

A.M. DE BIASI, F. GAI (\*)

## I «CATINI» DELLE SECCHIE DELLA MELORIA CARTA DEI FONDALI

**Riassunto** - L'indagine ha consentito di rilevare il numero, la distribuzione spaziale e le caratteristiche morfologiche di particolari depressioni pseudocircolari, denominate «catini», caratteristiche delle Secchie della Meloria e delle vicine Secchie di Vada (Mar Ligure Meridionale).

Per lo studio, effettuato nei mesi estivi 1998, è stata scelta un'area posta ad occidente rispetto al Faro e alla Torre della Meloria, segnalata in letteratura per la presenza dei «catini». Nell'indagine sono stati utilizzati diversi metodi di rilevamento: il side scan sonar a copertura totale, il R.O.V. e le immersioni dirette in aree di particolare interesse per ottenere informazioni di dettaglio e per tarare il sonar laterale.

Lo studio ha consentito di individuare e mappare 6 diverse tipologie ambientali (roccia, aree sabbiose con ripple marks, *Posidonia oceanica* (L.) Delile su «matte», *P. oceanica* su roccia, *P. oceanica* a mosaico, *P. oceanica* con scalini di «matte») che sono state cartografate realizzando la carta dei fondali a scala 1:5.000. Fra le tipologie ambientali occorre annoverare anche i «catini» i quali, essendo presenti in elevato numero, possono essere considerati un habitat a sé stante e non depressioni occasionali.

Poiché i «catini» non raggiungono mai dimensioni inferiori ai 10 metri di diametro, la scala 1:5.000 ha permesso di mappare la totalità di queste depressioni. La scelta è risultata inoltre adeguata per cartografare in maniera esauriente l'elevato numero di tipologie riscontrate nell'area.

La scala 1:5.000, in cui l'unità cartografabile può essere considerata il millimetro che corrisponde a soli 5 metri reali, permette un buon livello di restituzione dei cambiamenti anche a medio e breve termine. Le carte a questa scala possono, pertanto, non solo fornire una visione sinottica, ma statica di un ambiente, ma piuttosto un'immagine dinamica, cioè facilmente aggiornabile nel tempo rappresentando un supporto fondamentale negli studi di monitoraggio e di dinamica dei popolamenti dell'ambiente marino.

**Parole chiave** - Cartografia, side scan sonar, R.O.V., rilevamento subacqueo, «catini», *Posidonia oceanica*, Secchie della Meloria, Mar Ligure Meridionale.

**Abstract** - *The «catini» of Meloria Shoals: bottoms chart.* Number, distribution and morphological characteristics of pseudo-circular sandy areas peculiar to Meloria Shoals and to southern Vada Shoals (Southern Ligurian Sea), called «catini», were described by the Authors.

The study was carried out in 1998 during the summer months in a western area of Meloria Shoals where the presence of «catini» was previously focused.

Different sampling methods were used: side scan sonar, R.O.V. and scuba diving.

This study allowed us to map 6 different environmental typologies: rock, sandy areas with ripple marks, *P. oceanica* on «matte», *P. oceanica* on rock, mosaic, *P. oceanica* with

intermatte channels. Results obtained were used to draw a chart of the area at 1:5.000 scale.

«Catini» occurred in large number, so they can be considered a peculiar typology, by themselves. The employment of scale 1:5.000 allowed to map all the «catini» – because their diameter is never less than 10 meters – and all the environmental typologies.

Morphological charts at the scale 1:5.000, where a spatial variation of 5 meters can be clearly detected, can be considered suitable tools to map not only a static situation of an area but even its short and medium term temporal variations.

**Key words** - Cartography, side scan sonar, R.O.V., diving, «catini», *Posidonia oceanica*, Meloria Shoals, Southern Ligurian Sea.

### INTRODUZIONE

La conoscenza, il più possibile globale, della natura e delle caratteristiche fisiche e biologiche dell'ambiente impone la realizzazione di studi su vasta scala e la raccolta di una mole di dati di difficile gestione e restituzione. La cartografia tematica, adottata in prima istanza dai ricercatori operanti nel settore terrestre (Ozenda, 1986), si è sviluppata ed affinata proprio perché rappresenta uno strumento in grado di condensare, in una singola immagine, un elevato numero di informazioni. Il costante miglioramento della tecnologia ha dato, negli ultimi anni, un notevole impulso allo sviluppo della cartografia marina (Meinesz *et al.*, 1981) finora penalizzata dalle innumerevoli difficoltà che si incontrano operando nell'ambiente acquatico. Tentativi di inventare strumenti per studi non puntiformi risalgono già alla metà del secolo (Herdman, 1955), ma solo recentemente la tecnologia, in gran parte figlia dell'ingegneria bellica (Newton & Stefanon, 1975; Stefanon *et al.*, 1996), è in grado di supportare gli studi di mappatura dalla fase di posizionamento, all'acquisizione, rielaborazione e restituzione mettendo a disposizione strumenti elettronici ed informatici ad alta precisione (Stefanon, 1985; Colantoni, 1995).

