezione ambientale dell'area marina interessata;
- la tutela e la valorizzazione delle risorse biologiche ed il ripopolamento ittico della zona;
- la diffusione della conoscenze della biologia degli ambienti marini e delle peculiari caratteristiche mineralogiche e geomorfologiche della zona;
- l'effettuazione di programmi di carattere divulgativo - educativo per il miglioramento della cultura generale nel campo della biologia ed ecologia marina;
- l'effettuazione di programmi di ricerca scientifica nel settore della biologia marina e della tutela ambientale [...]

L'area protetta è divisa in tre zone a differente grado di protezione: una zona A di riserva integrale di circa 60 ettari, che si estende per oltre 300 m dalla linea di costa sul versante Ovest-Nord Ovest dell'isola; una zona B di riserva generale (circa 8000 ettari), che si estende per 3 miglia marine dalla linea di costa sul versante settentrionale da Sud Ovest a Est-Nord Est; una zona C di riserva parziale (8000 ettari - 3 miglia dalla linea di costa) sul versante meridionale da Est-Nord Est a Sud Ovest.

Nella zona di riserva integrale (zona A), delimitata da boe a mare, sono vietate tutte le attività antropiche comprese la pesca professionale e sportiva, la navigazione e la balneazione. È ammesso solamente il transito delle imbarcazioni di servizio e per gli scopi autorizzati di studio e ricerca.

Tenendo conto delle esigenze della popolazione residente e dei visitatori, in riserva integrale è ammessa una limitata attività di balneazione a Cala Sidoti e in località La Caletta o Cala Acquario (poste alle estremità della zona A). In queste due zone di balneazione consentita l'ente gestore ha realizzato dei brevi percorsi di superficie per i visitatori che hanno così la possibilità di avvicinare gli animali della riserva. Nella zona di riserva generale (zona B) e nella zona di riserva parziale (zona C) sono vietate qualsiasi forma di pesca o di prelievo che non sia stata precedentemente autorizzata dall'ente gestore. Sono consentite invece le immersioni ricreative, gli ancoraggi non controllati e la pesca sportiva esercitata con lenze da fermo e da traino. Allo stato attuale sono state concesse autorizzazioni di pesca unicamente ad imbarcazioni locali.

Inoltre, nell'agosto 1999, il Comune di Ustica (in qualità di ente gestore) avvalendosi della facoltà di prevedere limiti più restrittivi volti esclusivamente alla tutela ed all'incremento delle risorse biologiche, ha vietato la pesca in apnea. Insieme alle altre attività ricreative è ammessa qualsiasi altra forma di pesca sportiva, nei limiti consentiti dalla vigente legislazione.

carattere etno antropologico. Alla fine degli anni '60 il Ministero per la Marina Mercantile affidò a DE CRISTOFARO (1970) la compilazione di una carta di pesca dei fondali intorno all'isola, nella quale furono illustrate le maggiori emergenze naturalistiche ed elencate le specie ittiche e bentoniche più significative per la caratterizzazione dell'ambiente sommerso. Alla stesura della carta collaborò il prof. Giuseppe Giaccone; Enrico Gargiulo curò la documentazione fotografica subacquea. Nella sua monografia l'autore elenca 268 specie, delle quali 75 sono pesci, 69 alghe ed 1 Spermatozofita (*Posidonia oceanica*). Il perimetro costiero dell'isola viene anche diviso in 6 settori sulla base della fisiografia dei fondali e della tipologia dei popolamenti bentonici².

Un'attività non occasionale di ricerche ebbe inizio con la fondazione dell'*Accademia di Scienze ed Attività Subacquee*, promotrice di studi sulla geomorfologia delle grotte sommerse, sull'oceanografia e la botanica marina. L'impulso decisivo data dal 1991, anno in cui la Riserva Naturale Marina è divenuta operativa. Le attuali conoscenze sulla biodiversità dell'Isola di Ustica provengono quasi per intero dalle ricerche compiute nell'ambito dell'AMP durante gli anni '90.

I primi elenchi floristici e fitogeografici compilati da Giaccone nel 1985 e il saggio sulla malacofauna di Chemello (1986) furono una base scientifica per l'istituzione della riserva marina. Successivamente all'entrata in funzione dell'area protetta furono avviati gli studi naturalistici col fine di segnare il "punto zero", o di partenza, delle conoscenze scientifiche necessarie a valutare l'impatto dei provvedimenti di tutela. In quest'ambito le ricerche furono sviluppate secondo le tre linee seguenti:

- i - si avviò un censimento dei popolamenti bentonici più significativi, che portarono alla compilazione di elenchi tassonomici dei gruppi più rappresentativi del fitobenthos e dello zoobenthos.
- ii - si descrisse la fauna delle grotte sommerse e semisommerse, individuate fra gli ambienti di maggiore interesse e a maggior rischio ambientale;
- iii - fu indagata la distribuzione e la biologia di specie di particolare interesse.

² I settori individuati da De Cristofalo sono i seguenti:

- Settore a - Dall'estremità di N/E di Cala Santa Maria, per Capo Falconara, e fino alla direttrice che partendo dalla località "Cimitero" si spinge per 55° a NE.
- Settore b - Dallo Scoglio della Colombara per 30° NE fino alla direttrice che, partendo da località Madonna della Croce si spinge per 330° NO.
- Settore c - Dalla precedente direttrice fino a Punta Megna per 295° NO.
- Settore d - Dalla precedente direttrice uscente da Punta Megna fino a punta Gavazzi per 240° SO.
- Settore e - Banco Apollo.
- Settore f - Da punta Gavazzi fino a Cala Santa Maria.

Nel 1998 si tenne ad Ustica il XXIX congresso della Società Italiana di Biologia Marina (SIBM) nel corso del quale venne dedicata un'intera sessione alle ricerche condotte sull'isola e finanziate dalla riserva. Nei paragrafi seguenti viene riportata una sintesi degli studi che permettono di stimare la biodiversità dei fondali usticesi.

ANALISI DELLA BIODIVERSITÀ PER GRUPPI TASSONOMICI

Non esistono ad oggi studi complessivi sulla biodiversità bentonica dell'isola: essa può essere tuttavia desunta dall'esame dei singoli gruppi, censiti prima e dopo l'istituzione dell'area marina protetta. La Fig. 1 illustra la distribuzione della biodiversità per gruppi tassonomici. Le informazioni sull'habitat e sulle densità dei popolamenti completano il quadro in misura soddisfacente. I paragrafi seguenti riportano una rassegna delle ricchezze tassonomiche dei principali gruppi del benthos costiero espressivi della biodiversità. Saranno in particolare presi in considerazione i gruppi legati all'orizzonte Fitale e ai bio-concrezionamenti sciafili.

Le fitocenosi: i popolamenti algali - Le prime ricerche riguardano il popolamento a *Laminaria rodriguezii* del Banco Apollo (GIACCONE, 1967) e la caratterizzazione floristica e vegetazionale di alcuni biotopi dell'infralitorale (1983). Gli studi floristici e fitosociologici successivi (GIACCONE *et al.*, 1985)



Fig. 1 — Contributo dei diversi taxa studiati alla biodiversità marina dell'Isola di Ustica. * Dato stimato.

sottolineano l'affinità subtropicale della flora marina che risulta composta da oltre 450 specie. L'infralitorale è dominato da 'foreste' a *Cystoseira* su substrato roccioso. Il circolitorale invece mostra la presenza della *Laminaria rodriguezii* nel *Cystoseiretum zosteroidis*. Nel mesolitorale si riporta la presenza di specie endolitiche limitata alla fascia ad alghe calcaree. Tra queste va segnalato lo *Sporolithon mediterraneum*, presente nella *Grotta Rosata* (o "Grotta Segreta") sulla costa dello Spalmatore, e a tutt'oggi considerata una specie rara per il Mediterraneo.

La Posidonia oceanica - I posidonieti mostrano una distribuzione discontinua lungo tutto il perimetro costiero, dove occupano i siti idonei all'impianto. I fondi ciottolosi del versante di tramontana e i substrati levigati del lato di ponente interrompono la fascia di *Posidonia* frammentandola in *mattes* isolate poco estese che si concentrano sulle rade distese di fondi sabbiosi. Gli insediamenti della fanerogama sono molto più fitti sull'intero versante sud, dove la prateria cresce su roccia. Ciuffi isolati di *Posidonia* crescono un po' dovunque le condizioni lo consentono. Dati preliminari sulla fauna vagile e la flora epifita associata alle praterie a *Posidonia oceanica* dell'isola vengono presentati da BUIA *et al.* (1999).

Zoocenosi dei sedimenti e Tanatocenosi - ROMEO *et al.* (1990) presentano le liste della fauna a Foraminiferi proveniente da campioni raccolti tra 60 e 80 metri di profondità in due secche presenti a largo di Ustica. Tra questi va segnalato il ritrovamento di *Planopulvinulina dispansa*. Questa specie bentonica, vivente in ambienti circolitorali profondi al limite con il batiale, non era conosciuta per il Mediterraneo. Nei primi anni '90 viene pubblicata una ricerca che ha permesso l'individuazione di una associazione a policheti serpuloidi riferibile al circolitorale profondo-batiale al largo dell'isola di Ustica (SANFILIPPO, 1991). Nell'ambito di una ricerca condotta nell'estate del 1990, DI GERONIMO *et al.* (1993) descrivono il popolamento e la tanatocenosi della *Grotta dell'Accademia* (versante sud-orientale).

Risultati dei censimenti faunistici

CNIDARI - Una *checklist* completa della fauna a cnidari dell'Isola di Ustica, fino a quel momento mai descritta per i mari siciliani, viene invece realizzata da PIRAINO *et al.* (1999). In questo studio sono state identificate 131 specie delle quali 39 di Anthozoa e 92 di Medusozoa. La ricchezza specifica degli Cnidari dell'isola di Ustica è pari a circa il 20% di quella riscontrata nell'intero Mediterraneo. Gran parte delle specie identificate sono di origine atlantica.

POLICHETI - La polichetofauna dell'isola di Ustica annovera circa 280 specie (CASTRIOTA *et al.*, 1998; BADALAMENTI *et al.*, 1999). Il popolamento di fondi mobili risulta costituito da 139 specie (CASTRIOTA *et al.*, 1998) mentre,

nell'infralitorale roccioso, vengono segnalate 163 specie (BADALAMENTI *et al.*, 1999). Sono rappresentati pressoché tutti i gruppi legati al fitale ed ai popolamenti di roccia.

CROSTACEI - Le conoscenze sulla fauna a Crostacei dell'isola di Ustica si possono ritenere al momento del tutto parziali e limitate solamente a Decapodi, Anfipodi e Tanaidacei. La *checklist* annovera nel complesso 131 specie. **DECAPODI** - Fra i decapodi si riportano tre specie di interesse commerciale da ARRULEO *et al.* (1996) e 6 specie associate a *Posidonia oceanica* (BUIA *et al.*, 1999). A questo dato si aggiungono i risultati di una ricerca conclusasi di recente (PIPITONE, 2003). Nell'infralitorale di Ustica, si segnalano nel complesso 53 specie e 10 taxa superiori.

ANFIPODI - Gli anfipodi associati alle alghe fotofile infralitorale sono oggetto delle ricerche di Diviacco e Sparla e di NASTA *et al.* (2000), che riportano una ricchezza specifica totale pari a 72 specie.

TANAIDACEI - Dai fondali usticesi sono state raccolte 6 specie: *Apseudes latreilli*, *Parapseudes latifrons*, *Leptochelia savignyi*, *Parasinelobus chevreuxi*, *Zeuxo normani*, *Paratanais batei*. È verosimile la presenza di altre specie segnalate per il basso Tirreno e per l'antistante costa palermitana (RIGGIO, 1996b),

MOLLUSCHI - I dati sulla malacofauna marina di Ustica provengono da censimenti metodici e costanti che assicurano la buona rappresentatività delle liste compilate; fra queste la monografia di CHEMELLO (1986) è certamente quella più completa e affidabile; l'autore ha studiato la malacofauna marina esaminando la sola classe dei gasteropodi, presente con 216 specie. L'analisi dei dati ha consentito di individuare nell'isola di Ustica ben 10 aree a diversità e ricchezza elevata, prive delle faune tipiche delle acque ad elevato tasso di inquinamento o dissalazione (CHEMELLO, 1986). Il confronto della struttura e composizione del popolamento fitale a Molluschi prima (CHEMELLO, 1986) e dopo l'istituzione dell'area marina protetta (CHEMELLO *et al.*, 1999), ha dimostrato l'esistenza di un certo tasso di variabilità temporale della ricchezza specifica, nel quale un contingente di specie sostituisce i contingenti preesistenti (MILAZZO *et al.*, 2000b). Nel complesso vengono identificate 258 specie. Una di queste, il polioplacoforo *Ischnochiton usticensis*, viene descritto per la prima volta (DELL'ANGELO & CASTRIOTA, 1999).

BRIZOI - La fauna a briozoi dell'infralitorale roccioso descritta da GUSSO-CHIMENZ *et al.* (1999) conta 52 specie, tra le quali una, la *Puellina picardi*, segnalata per la prima volta per i mari italiani. Dal punto di vista biogeografico l'alta percentuale di specie di provenienza atlantica (circa il 45%) testimonia l'influenza della corrente superficiale proveniente da Gibilterra che lambisce le coste dell'isola.

TUNICATI - TURSÌ & MASTROTOTARO (1999) elencano 19 specie, quasi tutte caratterizzanti le biocenosi incrostanti dell'infralitorale.

PESCI - Due ricerche condotte tra il 1994 ed il 1997 dall'Università di Palermo (ARCULEO *et al.*, 1996, 1999) e dall'Icram di Roma (VACCHI *et al.*, 1998; LA MESA & VACCHI, 1999) hanno permesso l'identificazione di 102 specie ittiche attraverso pescate sperimentali e tecniche di censimento visivo in immersione. Nuovi aspetti biogeografici ed eto-ecologici di specie non comuni per il mar Mediterraneo (come *Sphyraena viridensis*, *Sparisoma cretense*, *Scorpaena maderensis*, *Thorogobius ephippiatus*, *Gobius vittatus* e *Caranx crysos*) sono riportati da VACCHI *et al.* (1999a). La ricerca evidenzia inoltre la presenza di specie mai segnalate prima e l'affermazione di specie, anche di grosse dimensioni, che trovano nella protezione un fattore favorevole all'ulteriore espansione. Insieme alla cernia bruna *Epinephelus marginatus*, la *Sphyraena viridensis* è certamente quella che ha maggiormente rilanciato l'immagine dell'AMP³. Essa si discosta poco dal comune luccio di mare, *S. sphyraena*, al quale può assimilarsi. L'aumento del numero e la tendenza a formare fitti gruppi di individui come nei mari tropicali giustifica il termine di barracuda adottato con entusiasmo dai subacquei, che ne fa la specie vessillare più popolare, nuova immagine-simbolo dell'area marina protetta.

Altri studi riguardano la parassitofauna (MARINIELLO *et al.*, 1999) di alcune specie nectobentoniche.

RETTILI E MAMMIFERI - Osservazioni sulle tartarughe e sulle popolazioni dei delfini sono state compiute da Bruno Zava. È segnalata la presenza di *Caretta caretta* e la notevole frequenza di *Stenella atrocoerulea*.

TAXA MINORI - Notizie preliminari sulla fauna a Sipunculidi (5 specie) e ad Echinodermi (9 specie) del detritico costiero sono riportate in CASTRIOTA *et al.* (1998). Attualmente, la componente meiobentonica è assolutamente sconosciuta e non esistono informazioni pubblicate su diversi gruppi tassonomici del macrozoobenthos; tra gli altri, Cirripedi, Copepodi ed Echiuri.

CAUSE AMBIENTALI DELLA BIODIVERSITÀ

L'osservazione anche superficiale dei fondali di Ustica delinea l'immagine di una grande ricchezza biologica, che in alcuni biotopi raggiunge concentrazioni difficilmente superate in altri luoghi (almeno in condizioni di oligotrofia). Si può sostenere che sui fondali dell'isola siano presenti tutte o quanto meno la maggior parte delle specie mediterranee dei concrezionamenti sciafili (coralligeno e precoralligeno) così come sono presenti le specie

³ Le specie su elencate non sono citate nell'elenco di De Cristofalo. In particolare *Sphyraena viridensis* e *Scorpaena maderensis* sarebbero nuove per l'ittiofauna di Ustica.

legate al manto algale ed ai substrati rocciosi. Si conferma così che l'isola è un serbatoio di specie animali e vegetali che nei suoi anfratti trovano condizioni ambientali particolarmente favorevoli.

L'analisi della sua posizione geografica e della struttura geologica fornisce un quadro delle condizioni generali che giustificano tanta ricchezza. Se si fa una scansione del profilo batimetrico del basso Tirreno l'edificio montuoso usticese appare come una vistosa discontinuità tridimensionale elevantesi da un fondale piatto e fangoso profondo intorno ai 2000 m con un apporto tellurico molto ridotto; essa è perciò una protuberanza solida che interrompe il *continuum* di un piano bidimensionale assolutamente uniforme e povero di forme di vita. Per la sua ricchezza biologica Ustica può assimilarsi ad una secca di grandi dimensioni, un ostacolo meccanico al transito delle correnti che impattano sui fianchi subverticali del monte Anchise risalendo in una miriade di moti turbolenti: questi ultimi vivificano l'intero biotopo ed aggiungono energia dinamica all'intero sistema. L'isola è un luogo di attrazione e concentrazione dei banchi di pesci pelagici che vi si affollano per tigmotattismo, ma anche un sito di insediamento del meroplancton sviluppato nel mosaico di popolamenti e bentonici e nectobentonici che vivacizzano il paesaggio sommerso (Fig. 2).

Il ruolo della geologia e morfologia costiera

Come già accennato, l'isola di Ustica è ciò che resta di un complesso sistema di vulcani basici, oggi praticamente smantellato. Le rocce sono costi-

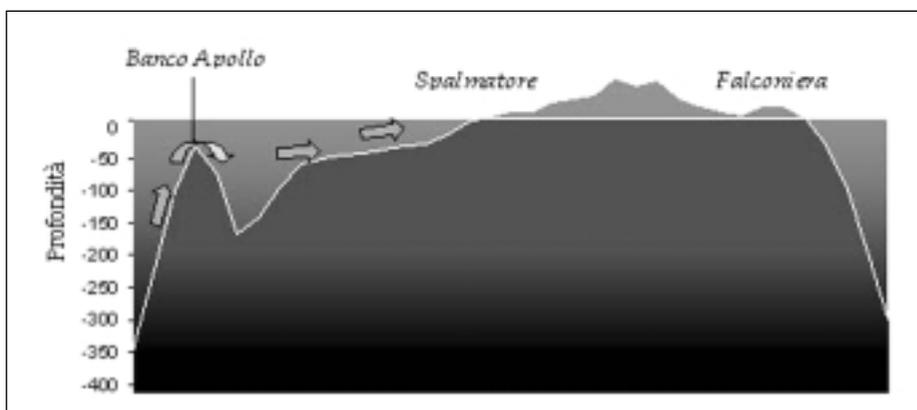


Fig. 2 — Profilo dell'edificio vulcanico di Ustica lungo l'asse trasverso (W-E). Le frecce segnalano le correnti più intense da sud ovest e i fenomeni di upwelling responsabili dell'alta ricchezza biologica del Banco Apollo e dei fondi adiacenti.

tuite quasi esclusivamente da lave basiche e relativi tufi che hanno in parte origine sottomarina e formano dei caratteristici depositi (RUGGIERI & BUCCHERI, 1968). Il vulcano si è formato dai 730.000 ai 740.000 anni fa e si eleva ai margini di bacini situati a largo delle coste settentrionali siciliane, scendendo a settentrione verso la piana batiale centro-tirrenica il cui punto più basso è a 3000 m di profondità.