Lungo le coste dei mari toscani esiste un'antica tradizione cartografica, tanto che le prime carte morfologiche dei fondali sono state realizzate da autori tedeschi già agli inizi del secolo (Oberkommando Der Kriegsmarine, 1913, 1914).

Negli anni '90 sono state compiute ulteriori indagini che hanno permesso la realizzazione di una carta bio-nomica a piccola scala (Bianchi *et al.*, 1995) con lo

scopo di ottenere una visione sinottica dei maggiori popolamenti dell'intera regione, anche se la scala 1:250.000 consente una limitata rappresentazione di alcune biocenosi non rilevando lo sviluppo di eventuali facies bionomiche (De Biasi, 1999) e fornendo informazioni di scarso dettaglio sulle discontinuità dei popolamenti.

Studi di mappatura sono stati inoltre realizzati da Cinelli *et al.* (1995) nell'Arcipelago Toscano allo scopo di cartografare le praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile e di valutarne lo stato di salute. Tuttavia, la scala adottata (1:25.000) avendo come unità cartografabile 25 metri non è sufficientemente idonea al rilievo dei fenomeni di alterazione-regressione delle praterie a breve termine.

In questo studio è stato investigato un tratto delle Secche della Meloria situate a 3 miglia dalla costa livornese, caratterizzato da peculiari depressioni note come «catini». Questo termine, privo di valenza scientifica, è stato coniato dai pescatori locali, ma viene diffusamente utilizzato in letteratura già dagli anni sessanta (Bacci *et al.*, 1969; Fierro *et al.*, 1969).

Gli Autori precedenti hanno fornito informazioni sommarie sulla loro localizzazione, diffusione e caratterizzazione morfologica. È noto che sono depressioni pseudocircolari aventi pareti di varia natura sul cui fondo si ritrova sabbia grossolana di origine organogena e che abbondano nel settore sud-occidentale della secca da pochi metri di profondità fino a circa 15 metri.

Esistono alcune informazioni sui popolamenti ittici che popolano quest'area, ma esse sono molto generiche e qualitative in quanto, fatta eccezione per un recente lavoro di Biagi *et al.* (1998), originano soprattutto dai pescatori.

Nonostante la scarsa conoscenza, tutti gli autori concordano nel ritenere queste formazioni, che accomunano la Meloria alle vicine Secche di Vada, molto peculiari (Barsotti *et al.*, 1974).

L'importanza di queste aree è ulteriormente testimoniata dal recente ritrovamento, nelle sabbie dei «catini», di generi (Huys & Todaro, 1997) e specie nuove (Todaro & Kristensen, 1998) appartenenti al popolo della meiofauna.

Pertanto, in questo lavoro, è stata focalizzata l'attenzione sui «catini» allo scopo di definirne numero e distribuzione spaziale, identificarne eventuali differenze tipologiche per poter pianificare un successivo studio di dettaglio.

Poiché i «catini» non raggiungono mai dimensioni inferiori ai 10 metri di diametro è stata adottata la scala 1:5000 che permette di mappare la totalità dei «catini».

#### MATERIALI E METODI DI RILEVAMENTO

L'indagine è stata svolta nell'estate del 1998 (giugno e luglio) in un'area rettangolare avente dimensioni 1,4 x 2,78 chilometri (0,75 x 1,5 miglia) delimitata dalle coordinate 43°33'.50 N - 43°32'.00 N di latitudine e 10°12'.96 W - 10°12'.00 W di longitudine.

In questo lavoro sono stati utilizzati sia metodi di rilevamento indiretti, quali tecniche di ripresa ecografica

a scansione laterale (side scan sonar), e metodi diretti, come il R.O.V. e l'immersione subacquea come suggerito da molti autori (Ardizzone, 1992; Colantoni, 1995).

Il side scan sonar è stato utilizzato per individuare tutti i «catini» e mapparne la distribuzione.

Il ROV e le immersioni sono stati necessari per tarare il SSS e per caratterizzare morfologie e popolamenti cospicui dei tratti rocciosi dei «catini».

Il posizionamento è stato garantito dall'uso di dGPS integrato con il sistema di rilevamento delle mire a terra cercando punti di riferimento divergenti fra loro di un angolo di circa 90°.

L'area di studio è stata suddivisa in 9 transetti paralleli alla linea congiungente la torre ed il faro della Meloria, che rappresentano le linee teoriche di navigazione lungo le quali è stato trainato il side scan sonar. Il sonar laterale è stato tarato con una frequenza di uscita di 100 kHz ed un range di 100 metri per lato e fascia di sovrapposizione di 50 metri per ottenere una copertura completa dell'area di interesse.

Durante la registrazione, ogni due minuti, sono stati segnati i fix numerandoli progressivamente e, sulle schede di campo appositamente preparate, per ognuno sono state riportate le coordinate (punto nave), la profondità ed eventuali annotazioni.

Il R.O.V. è stato utilizzato lungo 4 transetti distribuiti a raggiera partendo dal Faro Meloria e in singoli punti risultati scarsamente interpretabili dalla lettura dei sonogrammi.

Successivamente nelle zone di maggior interesse rilevate tramite R.O.V. e nei «catini», sono state effettuate le immersioni di dettaglio identificando i principali popolamenti macrobentonici attraverso l'approccio fisionomico seguito da Kenchington (1978).

#### Restituzione cartografica

La base cartografica utilizzata è stata ottenuta digitalizzando i rilievi batimetrici messi a disposizione dall'Istituto Idrografico della Marina Militare di Genova. In questo modo è stato possibile apportare alcuni aggiornamenti rispetto alle carte nautiche e produrre una base cartografica georeferenziata a scala 1:5.000 non disponibile in commercio.

Per facilitare la successiva restituzione in scala, è stato riportato su carta millimetrata il reticolo delle coordinate geografiche di Mercatore e sono stati trascritti manualmente i transetti indicanti le traiettorie teoriche e le traiettorie reali seguite con il side scan sonar per evidenziare eventuali errori di navigazione che avrebbero potuto comportare una restituzione errata.

Durante la lettura dei sonogrammi si è tenuto conto della distorsione delle immagini attribuibile al fatto che il «pesce» non scorre direttamente sul fondo e che esiste una differenza fra la velocità di scorrimento del sonogramma e velocità di navigazione.

La base cartografica, stampata su lucido per ridurre al minimo eventuali errori di trascrizione, è stata sovrapposta alla carta millimetrata riportandovi i limiti che separano le tipologie ambientali.

Il lucido così modificato è stato digitalizzato e sottoposto a rielaborazione tramite Autocad. I retini, ispirati

ti a quelli suggeriti da Meinesz *et al.* (1983), sono stati costruiti tramite Corel Draw e successivamente importati in Autocad.

## RISULTATI

### Tipologie cartografate e loro distribuzione

L'indagine ha consentito di individuare e mappare 6 diverse tipologie:

- 1 – roccia;
- 2 – aree sabbiose con ripple-marks;
- 3 – prateria di *P. oceanica* su «matte»;
- 4 – prateria di *P. oceanica* su roccia;
- 5 – prateria di *P. oceanica* a mosaico;
- 6 – *P. oceanica* con scalini di «matte».

Nella carta sono riportati anche due simboli, non in scala, che rappresentano banchi rocciosi e ciuffi di *P. oceanica* sparsi; l'uso dei simboli è reso necessario per poter indicare l'alternanza di queste tipologie delle quali non è possibile definire un limite netto.

La carta in scala 1:5.000 è riportata alla fine del volume.

#### 1 – ROCCIA

La roccia priva di popolamento vegetale o ricoperta da feltro algale occupa la parte prossimale della secca, dalla latitudine del faro della Meloria (fanale rosso sud) in direzione nord dai primi metri di profondità fino a circa 5-6 metri. In quest'area, soprattutto in prossimità del passaggio da roccia alla prateria su roccia, sono presenti ciuffi sparsi di *P. oceanica* con foglie evidentemente rotte per cause meccaniche.

#### 2 – AREE SABBIOSE CON RIPPLE-MARKS

Sono ampiamente distribuite in tutta l'area indagata. Si presentano nei sonogrammi come depressioni sul cui fondo, per la presenza di sedimento grossolano sono presenti evidenti ripple marks che le rendono univocamente distinguibili da altri avvallamenti.