Le sponde e i fondali intorno all'isola sono rocciosi con solo poche ed isolate fasce di sabbie e ciottoli. Le coste sono ripide lungo tutti i versanti, con caratteristiche strutture a falesia nell'intero versante nord, disastroso da imponenti frane, e con pendio molto accentuato a Sud-Sud/Est. Alla caduta verticale della costa di Tramontana si contrappone una discesa molto accentuata dei fondali nel versante meridionale ed orientale, dove a poca distanza dalla riva si raggiungono i -75 metri. Uno sprofondamento a N/E è riconoscibile come residuo dell'esplosione del cratere principale; esso è l'unico rifugio contro i venti di maestrale ed è il luogo più ridossato dell'isola, sede del centro abitato di età borbonica. La mole tufacea della punta dell'*Homo Morto* segna una transizione fra due parti sensibilmente diverse dell'isola.

Declivi meno accentuati caratterizzano il versante occidentale e nord-occidentale (COLANTONI, 1983). La costa di ponente è l'unica a basso declivio e facilmente accessibile da terra. Numerose grotte si aprono sul versante di mezzogiorno, alcune delle quali formate dall'azione abrasiva dell'acqua sui sedimenti calcarei inglobati dalle lave di effusione (COLANTONI *et al.*, 1990). I sedimenti marini sono rappresentati da sottili lembi fossiliferi e da sedimenti clastici che hanno avuto origine dai tufi.

La carta geomorfologica e sedimentologica dei fondali (CATALANO *et al.*, 1996) sottolinea le emergenze paesaggistiche – falesie, piattaforme di abrasione, canali, ecc. – sulle quali si modulano le biocenosi principali. Dalla mappa si risale alla distribuzione ed ai caratteri delle praterie a fanerogame ed è possibile inferire le interconnessioni tra la natura del substrato e le caratteristiche sedimentologiche e biologiche.

Rapporti fra morfologia costiera ed idrodinamismo

L'origine effusiva e la crescita tumultuosa dell'edificio vulcanico racchiudono il contorno insulare dentro un circolo, nel quale si proietta l'area di fondali circoscritta dal perimetro costiero. La protuberanza della punta *Homo Morto* approssima isola ad una losanga con asse maggiore rivolto fra N/E e S/W ed asse minore perpendicolare. La forma grossolanamente circolare è un fattore di selezione sui popolamenti costieri, che agisce in senso opposto a quello di un contorno quadrato o allungato tipico delle formazioni carbonatiche o metamorfiche (RIGGIO, 1996a). L'assenza di spigoli e di

tratti rettilinei consente alle perturbazioni provenienti da opposti quadranti di circuitare l'intero perimetro costiero senza abbattimenti apprezzabili della loro intensità: per questa ragione ad Ustica e nelle isole vulcaniche in genere mancano i ridossi efficaci, e le forti mareggiate impediscono la navigazione; si può affermare che l'asperità della costa e l'assenza di rifugi naturali accentuano l'insularità.

Con forti venti di maestro, col grecale e il libeccio, tutto il perimetro costiero è investito con uguale violenza che rende l'isola inaccessibile. Una conseguenza sul piano biologico è l'assenza di transizioni brusche fra i popolamenti, la cui variazione discontinua è soprattutto attribuibile alla rugosità dei substrati ed alle accidentalità della morfologia locale. Una conseguenza di ordine antropologico è che ad Ustica, come nella maggior parte dei con vulcanici emergenti, la pesca e le attività marinare hanno sviluppo mediocre ed in passato furono certamente secondarie rispetto all'economia contadina. La colonizzazione dell'isola proveniente dai borghi marinari ad ovest di Palermo ha in qualche misura favorito una presenza di pescatori che sono comunque una frazione minoritaria – benché importante – della popolazione.

I dati anemologici registrati alla stazione di Ustica (serie storica 1951-1981), mostrano che gli eventi più frequenti (1574 su 2567) provengono dalle direttrici 230°N - 270°N, che impattano con estrema violenza sulle sponde dello Spalmatore e sullo Scoglio del Medico, con un effetto evidenziato dall'ampiezza dei fenomeni erosivi e dall'estensione del piano sopra- e mediolitorale. Il livello di oltre 3 m di altezza raggiunto dalla copertura a *Chthamalus* spp. sulla costa rocciosa dello Spalmatore è un indicatore efficace dell'intensità e della potenza distruttiva del mare in tutto il settore di ponente. Altro indicatore sono le spesse cornici rocciose formate dal *Lithophyllum* a livello di marea.

L'impatto delle mareggiate si rivela anche nel profilo arrotondato dei fondali lavici, scavati da ampie depressioni a profilo semi circolare (le "marmitte"), lisciati e smerigliati dall'attrito con le polveri vulcaniche che formano uno spesso deposito sui terrazzi di Cala Sidoti e sull'adiacente fascia di protezione integrale (Zona A), ma anche di parte della scarpata compresa fra la Cala Madonna ed il Faraglione. Essa testimonia l'importanza già menzionata delle mareggiate provenienti dai quadranti occidentali che, spinte dai venti di Maestrale e di Libeccio, impattano sullo Scoglio del Medico e sull'antistante sponda dello Spalmatore fino a punta Cavazzi⁴, ripercuotendosi con violenza sul lato di Tramontana e di Mezzogiorno. I moti ondosi provenienti da opposte direzioni si scontrano a tenaglia in una

⁴ Nel linguaggio locale "gavazzi" indica i gabbiani.

fascia centrata sulla Cala di S. Maria, dove danno origine a giri e turbolenze di forte intensità.

L'idrodinamismo possente scava i basalti della costa di Tramontana in aspre falesie soggette a crolli verticali; impattando sulle lave degassate e sui substrati incoerenti della costa di Sud/Est esso intaglia la costa nelle frastagliature ed accidentalità che movimentano l'intero versante meridionale. Il sinergismo fra l'idrodinamismo e la discontinuità dei substrati lavici dà luogo alle grotte superficiali e profonde che sono siti di raccolta dei concrezionamenti sciafili e grandi richiami naturalistici.

Verosimilmente per l'azione dei marosi, oltre che per la reazione meccanica dei substrati effusivi sul versante Sud, le cavità semi sommerse – la Grotta Verde, la Grotta delle Barche, della Pastizza e dell'Acqua (intesa Grotta Azzurra) – non hanno sviluppo rettilineo, perpendicolare alla linea di costa, ma si aprono in ampie camere semi circolari con sviluppo lungo un asse parallelo alla costa.

L'idrografia

In un'isola delle dimensioni di Ustica i movimenti del mare e il ricambio delle acque assumono un ruolo ancor più determinante sulla qualità e la diversità dei popolamenti. Come accennato nell'introduzione, la corrente atlantica gioca un ruolo determinante nel mantenimento degli alti valori di biodiversità veicolando un ingente flusso di forme planctoniche. Col suo ramo superiore essa sfiora la parte sommitale del Monte Anchise, sicché i nugoli di disseminule planctoniche trovano nei contrafforti sommersi i substrati solidi necessari per il loro insediamento e sopravvivenza. Il flusso atlantico è funzione degli squilibri termoalini, grazie ai quali esso aumenta nel semestre estivo-autunnale e si attenua d'inverno in coincidenza con le correnti da N/W e col Grecale. Le acque atlantiche a bassa densità e temperatura si mescolano con quelle più dense e calde del basso Tirreno formando giri vorticosi. Scorrendo sui fondali acclivi dell'edificio vulcanico e nell'impatto contro le emergenze rocciose del Banco Apollo e delle secche circostanti, le correnti superficiali danno luogo a movimenti di risalita che, nell'incontro con le discontinuità del fondale, si frammentano in una miriade di flussi turbolenti. Le turbolenze trasferiscono all'ecosistema bentonico grandi quantità di energia cinetica che aggiungendosi all'energia luminosa favoriscono l'incremento parossistico della produttività primaria e secondaria. La ricchezza specifica ne viene esaltata a livelli che trovano un confronto adeguato soltanto con quelli che caratterizzano lo Stretto di Messina, il Canale di Sicilia e il Mare di Alboran, biotopi popolati dalla foresta a laminarie, con *Laminaria rodriguezii* dominante, espressione di un dominio oceanico (DE STROBEL, 1993).

Diversità e substrati rocciosi

Se si esamina il ruolo del substrato roccioso sulla biodiversità, il fattore più influente non è la natura geologica, bensì la tessitura delle rocce e la loro rugosità: entrambe le caratteristiche quantificano l'area effettivamente disponibile per l'attaccamento delle larve e il loro sviluppo. Il rapporto fra lo sviluppo lineare e il perimetro effettivo delle aree costiere, anche al livello di microhabitat – meglio espresso dalle dimensioni frattali – è una misura efficace dello spazio utile al popolamento (RIGGIO, 1989). Riportato alla situazione di Ustica, l'habitat costiero più idoneo all'insediamento larvale coinciderebbe con i tufi dell'*Homo Morto* e con le lave effusive del versante sud. I primi sono tuttavia eccessivamente friabili, profondamente corrosi in molti tratti e pertanto inadatti ad un insediamento maturo.