Le indagini dirette hanno consentito di associare queste aree ai «catini». Pertanto nella legenda della carta è stata utilizzata solo la dicitura «catini».

#### 3 – PRATERIA DI *P. OCEANICA* SU «MATTE»

La prateria di *Posidonia* su «matte» colonizza l'area più settentrionale e più distante dalla Torre e dal Faro con valori di ricoprimento che non scendono mai al di sotto del 90%. Il passaggio da questa tipologia alla limitrofa prateria su roccia e prateria con scalini di «matte» è chiaramente e univocamente evidenziato nei sonogrammi.

#### 4 – PRATERIA DI *P. OCEANICA* SU ROCCIA

La prateria su roccia risulta la tipologia più ampiamente rappresentata. Anche in questo caso la prateria mostra valori di copertura molto elevati aggirandosi intorno al 100%. Solo nel settore più settentrionale la prateria si presenta più diradata e si alterna ad emergenze rocciose.

#### 5 – PRATERIA DI *P. OCEANICA* A MOSAICO

Si ritrova nella parte meridionale della secca, circondata dalla prateria su roccia. Qui l'area è caratterizzata dall'alternanza di *Posidonia* su «matte», «matte» morta e aree circolari o pseudocircolari che all'indagine diretta non sono risultate assimilabili ai «catini». Esse sono solamente radure sabbiose, spesso ricoperte da foglie morte di *Posidonia*, che interrompono la «matte».

#### 6 – *P. OCEANICA* CON SCALINI DI «MATTE»

Questa tipologia è stata riscontrata nella parte più occidentale della secca, al limite dell'area di indagine. Essa è ben riconoscibile nei sonogrammi caratterizzati da una forte discontinuità del segnale (alternanza bianco-nero) che consente di identificare univocamente uno spessore associabile all'esistenza di forme di erosione. Non è stato specificato «prateria» in quanto è necessaria un'ulteriore indagine nelle zone più distali per capire se questa è un'area circoscritta in cui la prateria ha questo andamento, oppure se rappresenta il limite inferiore.

#### «Catini»

L'indagine ha portato all'identificazione di 27 «catini» che, seppur presenti in tutta l'area di studio, risultano particolarmente abbondanti in substrati rocciosi privi di popolamento algale o colonizzati da *P. oceanica*. Come emerso dalle osservazioni effettuate tramite R.O.V. ed immersione diretta, i «catini» presentano diverse morfologie riconducibili a tre fondamentali tipologie riportate in Figura 1 (per il significato dei simboli adottati si veda Tab. 1).

Essi possono essere distinti per la composizione granulometrica del sedimento del fondo, la loro profondità e la conformazione delle pareti.

Il sedimento del fondo è generalmente grossolano, costituito, nella maggior parte dei «catini», da sabbia di origine organogena ed in minor misura da ghiaia, o da composizione mista in cui si ritrovano entrambe le componenti.

La profondità è piuttosto variabile, da un minimo di 6 metri ad un massimo di 15. Nei «catini» più profondi il dislivello tra il bordo ed il fondo risulta cospicuo e può raggiungere i 5/6 metri. Le pareti differiscono per il grado di inclinazione variando da una giacitura quasi orizzontale (Fig. 1a) ad una totalmente verticale (Fig. 1c).

In questi casi spesso si trovano dei canali di erosione che seguono il perimetro del catino originando dei peculiari «terrazzi» sospesi.

L'eterogeneità morfologica dei «catini» si riflette sulla variabilità del popolamento associato. Esso risulta dominato da alghe tipicamente fotofile dell'infralitorale superiore quali: *Padina pavonica* (Linnaeus) Lamouroux, *Acetabularia acetabulum* (L.) P. C. Silva, *Codium bursa* (Linnaeus) C. Agardh, che colonizzano le pareti direttamente esposte alla luce, o da specie animali emisclafite, come *Petrosia ficiformis*, *Ircinia variabilis* o sciafile, come *Parazoanthus axinellae* accompagnato da Peyssoneliaceae e Corallinaceae

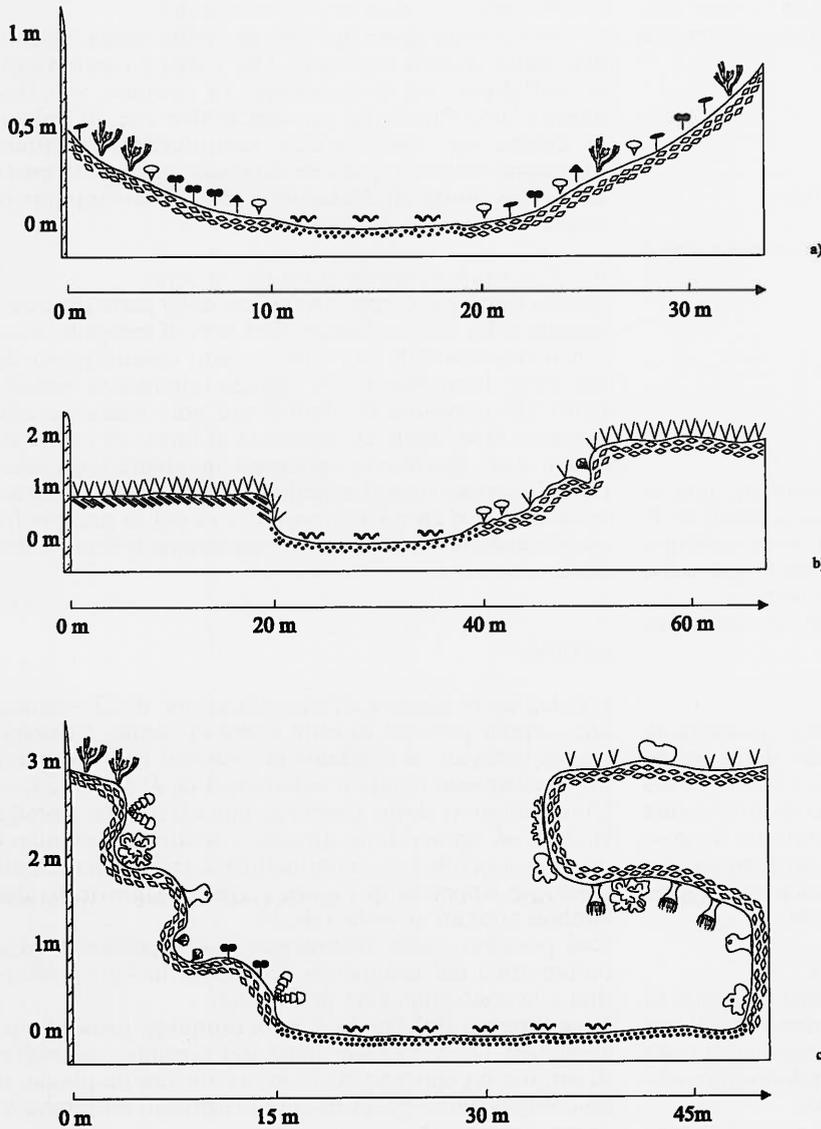


Fig. 1 - Rappresentazione schematica di tre tipologie di catini. Le specie riportate sono solo quelle più diffuse. I simboli usati per raffigurarle non sono in scala ed il numero non è proporzionale alle loro abbondanze. L'asse x indica le dimensioni medie dei catini, l'asse y indica le altezze medie delle pareti e non la profondità del fondo. Per la simbologia utilizzata vedi tabella 1.

incrostanti, che rappresentano gli elementi fisionomicamente dominanti e maggiormente frequenti delle pareti tipicamente verticali e delle enclaves.

Peculiare è la presenza di *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh migrante lessepsiana recentemente introdotta nell'area (Piazzi *et al.*, 1994) che colonizza di preferenza le pareti, ma anche il fondo purché colonizzato da un feltro algale che, come già sottolineato da Autori precedenti (De Biasi *et al.*, 1999), costituisce il substrato ideale per il suo insediamento.

#### DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Questo studio ha consentito di evidenziare nell'area un'elevata eterogeneità dei fondali come testimonia l'alto numero di tipologie riscontrate nonostante la limitata superficie investigata. Data la frequenza con cui compaiono, i «catini» possono essere a loro volta

considerati un habitat a sé stante delle Secche della Meloria e non depressioni occasionali.

La variabilità della profondità, della morfologia delle pareti e del sedimento del fondo non consente di descrivere, almeno alla scala di dettaglio adottata in questo studio, un'unica tipologia che sia rappresentativa di tutti «catini».

L'unico elemento comune è rappresentato dal fatto che tutti si ritrovano su substrato roccioso sia esso nudo o colonizzato da *P. oceanica*.