Di gran lunga più mature appaiono le biocenosi sulle pareti fessurate della Punta dell'Arpa e quelle delle cavità sommerse e semi sommerse che scavano e incidono le pareti rivolte a mezzogiorno. Sulle punte rocciose del *Sicchitello* intorno ai -35m la sinergia fra substrati e turbolenze porta la biodiversità su valori ancora più elevati. Diversamente, i basalti antichi del versante di Tramontana e i substrati compatti del lato di ponente sono poco o nulla colonizzati. Un discorso a parte meritano i fondi del Banco Apollo che hanno caratteristiche oceaniche.

Distribuzione della Biodiversità - Secondo il modello elementare proposto la diversità raggiungerebbe valori massimi sui fondali meridionali e sugli spuntoni rocciosi di N/W. Anche se mancano dati probatori definitivi, le osservazioni finora compiute mostrano che proprio le stazioni investite dalle correnti di S/W sono le più ricche di insediamenti bentonici. Particolarmente ricchi sono i popolamenti dello *Scoglio del Medico* e del *Banco Apollo*. Il primo ospita le popolazioni più numerose della cernia bruna e i banchi più densi della *Sphyaena viridensis*; il Banco Apollo è rivestito alla sua sommità (-45m) dalla foresta già menzionata di *Laminaria rodriguezii* di provenienza atlantica; a sua volta essa è il supporto di una ricchissima epibiosi incrostante che da sola contribuisce a massimizzare la biodiversità. I popolamenti delle fronde di *Laminaria* comprendono serpulidi, briozoi frondosi e crostosi, alghe epifite incrostanti, colonie di celenterati, poriferi, ed una folla di organismi predatori strettamente infeudati all'epibiosi algale. Così come per lo Stretto di Messina, i fondali del Banco Apollo sono al contempo un'enclave oceanica nel Mediterraneo ed un *hot spot*, un "punto caldo", dove si crea e si diffonde biodiversità.

La distanza minima di 36 miglia nautiche (circa 60 km) dalla costa siciliana assicura l'assenza di contaminazioni telluriche e di fenomeni di eutrofizzazione. Anche gli altri eventuali disturbi antropici sono assenti o ridotti in

virtù della ridotta attività agrozootecnica nell'entroterra; l'impatto delle attività turistiche e balneari è nullo per oltre nove mesi l'anno, mentre con una densità di popolazione di 128 abitanti/km² concentrati nel centro abitato, l'apporto di reflui cloacali e di materiali organici è trascurabile. Le acque nere del centro abitato sono convogliate in un piccolo impianto di trattamento ubicata alla Falconara, e il liquame chiarificato è immesso direttamente in mare, dove causa fenomeni di eutrofizzazione visibili nella rigogliosità dello *Pterocladio* – *Ulvetum* e nei fitti insediamenti dell' *Anemonia sulcata*. Le alterazioni dell'idrologia si esauriscono nell'ambito di poche decine di metri dallo scarico senza altre apprezzabili conseguenze.

La posizione geografica dell'isola, posta nel limite superiore dell'isoterma dei 14°C invernali, fa di Ustica un punto nodale nelle migrazioni necto-planctoniche fra il bacino meridionale e settentrionale del Tirreno. Un ulteriore pregio è l'ottimo stato di conservazione delle comunità mesolitorali ed infralitorali dell'isola.

SEGNALAZIONE DI NUOVI TAXA

Negli ultimi anni, nel Mediterraneo centrale, un gran numero di specie marine sia animali che vegetali stanno espandendo il loro areale di distribuzione verso nord e diverse di queste ultime sono segnalate per la prima volta nelle acque usticesi. Fra le tante, sono sicuramente degne di particolare nota i pesci con affinità per acque calde *Thalassoma pavo* (presente ad Ustica con altissime densità ed oggi segnalato anche in Mar Ligure), *Sparisoma cretense*, *Sphyræna viridensis*, *Scorpaena maderensis* (LA MESA & VACCHI, 1999) ed il granchio di origine atlantica *Percnon gibbesi* (PIPITONE, 2003) (Fig. 2).

Di estremo interesse è la segnalazione di alcune specie di nuova descrizione o segnalazione per il mar Mediterraneo (Tab. 1), insieme ad un gran numero di specie minacciate di estinzione, oggi protette dalla legislazione nazionale ed internazionale (Tab. 2).

Tabella 1

Nuove specie e specie di prima segnalazione per il mar Mediterraneo presenti nelle acque usticesi.

Specie di nuova descrizione

<i>Didiscus spinoxeatus</i> (Porifera)	CORRIERO <i>et al.</i> , 1997
<i>Nereis usticensis</i> (Annelida, Polichaeta)	CANTONE <i>et al.</i> , 2001
<i>Ischnochiton usticensis</i> (Mollusca, Polyplacophora)	DELL'ANGELO & CASTRIOTA, 1999

Specie di prima segnalazione per il Mediterraneo

<i>Planopulvinulina dispansa</i> (Foraminifera)	ROMEO <i>et al.</i> , 1990
---	----------------------------

Tabella 2

Specie marine protette dalla legislazione nazionale ed internazionale presenti nell'AMP Isola di Ustica.

A: Protocollo ASP; B: Convenzione di Berna ratificata con L. n. 503 del 5 Agosto 1981;

C: allegati CITES; D: Convenzione di Bonn recepita con L. n.42 del 25 gennaio 1983;

H: Direttiva Habitat 92/43/CEE recepita con D.P.R. n. 357 dell'8 Settembre 1997.

Per ulteriori informazioni consultare: <http://www.sibm.unige.it/> o <http://www.minambiente.it>

Magnoliophyta <i>Posidonia oceanica</i> (Linnaeus) Delile <i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Ascherson	A, B B
Phaeophyta <i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> (C. Agardh) Bory Montague <i>Cystoseira spinosa</i> Sauvageau <i>Cystoseira zosteroides</i> C. Agardh <i>Laminaria rodriguezii</i> Bornet	A, B A, B A, B A, B
Rhodophyta <i>Goniolithon byssoides</i> (Lamarck) Foslie <i>Litbophyllum lichenoides</i> Philippi	A, B A, B
Porifera <i>Petrobiona massiliana</i> Vacelet & Lévi, 1971 <i>Axinella polypoides</i> Schmidt, 1862 <i>Axinella cannabina</i> (Esper, 1794) <i>Spongia agaricina</i> Pallas, 1766 <i>Spongia officinalis</i> Linnaeus, 1759 <i>Aplysina cavernicola</i> Vacelet, 1959 <i>Aplysina aerophoba</i> Schmidt, 1862 <i>Geodia cydonium</i> (Jameson, 1811) <i>Hippospongia communis</i> (Lamarck, 1813) <i>Ircinia foetida</i> (Schmidt, 1862) <i>Tethya aurantium</i> (Pallas, 1766)	A, B A, B A A, B A, B A, B A A A, B A A
Cnidaria <i>Corallium rubrum</i> (Linnaeus, 1758) <i>Astroides calycularis</i> (Pallas, 1766) <i>Gerardia savaglia</i> (Bertoloni, 1819) <i>Errina aspera</i> (Linnaeus, 1767)	A, B, H A, B A, B A
Bryozoa <i>Hornera lichenoides</i> (Linnaeus, 1758)	A
Mollusca <i>Dendropoma petraeum</i> (Monterosato, 1884) <i>Erosaria spurca</i> (Linnaeus, 1758) <i>Luria lurida</i> (Linnaeus, 1758) <i>Ranella olearia</i> (Linnaeus, 1758) <i>Charonia tritonis</i> (Linnaeus, 1758) <i>Litbophaga litbophaga</i> (Linnaeus, 1758) <i>Pinna nobilis</i> (Linnaeus, 1758) <i>Pinna rudis</i> Linnaeus, 1758	A, B A, B A, B A, B A, B A, B, H A, H A
Crustacea <i>Homarus gammarus</i> (Linnaeus, 1758) <i>Palinurus elephas</i> (Fabricius, 1787) <i>Scyllarides latus</i> (Latreille, 1803)	A, B A, B A, B, H

segue tabella 1

continua tabella 1

<i>Scyllarus arctus</i> (Linnaeus, 1758)	A, B
<i>Scyllarus pygmaeus</i> (Bate, 1888)	A, B
<i>Maja squinado</i> (Herbst, 1788)	A, B
Echinodermata	
<i>Ophidiaster ophidianus</i> (Lamarck, 1816)	A, B
<i>Centrostephanus longispinus</i> (Philippi, 1845)	A, B, H
<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816)	A
Condriichthyes	
<i>Prionace glauca</i> (Linnaeus, 1758)	A, B
Osteichthyes	
<i>Sciaena umbra</i> Linnaeus, 1758	A, B
<i>Pomatoschistus</i> spp.	A, B, H
<i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834)	A
<i>Thunnus thynnus</i> (Linnaeus, 1758)	A
<i>Xiphias gladius</i> Linnaeus, 1758	A
Reptilia	
<i>Caretta caretta</i> (Linnaeus, 1758)	A, B, C, D, H

Proprio per queste sue caratteristiche peculiari, su segnalazione del Gruppo di Ecologia e Conservazione della Natura dell'Università di Palermo, l'area marina protetta Isola di Ustica è stata recentemente inserita tra i siti di interesse per la creazione di un network europeo sullo studio dei cambiamenti della biodiversità marina⁵.

DINAMICA DELLA BIODIVERSITÀ

Premesso che l'isola di Ustica è indenne da disturbi ambientali macroscopici non direttamente imputabili alla pesca, gli effetti immediati della protezione si evidenziano nelle popolazioni ittiche bersaglio (HALPERN & WARNER, 2002). Nei primi anni del funzionamento dell'AMP sono state osservate la ricostituzione delle popolazioni di cernia bruna e l'incremento dei numeri e delle dimensioni delle specie più legate all'ambiente costiero (LA MESA & VACCHI, 1999), rappresentate soprattutto da alcuni labridi, dall'occhiata, *Oblada melanura*, e dalla salpa, *Salpa sarpa* (LA MESA & VACCHI, 1999).

I dati ottenuti mostrano che, nelle aree in cui i vincoli di tutela sono più severi, aumentano sia l'abbondanza che la taglia dei predatori al top della rete trofica (VACCHI *et al.*, 1999b; PINNEGAR *et al.*, 2000). L'impossibilità di compilare ad oggi una serie storica di dati non consente di trarre alcuna conclu-

⁵ Vedi il sito: <http://www.pml.ac.uk/biomare/sites/ustica.htm>.

sione definitiva, ma permette di formulare modelli avanzati da sottoporre ad ulteriore verifica. L'aumento in abbondanza e taglia delle specie ittiche piscivore e macrocarnivore (LA MESA & VACCHI, 1999), ad esempio, potrebbe aver ridotto le abbondanze dei pesci microcarnivori, e ciò si sarebbe ripercosso a cascata sulla diversità ed abbondanza dei molluschi fitili che sono le loro prede (MILAZZO *et al.*, 2000a).

Inoltre, una conseguenza della tutela della fauna sembra essere stata anche la crescita incontrollata di talune specie a strategia "r" che trovano nell'uomo il controllore più efficace. Nell'isola di Ustica l'interruzione dei prelievi indiscriminati sembra aver fra l'altro avvantaggiato le due specie di riccio di mare, *Arbacia lixula* e *Paracentrotus lividus*, che si sono accresciute con rapidità tale da distruggere le coperture macroalgali fino alla profondità di circa 7-8 m, creando un *barren* ad alghe coralline incrostanti esteso lungo tutto il perimetro dell'isola (Fig. 3). I ricci, ed in particolare *P. lividus*, sono così una specie chiave della comunità bentonica, capaci di abbassare la biodiversità dell'area protetta e di cambiare il paesaggio sommerso (SALA *et al.*, 1998).

Il consolidamento del regime di tutela ha prodotto nell'ambiente marino dell'Isola di Ustica cambiamenti di dimensioni non inferiori a quelle dello sfruttamento. Questi cambiamenti possono avere un effetto diminutivo della

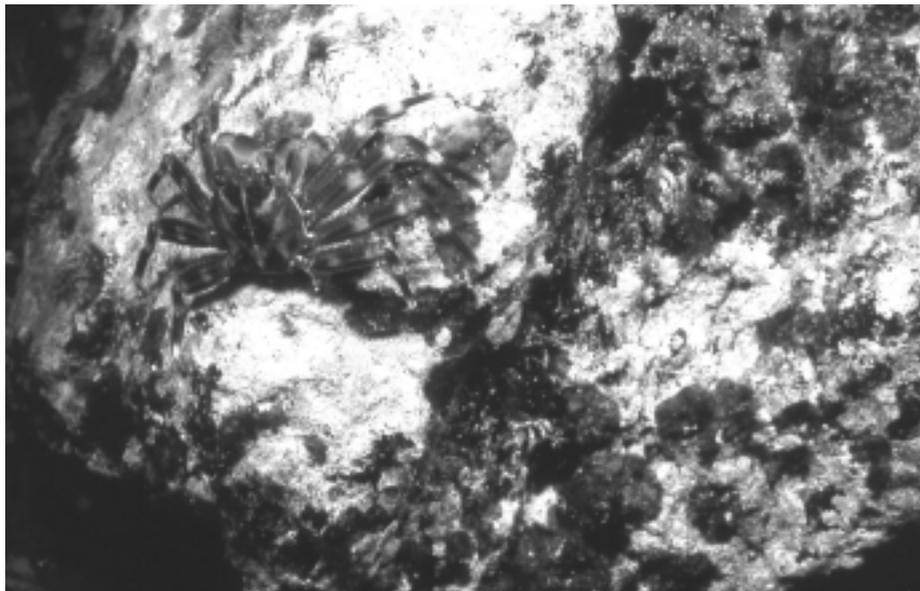


Fig. 3 — La specie atlantica *Percnon gibbesi* ha 'invaso' le acque usticesi nel 2000 (Foto: M. Milazzo).

biodiversità, e sono conseguenza dell'incremento dei visitatori estivi. Un effetto importante sembra essere in stretta relazione con attività legate al turismo estivo come gli ancoraggi delle imbarcazioni da diporto, il *trampling* (o calpestio) ad opera dei bagnanti e le immersioni con autorespiratore (MILAZZO *et al.*, 2002a).

L'IMPATTO ANTROPICO

Gli effetti delle attività ricreative dei turisti sulle comunità naturali

Ad Ustica l'istituzione dell'AMP e con essa la creazione di nuove infrastrutture ed attrazioni per i turisti ha portato nei primi quattro anni (dal 1991 al 1994) ad un aumento annuale delle presenze di circa 35.000 unità (BADALAMENTI *et al.*, 2000), che si concentrano sulle fasce litorali di Cala Sidoti e Punta Gavazzi, a ponente. Molto ridotta è la presenza umana sulla costa sud e sulla costa di Tramontana, che hanno un andamento precipite ed inaccessibile da terra.

Le indagini condotte a Ustica sono le prime intraprese nel Mediterraneo per definire gli effetti delle attività turistiche sulle comunità marine; esse hanno preso in esame i disturbi più evidenti attraverso la quantificazione in campo dell'impatto reale dei visitatori, valicata da repliche ed esperimenti di simulazione. Questi sono rispettivamente:

- il *trampling* del mesolitorale e dell'infralitorale superiore;
- l'ancoraggio sulla prateria a *Posidonia oceanica*;
- la *pasturazione* dei pesci per scopi ricreativi (MILAZZO, 2003)

La pressione dei visitatori estivi ha effetti distruttivi sul tappeto algale litoraneo. Il calpestio continuato elimina gran parte delle macroalghe delle comunità più superficiali ed i popolamenti associati, tuttavia il recupero delle macroalghe ed il ripristino del sistema sembrano essere abbastanza rapidi. La resilienza sarebbe proporzionale all'intensità del disturbo: maggiore è l'impatto, più rapido è il ritorno alle condizioni iniziali (MILAZZO *et al.*, 2002c, 2004a). Le risposte al disturbo diretto o indiretto (riduzione della *canopy*) sembrano essere specie-specifiche sia per le alghe che per parte della fauna associata (MILAZZO *et al.*, 2004a).

Il danno maggiore al fondale è arrecato dall'ancoraggio delle imbarcazioni da diporto sulla prateria a *Posidonia oceanica*. La sua valutazione ha considerato la diversa tipologia delle àncore utilizzate nell'area marina protetta (MILAZZO *et al.*, 2002c, 2004b).

L'abitudine alla presenza umana (non aggressiva) nell'area contigua alla

zona A ha mutato l'atteggiamento dei pesci sociali nei riguardi dell'uomo (MILAZZO *et al.*, 2002d); non solo i pesci non fuggono, ma si accostano ai bagnanti, e vi si affollano intorno.

La pasturazione effettuata per richiamare i pesci ha selezionato popolamenti che richiedono cibo direttamente ai visitatori e spingono la loro familiarità fino a morsicare i subacquei per sollecitarne il foraggiamento. Dato che la presenza umana si limita alla stagione estiva, il nuovo comportamento di "postulanti" è stato memorizzato dalle popolazioni ittiche locali e viene riproposto ad ogni nuovo afflusso di visitatori. Questo atteggiamento nei confronti dell'uomo non è condiviso dai popolamenti esterni all'area protetta. Nelle specie dominanti nell'area di riserva integrale, segnatamente nell'occhiata *Oblada melanura*, nella salpa *Salpa sarpa*, nella cernia *Epinephelus marginatus* e in *Diplodus* spp., si dimostra una diversa capacità di memorizzare ed "introiettare" il nuovo rapporto *non competitivo* – addirittura "antropofilo" – stabilito con l'uomo. Tale risultato sottolinea un motivo comune alle aree protette, marine e terrestri, consistente nella selezione, nelle "specie vessillo", di individui con *patterns* comportamentali profondamente diversi da quelli tipici di situazioni "selvagge", e che di fatto annullano l'obiettivo di un ripristino della "naturalità".

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Negli studi sulla Biodiversità planetaria il bacino Mediterraneo occupa il posto di rilievo riservato agli *hot spots* (MYERS *et al.*, 2000; BLONDEL & ARONSON, 1999). Limitatamente al biota terrestre la sua ricchezza specifica si lega all'alto numero di terofite⁶ distribuite nel mosaico di ambienti steppici che caratterizzano l'area e che devono la loro origine in parte all'azione di disturbo umano fin dal Neolitico ed in gran parte alle limitazioni del clima regionale. In virtù dell'abbondanza delle specie di terofite il Mediterraneo Romano è elencato fra gli "hot spots" della biodiversità mondiale.

L'ambiente marino è non meno ricco di specie, così come risulta dalle rassegne biogeografiche e tassonomiche più attuali e documentate (FREDJ *et al.*, 1992; DI GERONIMO, 1990, 1999; GIACCONE, 1990, 1999, 2003; BIANCHI *et al.*, 1990; BIANCHI & MORRI, 2000). Sono in particolare rappresentate le forme del benthos costiero, che trovano l'habitat ottimale nelle biocenosi ad

⁶ Le terofite sono piante erbacee a ciclo stagionale, ad es. il rosolaccio, la cicoria. I loro raggruppamenti danno luogo al bioma di steppa, naturale od artificiale. Fra le steppe artificiali sono le coltivazioni orticole e di cereali.

alghe fotofile e nelle comunità sciafile incrostanti (PÉRÈS & PICARD, 1964). Anche il biota marino mediterraneo va incluso negli "hot spots" della biodiversità bentonica. Su circa 46.000 km di perimetro globale del Mediterraneo, l'isola di Ustica rappresenta soltanto lo 0,02%, eppure dai dati a disposizione essa ospita oltre un migliaio di specie del benthos equivalenti a circa il 21% di quelle descritte nell'intero Mediterraneo (Tab. 3). Se ci si rapporta soltanto alle coste del bacino tirrenico, le proporzioni diventano notevolmente superiori. Un raffronto preciso compiuto da FURNARI *et al.* (2003a, 2003b) sulle macrofite bentoniche fornisce i risultati riassunti nella Tab. 4:

Dalla tabella appare una presenza di macrofite nella sola Ustica pari a circa il 42% dell'intera flora bentonica italiana (che è a sua volta rappresentativa dell'intero bacino centrale del Mediterraneo), e ad oltre il 50% di quella censita lungo le coste siciliane. Se i dati si rapportano ai rispettivi perimetri costieri i risultati sono ancor più indicativi di una situazione di concentrazione della biodiversità in uno spazio ristretto.

Dal dato bruto vanno estrapolati alcuni aspetti salienti. Nell'isola la biodiversità risulta dalla predominanza di taxa legati ai substrati rocciosi ed alle forti correnti. Nella flora e nella fauna usticese sono presenti quasi tutte le

Tabella 3
Numero di specie macroscopiche marine nel Mar Mediterraneo (*) e nelle acque usticesi.

Taxa	Mediterraneo	Isola di Ustica	Medit./Ustica (%)
Rodofite	867	249	28,7
Feofite	265	74	27,9
Clorofite	214	72	33,6
Fanerogame	5	2	40
TOTALE FITOBENTHOS	1351	446	33
Poriferi	600	73	12,2
Cnidari	450	131	29,1
Briozoi	500	52	10,4
Anellidi	777	280	36
Molluschi	1376	258	18,8
Artropodi	1935	131 (**)	6,8
Echinodermi	143	5	3,5
Tunicati	244	19	7,8
TOTALE INVERTEBRATI	6025	949	15,8
Pesci ossei	532	102	19,2
Rettili	5	n.d.	
Mammiferi	21	n.d.	
TOTALE VERTEBRATI	558	102	18,3
TOTALE	7934	1497	18,9

(*) Dati riportati in BIANCHI & MORRI (2000); (**) solamente Decapodi, Anfipodi e Tanaidacei.

Tabella 4
Distribuzione dei gruppi algali sulle coste italiane, siciliane ed usticesi.

Syntaxon	Italia	Sicilia	Ustica
<i>Cyanophyta</i>	57	50	22
<i>Rhodophyta</i>	560	501	264
<i>Chrysophyta</i>	2	1	/
<i>Phaeophyta</i>	218	171	83
<i>Chlorophyta</i>	178	132	72
<i>Spermatophyta</i>	5	5	2
TOTALE	1020	860	443

forme di filtratori⁷ e le specie incrostanti che venivano raggruppati nella biocenosi coralligena di PÉRÈS & PICARD (1964). Esse non si distribuiscono regolarmente lungo le coste dell'isola, ma si concentrano in alcuni biotopi circoscritti, che si identificano nelle secche sommerse sul filo delle correnti, nelle grotte superficiali e profonde, nei posidonieti.

Riassumendo alcuni concetti chiave già espressi nei paragrafi precedenti, vanno sottolineati alcuni punti che possono generalizzarsi ad altri biotopi costieri mediterranei.

Richiamandosi alla sua definizione più attuale, la biodiversità è l'aspetto biologico più evidente della complessità ambientale e come tale risulta dalla convergenza di un ventaglio di cause esterne. Per quanto riguarda l'ambiente marino ed in particolare Ustica i fattori più importanti si riassumono nell'idrodinamismo, nella concentrazione ottimale di nutrienti, nella tessitura e rugosità dei substrati. Laddove questi fattori convergono in un biotopo, quest'ultimo si arricchisce di forme di vita in una struttura multistratificata con distribuzione spaziale apparentemente caotica. È proprio quanto si osserva nei concrezionamenti sciafili.

La costruzione di un modello di distribuzione della biodiversità sulla base delle caratteristiche abiotiche indica nel quadrante compreso fra il lato Sud e Nord/Ovest il luogo di convergenza delle condizioni ottimali per lo sviluppo delle biocenosi bentoniche, corrispondente ai settori *d-e-f* di DE CRISTOFALO (1970). Su questo tratto di costa si massimizza il reclutamento delle specie del benthos fisso e sedentario proveniente con le *disseminule* traspor-

⁷ I filtratori sono per lo più forme sessili, attaccate al fondo o sedentari, e rifuggono dalle forti illuminazioni. Per questa caratteristica appartengono agli organismi lucifughi o sciafili o, secondo una terminologia anglosassone, fotofobi. Solo pochi di essi, come le spugne coloniali *Euspongia officinalis* e *Chondrilla* spp., sono spiccatamente fotofile e vivono su substrati nudi o denudati dal pascolamento dei ricci.

tate dalle correnti oceaniche. Su questo versante si incontrano anche i substrati più adatti per la predominanza di substrati lavici scabri per degassificazione dei magmi, fortemente corrosi dagli agenti fisici e chimici. In assenza di consistenti apporti dall'entroterra, la disponibilità di nutrienti è legata ai moti di risalita delle acque, che sono più intensi e costanti sugli strapiombi del lato di ponente. I dati raccolti e le informazioni disponibili confermano l'affidabilità del modello.

I vortici e i moti di risalita determinano l'alta ricchezza specifica che si osserva sugli spuntoni rocciosi sommersi delle maggiori secche di ponente: il già citato Banco Apollo, lo Scoglio del Medico, il Sicchitello. Questi sono i biotopi più ricchi di specie dell'area marina protetta, ma verosimilmente sono fra i più ricchi dell'intero bacino mediterraneo. Ad essi possono raffrontarsi i "banchi" del Canale di Sicilia e dello Stretto di Messina, nei quali l'idrodinamismo radente e le correnti di risalita hanno un ruolo vivificatore essenziale.

Sulle biocenosi litorali l'idrodinamismo costiero dirompente ha invece un effetto limitante: il litorale di Cala Sidoti e dello Spalmatore sono spazzati dalle mareggiate e a fronte di una rigogliosa cornice a *Lithophyllum tortuosum* e ad un fitto insediamento di ctamali (*Chthamalus stellatus* e *C. depressus*), la cintura superficiale a *Cystoseira* spp. appare relativamente poco sviluppata, specie se la si confronta con i substrati carbonatici della Sicilia occidentale e nord occidentale lussureggianti di alghe. Per contrasto ancor più nudi appaiono i profili dei terrazzi lavici sommersi, dal profilo arrotondato e scavati dalle marmitte.

Basse coperture e valori di Biodiversità comprensibilmente bassi caratterizzano i basalti vetrosi del versante nord, nei quali la colonizzazione ha inizio soltanto sulle superfici cariate dei magmi più antichi. I valori minimi infine si ritrovano nelle spiagge di ciottoli e ghiaie soggette a continuo dislocamento col moto ondoso. È indubbio che il pascolamento dei ricci ha molto semplificato l'ecosistema superficiale dell'isola e rischia di produrre trasformazioni irreversibili nel breve termine.

Molto ricche di vita sono le grotte sommerse e semi sommerse – quasi tutte distribuite sul lato sud. Si può affermare che nelle pareti denudate dai ricci le grotte sommerse appaiono come dei rifugi per la fauna e la flora. Come già accennato, la causa di tanto rigoglio è verosimilmente il ridosso dalle mareggiate, il cui impatto non è deviato di un certo angolo rispetto alla perpendicolare alla costa. L'andamento delle cavità non è rettilineo ma per lo più a Γ (rovesciata sul lato sinistro), con una vasta dilatazione nel braccio laterale. L'ineguale erosione delle cavità e il movimento circolare delle correnti danno luogo ad una distribuzione asimmetrica dei numerosi microhabitat corrispondenti a facies bionomiche diverse.



Fig. 4 — Un particolare della zona sovrapascolata dai ricci (*barrens*) che caratterizza il paesaggio sommerso dell'isola di Ustica da 1 ad oltre 8 metri di profondità. (Foto: R. Chemello)

In conclusione, Ustica è un mosaico di aree a bassa e ad alta diversità distribuite in relazione alla rugosità dei substrati, dei quali i più ricchi si distribuiscono lungo il versante occidentale e sud occidentale. Nell'insieme questa situazione risulta in un'esaltazione delle biodiversità complessiva. La posizione strategica nel basso Tirreno ne fa un collettore di forme larvali provenienti soprattutto dall'Atlantico, e la sua mole massiccia ne fa un grosso luogo di attrazione dei branchi di pesci pelagici che si affollano intorno all'isola ed alle sue secche per *tigmotattismo* (oltre, beninteso, che per ragioni trofiche)⁸. Il rapporto fra il numero di specie censite e la superficie dei fondali sviluppati sul ridottissimo perimetro costiero (pari, come si diceva, allo 0,02% dell'intero bacino), sottolinea il ruolo dell'isola di *hot spot* del benthos Mediterraneo. Se l'isola di Ustica occupasse un'area proporzionale alla biodiversità dei suoi fondali, le sue dimensioni dovrebbero essere almeno quelle indicate in Fig. 5.

In questo quadro che giustifica ampiamente a posteriori la creazione

⁸ Per *tigmotattismo* si intende l'attrazione esercitata dai corpi solidi sommersi sulle specie pelagiche.



Fig. 5 — Proporzioni reali dell'Isola di Ustica e proporzioni virtuali (proiezione in alto) in relazione all'effettiva ricchezza specifica dei fondi costieri.

della primaarea protetta nazionale, si inserisce negativamente lo stato di incertezza sul futuro dell'area marina protetta. La protezione dell'ecosistema sommerso e la sua corretta gestione, anche in una prospettiva di fruizione entro i limiti di sostenibilità, è *condicio sine qua non* perché la biodiversità venga conservata e l'isola continui ad essere serbatoio di specie bentoniche per l'intero bacino tirrenico e luogo ottimale di educazione all'ambiente .

Ricerca realizzata con i fondi ex 60% di S. Riggio.

BIBLIOGRAFIA

- ARCULEO M., MAZZOLA A., PARRINELLO N. & GRISTINA M., 1996 — Dati sulla pesca costiera nell'isola di Ustica (Tirreno meridionale). — *Naturalista sicil.*, 20: 109-119.
- ARCULEO M., MAZZOLA A., PARRINELLO N. & GRISTINA M., 1999 — Dati sulla pesca costiera nell'isola di Ustica (Tirreno meridionale). — *Biologia Marina Mediterranea*, 6: 228-229.
- BADALAMENTI F., CANTONE G., DOMINA R., DI PIETRO R., CATALANO D., MOLLIKA E. & D'ANNA G., 1999 — Primi dati sulla fauna a policheti di substrato duro dell'infralitorale foto-filo superiore dell'Isola di Ustica. — *Biologia Marina Mediterranea*, 6: 230-236.

- BADALAMENTI F., RAMOS A., VOULTSIADOU E., SANCHEZ-LISAZO J.L., D'ANNA G., PIPITONE C., MAS J., RUIZ FERNANDEZ J. A., WHITMARSH D. & RIGGIO S., 2000 — Cultural and socio-economic impacts of Mediterranean marine protected areas. — *Environmental Conservation*, 27: 1-16.
- CANTONE G., CATALANO D. & BADALAMENTI F., 2001 — A new species of Nereididae (Annelida, Polychaeta) from the Island of Ustica (Northern Sicily, Italy). — *Marine Life*, 11: 11-16.
- BAVESTRELLO G., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., LANZA S., MACCARONE M., MAGNINO G., SARÀ A. & PRONZATO R., 1999 — Distribuzione dei popolamenti di gorgonie dell'isola di Ustica. — *Biologia Marina Mediterranea*, 6: 237-239.
- BIANCHI C.N., BOERO F., CATTANEO VIETTI R., MORRI C., PANSINI M. & SARÀ M., 1990 — Contributo di alcuni gruppi dello zoobenthos alla conoscenza della biogeografia del Mediterraneo. — *Oebalia*, 16 (suppl.): 143 - 144.
- BIANCHI C.N. & MORRI C., 2000 — Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. — *Marine Pollution Bulletin*, 40: 367-376.
- BLONDEL J. & ARONSON J., 1999 — Biology and Wildlife of the Mediterranean Region. — *Oxford University Press*, Oxford, 328 pp.
- BUIA M.C., MAZZELLA L., GAMBI M.C., BRANDINI E., LORENTI M., PROCACCINI G., SCIPIONE M.B., TERLIZZI A. & ZUPO V., 1999 — Dati preliminari su flora epifita e fauna vagile delle praterie di *Posidonia oceanica* nella Riserva marina di Ustica (Sicilia). — *Biologia Marina Mediterranea*, 6: 240-242.
- CARBONARA P., BILELLO D., CAMINITA G., CAMINITA F., CASERTA G., LICCIARDI A., LO SCHIAVO G., NATALE C. & ZAGAMI R., 1999 — Lo studio della cernia di scoglio (*Epinephelus marginatus*, Lowe 1834) nella Riserva Marina di Ustica: osservazioni sulla cattura, la riabilitazione ed il rilascio di individui marcati con trasmettitori acustici. — *Biologia Marina Mediterranea*, 6: 243-246.
- CASTRIOTA L., SUNSERI G. & VIVONA P., 1998 — Primi dati sui popolamenti zoobentonici dei fondi mobili dell'area compresa tra punta Gavazzi e punta dell'Arpa (Isola di Ustica, Tirreno meridionale). — *Biologia Marina Mediterranea*, 5: 530-533.
- CATALANO R., LO CICERO G., LUCIDO M. & ZUCCARELLO D., 1996 — Studio sedimentologico e geomorfologico della riserva marina dell'isola di Ustica. — *Rapporto tecnico, Riserva Marina Isola di Ustica*, pp. 86.
- CHEMELLO R., 1986 — La malacofauna costiera dell'Isola di Ustica (Gastropoda). — *Lavori S.I.M.*, Palermo, 22: 51-76.
- CHEMELLO R., MILAZZO M., NASTA E. & RIGGIO S., 1999 — Studio della malacofauna marina costiera dell'Isola di Ustica. — *Biologia Marina Mediterranea*, 6: 247-249.
- COLANTONI P., GAMBA R. & ALVISI C., 1990 — Il complesso sotterraneo Grotta Azzurra, Grotta San Francesco dell'Isola di Ustica. — 32° *Rassegna Internazionale Attività Subacquee*.
- COLANTONI P., 1983 — Aspetti naturalistici dei fondali dell'isola di Ustica. — 25° *Rassegna Internazionale Attività Subacquee*, 6 pp.
- CORRIERO G., SCALERA LIACI L., GRISTINA M., CHEMELLO R., RIGGIO S. & MERCURIO M., 1999 — Composizione tassonomica e distribuzione del macrozoobenthos in ambienti di grotta semisommersa della Riserva Naturale Marina "Isola di Ustica". — *Biologia Marina Mediterranea*, 6: 250-252.
- CORRIERO G., SCALERA LIACI L., GRISTINA M., RIGGIO S. & MERCURIO M., 1997a — Composizione tassonomica e distribuzione della fauna a poriferi e briozoi in una grotta semisommersa della Riserva Naturale Marina "Isola di Ustica". — *Biologia Marina Mediterranea*, 4: 34-43.
- CORRIERO G., SCALERA LIACI L. & PRONZATO R., 1997b — *Didiscus spinoxeatus*, a new species of Porifera (Demospongiae), from the Mediterranean Sea. — *Ophelia*, 47: 63-70.
- D'ASBURGO-LORENA L. S., 1897 — Ustica. — *H. Mercy ed.*, Praga, 144 pp. + 58 tavv.

- DE CRISTOFARO S., 1970 — Caratterizzazione dei bassi fondali intorno all'isola di Ustica. — *Memorie Ministero Marina Mercantile*, 27: 17-20.
- DE STROBEL F., 1993 — I giochi di corrente danno vita al mare. Pp. 27-33 in: Ustica Riserva marina. — *Logart Press*, Palermo.
- DELL'ANGELO B. & CASTRIOTA L., 1999 — A new *Ischnochiton* from the Mediterranean. — *La Conchiglia*, 7: 23-26.
- DI GERONIMO I., 1990 — Biogeografia dello zoobenthos del Mediterraneo: origine e problematiche. — *Oebalia*, 16 (suppl.): 31-49.
- DI GERONIMO I., LA PERNA R., ROSSO A. & SANFILIPPO R., 1993 — Popolamento e tanatocenosi bentonica della grotta dell'Accademia (Ustica, Mar Tirreno Meridionale). — *Naturalista sicil.*, 18: 45-63.
- FURNARI G., GIACCONE G., ALONGI G. & SERIO D., 2003a — Biodiversità marina delle coste italiane: catalogo del macrofitobenthos. — *Biologia Marina Mediterranea*, 10: 3-483.
- FURNARI G., CORMACI M. & GIACCONE G., 2003b — The benthic macroalgal Flora of Italy: floristic and geobotanical Considerations. — *Boccone*, 16 (1): 225-243.
- GAINO E., BAVESTRELLO G., CERRANO C., LANZA S., MACCARONE M., MAGNINO G., SARÀ A. & PRONZATO R., 1999 — Le spugne commerciali dell'isola di Ustica. — *Biologia Marina Mediterranea*, 6: 253-255.
- GIACCONE G., 1967 — Popolamenti a *Laminaria rodriguezii* Bornet nel Banco Apollo dell'Isola di Ustica (Mar Tirreno). — *Nuova Thalassia*, 3 (6): 1-9.
- GIACCONE G., 1968 — Aspetti della biocenosi coralligena in due stazioni dei bacini occidentale ed orientale del Mediterraneo. — *Giornale Botanico Italiano*, 102 (6): 537-541.
- GIACCONE G., 1983 — Caratteristiche biologiche del tratto di mare compreso tra Punta Spalmatore e Punta Megna. — *Sicilia Tempo*, 21 (2): 58-60.
- GIACCONE G., 1990 — Biogeografia delle alghe del Mediterraneo. — *Oebalia*, 16 (suppl.): 51-60.
- GIACCONE G., 1999 — L'origine della biodiversità vegetale del Mediterraneo. — *Notiziario della Società Italiana di Biologia Marina*, 35: 35-51.
- GIACCONE G., 2003 — Biodiversity in the Mediterranean Sea: an introductory Speech to the Marine Algal Symposium. — *Boccone*, 16 (1): 183 - 198.
- GIACCONE G., ALESSI M. C. & TOCCACELI M., 1985 — Flora e vegetazione marina dell'Isola di Ustica. — *Bollettino Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania*, 18: 505-536.
- GRISTINA M. & BALDUZZI A., 1999 — Prime osservazioni sull'accrescimento di *Myriapora truncata* sui fondali di Ustica (Bryozoa: Cheilostomatida). — *Biologia Marina Mediterranea*, 5: 256-258.
- GUSSO-CHIMENZ C., LO TENERO A., DIVIACCO G. & NICOLETTI L. (1999) — Contributo alla conoscenza della fauna infralitorale a briozoi della riserva naturale marina di Ustica. — *Biologia Marina Mediterranea*, 6 (1): 259-264.
- HALPERN B. S. & WARNER R.R., 2002 — Marine reserves have rapid and lasting effects. — *Ecology Letters*, 5: 361-366.
- LA MESA G. & VACCHI M., 1999 — An Analysis of the coastal Fish assemblage of the Ustica Island Marine Reserve. — *PSZN: Marine Ecology*, 20: 147-165.
- MARINIELLO L., ORTIS M., MAZZOLA A., SEQUI R., MATTIUCCI S., PAGGI L., 1999 — Metazoi parassiti di specie ittiche presenti nella Riserva Naturale Marina "Isola di Ustica". — *Biologia Marina Mediterranea*, 6: 265-268.
- MILAZZO M., CHEMELLO R., BADALAMENTI F. & RIGGIO S., 2000a — Molluscan assemblages associated with photophilic algae in the Marine Reserve of Ustica Island (Lower Tyrrhenian Sea, Italy). — *Italian Journal of Zoology*, 67: 287-295.
- MILAZZO M., CHEMELLO R., NASTA E. & RIGGIO S., 2000b — Variazioni spaziali e temporali della malacofauna costiera della Riserva marina dell'Isola di Ustica (Mediterraneo centrale). — *Bollettino Malacologico*, 36 (9-12): 175-182.

- MILAZZO M., BADALAMENTI F., RIGGIO S. & CHEMELLO R., 2002c — Effetti degli ancoraggi sulla prateria a *Posidonia oceanica* della Riserva marina Isola di Ustica: dati preliminari. — *Biologia Marina Mediterranea*, 9 (1): 686-689.
- MILAZZO M., BADALAMENTI F., RIGGIO S. & CHEMELLO R., 2004a — Patterns of algal recovery and small-scale effects of canopy removal as a result of human trampling on a Mediterranean rocky shallow community. — *Biological Conservation*, DOI: 10.1016/S0006-3207(03) 00292-1.
- MILAZZO M., BADALAMENTI F., CECCHERELLI G. & CHEMELLO R., 2004b — Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean): effect of anchor types in different anchoring stages. — *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, DOI: 10.1016/J.JEMBE.2003.09.003.
- MILAZZO M., ANASTASI I., BADALAMENTI F. & CHEMELLO R., 2002b — Impatto dei visitatori nell'AMP "Isola di Ustica": cambiamenti nel comportamento di pesci costieri. — 33° Congresso S.I.B.M.: 106.
- MILAZZO M., CHEMELLO R., BADALAMENTI F., CAMARDA R. & RIGGIO S., 2002a — The impact of human recreational activities in marine protected areas: what lessons should be learnt in the Mediterranean Sea? — *PSZNI: Marine Ecology*, 23 (S1): 280-290.
- MILAZZO M., CHEMELLO R., BADALAMENTI F. & RIGGIO S., 2002d — Short term effect of human trampling on the upper infralittoral macroalgae of Ustica Island MPA (Western Mediterranean, Italy). — *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom*, 82: 745-748.
- MILAZZO M., CHEMELLO R. & RIGGIO S., 1999 — Molluscan assemblage in three different sites of the Marine Reserve of Ustica island: preliminary data. — 1° International Workshop on Marine Reserves, Murcia, 24-26 Marzo 1999: 83.
- MYERS N., MITTERMEIER R. A., MITTERMEIER C. G., DA FONSECA G. A. B. & KENT J., 2000 — Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. — *Nature*, 403: 853-858.
- NASTA E., CHEMELLO R., MILAZZO M., SCIPIONE M. B. & RIGGIO S., 2000 — Il popolamento ad anfipodi (Crostacei Peracaridi) di substrato duro della R.N.M. "Isola di Ustica". — 10° Congresso S.It.E.: 65.
- PÉRÈS J. M. & PICARD J., 1964 — Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. — *Bulletin Travaux Station Marine d'Endoume*, 31 (47): 5-137.
- PINNEGAR J.K., POLUNIN N.V.C., FRANCOUR P., BADALAMENTI F., CHEMELLO R., HARMELIN-VIVIEN M.L., HEREU B., MILAZZO M., ZABALA M., D'ANNA G. & PIPITONE C., 2000 — Trophic cascades in fisheries and protected-area management of benthic marine ecosystems. — *Environmental Conservation*, 27 (2): 179-200.
- PIPITONE C., 2003 — Studio dei crostacei decapodi dell'Isola di Ustica: censimento faunistico, distribuzione e biogeografia. — *Rapporto tecnico. IAMC-CNR, Riserva Marina Isola di Ustica*, 24 pp. + 26 tavv.
- PIRAINO S., BRANDINI E., DE NITTO F., ESPOSITO L. & AVIAN M., 1999 — La diversità degli Cnidari nella riserva marina di Ustica. — *Biologia Marina Mediterranea* 6 (1): 272-274.
- RAFFA A. & MOLLICA I., 2000 — Luigi Salvatore d'Asburgo-Lorena: l'arciduca delle isole. — *Lettera Centro Studi e Documentazione Isola di Ustica*, 2 (6): 4 pp.
- RIGGIO S., 1989 — Criteri guida per la creazione di parchi marini ed istituzione di riserve costiere in Sicilia. Pp. 171-181 in: *Parchi marini del Mediterraneo: aspetti naturalistici e gestionali*. — *Atti 1° Convegno internazionale*, S. Teodoro, aprile 1989.
- RIGGIO S., 1996a — La protezione dell'ambiente costiero. — *Parchi, Rivista del coordinamento nazionale dei parchi*, 18: 26-40.
- RIGGIO S., 1996b — I Tanaidacei (Crustacea: Eumalacostraca) dei mari italiani: quadro delle conoscenze. — *Boll. Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 20 (1993): 583-697.
- RIGGIO S., 2001 — Le aree costiere protette in Sicilia: quadro della situazione. Pp. 140-177 in: *Greco*

- N., Scabbia G., Gambino R., Desideri C., Scalpellini P., Vallega A., Relini G., Artom C., Massone S., Riggio S., Suluis G., Diviaco G., Tunesi L., Silvestri F., Caldelli A., Alvisi C., Barone V., La gestione integrata delle coste e il ruolo delle aree protette. — *Ed. UE, Regione Marche, Federazione Italiana dei Parchi e delle Riserve Naturali, ENEA*, 256 pp.
- RIGGIO S. & MASSA B., 1974 — Problemi di conservazione della natura in Sicilia. Dati preliminari per un'analisi della degradazione ambientale ed elenco delle aree dell'isola di maggiore interesse naturalistico. — *Atti del IV Simposio Nazionale sulla Conservazione della Natura*, 2: 299-425.
- ROMEO M., ROSSO A. & SANFILIPPO R., 1990 — Segnalazione di *Planopulvinulina dispansa* (Brady) nel Mediterraneo occidentale (Foraminiferida). — *Naturalista sicil.*, 14: 115-126.
- RUGGIERI G. & BUCCHERI G., 1968 — Una malacofauna tirreniana dell'isola di Ustica (Sicilia). — *Geol. Rom.*, VII: 27-58.
- SALA E., BOUDOURESQUE C.F. & HARMELIN-VIVIEN M., 1998 — Fishing, trophic cascades, and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. — *Oikos*, 82: 425-439.
- SANFILIPPO R., 1991 — Policheti serpuloidi circalitorali al largo di Ustica (mar Tirreno Meridionale). — *Naturalista sicil.*, 15: 199-210.
- SCALERA LIACI L., 1998 — Composizione tassonomica e distribuzione della fauna a Poriferi dei fondali della riserva naturale marina di Ustica. — *Rapporto tecnico, Riserva Marina Isola di Ustica*, pp. 94.
- TURSI A. & MASTROTOTARO F., 1999 — Composizione tassonomica e distribuzione della fauna ad Ascidiacei dei fondali della riserva naturale marina di Ustica. — *Rapporto tecnico, Riserva Marina Isola di Ustica*, pp. 97.
- VACCHI M., BUSSOTTI S., GUIDETTI P. & LA MESA G., 1998 — Study of the coastal fish assemblage in the marine reserve of the Ustica Island (southern Tyrrhenian Sea). — *Italian Journal of Zoology*, 63: 24-30.
- VACCHI M., BOYER M., BUSSOTTI S., GUIDETTI P. & LA MESA G., 1999a — Some interesting species in the coastal fish fauna of Ustica Island (Mediterranean Sea). — *Cybium*, 23: 323-331.
- VACCHI M., BUSSOTTI S., GUIDETTI P. & LA MESA G., 1999b — Osservazioni preliminari sulle cernie della Riserva Marina di Ustica. — *Biologia Marina Mediterranea*, 6: 278-280.

Indirizzo degli Autori — S. RIGGIO, M. MILAZZO, Dipartimento di Biologia Animale - Gruppo di Ecologia e Conservazione della Natura - Università di Palermo, Via Archirafi 18, - 90123 Palermo.