Si può ipotizzare che questa peculiarità sia in relazione all'origine dei «catini» per quanto studi specifici non siano presenti in letteratura. Esistono, tuttavia, dei lavori riguardanti l'origine delle marmite, depressioni di piccole dimensioni (diametro di decine di decimetri) (Mazzanti & Parea, 1977; Aiello *et al.*, 1981) diffuse lungo il litorale livornese, che secondo alcuni autori sarebbero assimilabili ai «catini» (Fancelli Galletti, 1974). Tali Autori utilizzano, infatti, indifferentemente

Tab. 1. - Significato della simbologia adottata in figura 1.

	<b>Sabbia</b>		<i>Acetabularia acetabulum</i>		<i>Halimeda tuna</i>
	<b>Matte morta</b>		<i>Caulerpa prolifera</i>		<i>Flabellia petiolata</i>
	<b>Roccia</b>		<i>Caulerpa racemosa</i>		<b>Alghe incrostanti</b>
	<b>Ripple marks</b>		<i>Codium bursa</i>		<i>Parazoathus axinellae</i>
	<i>Posidonia oceanica</i>		<i>Codium adhaerens</i>		<i>Petrosia ficiformis</i>
	<i>Padina pavonica</i>		<b>Dictyotales</b>		<i>Ircinia variabilis</i>

i due termini, ritenendo che la dimensione rappresenti l'unico fattore discriminante. Queste strutture si sarebbero formate in seguito a fenomeni di ingressione marina per erosione della beach-rock che costituisce anche le Secche della Meloria (Barsotti *et al.*, 1974). I «catini», pertanto, possono essere considerati, per le maggiori dimensioni (diametro di decine di metri), stadi evolutivi delle più piccole marmitte.

Questo studio rappresenta il primo tentativo di realizzazione di carta a grande scala nei mari toscani. Generalmente carte di dettaglio sono poco diffuse e per lo più vengono realizzate in studi di tipo applicativo riportati in relazioni tecniche non pubblicate che vanno a costituire la cosiddetta «letteratura grigia», spesso non conosciuta e comunque di difficile accesso.

Questo limite risiede, almeno in parte, nella mancanza di carte batimetriche ufficiali con scala adeguata. Difatti la produzione dell'Istituto Idrografico della Marina Militare annovera ben 350 carte di cui circa il 30% sono a grandissima scala, inferiore o uguale a 1:10.000, ma sono limitate ai piani portuali o ad aree di particolare interesse turistico (Istituto Idrografico della Marina, 1999).

Purtroppo le piccole e le medie scale forniscono immagini statiche dei popolamenti o di una data situazione ambientale comunque utili per fornire una conoscenza sinottica di un'area, ma inadeguate come fase di bianco in eventuali studi di monitoraggio.

Questo aspetto assume particolare interesse nelle mappe di popolamenti come le praterie di fanerogame marine o negli studi sviluppati a seguito dell'introduzione ed espansione di specie alloctone come il caso eclatante delle specie appartenenti al genere *Caulerpa*, che caratteristicamente subiscono evidenti variazioni a breve e medio termine (Verlaque, 1994).

La regressione delle fanerogame marine è ampiamente sottolineata e discussa nella letteratura (Boudouresque & Fresi, 1976; Meinesz & Lefevre, 1976; Colantoni *et al.*, 1982; Sandulli *et al.*, 1994; Cancemi *et al.*, 1997) poiché rappresenta un problema

a scala mondiale (Clarke & Kirkman, 1989; Molenaar & Caye, 1993; Livingston, 1984).

La prateria di *Posidonia* delle Secche della Meloria per gli evidenti segni di alterazione imputabili a cause di origine sia naturale sia antropica, rappresenta l'ennesimo esempio di questo fenomeno che affligge il litorale italiano.

Le Secche della Meloria per posizione e conformazione, nonché per il regime dei venti, sono un'area ad alta energia ambientale, come sottolineato già da Fierro *et al.* (1969). Questo elevato idrodinamismo che le caratterizza si riflette sulla prateria che in alcuni tratti mostra evidenti canali di erosione che interrompono la «matte», e zone a mosaico con la presenza di fasci isolati alternati a tratti di «matte» morta (De Biasi, 1999).

Gli evidenti segni di alterazione presenti nel tratto prossimo alla torre Meloria sono presumibilmente causati dalle piccole e medie imbarcazioni che, in particolare durante i mesi estivi, ivi si ancorano in gran numero come tipicamente accade nelle zone ad elevata concentrazione turistica (Toccaceli, 1990; De Biasi & Aliani, 1998).

Sicuramente la vicinanza del porto (Lenzi, 1987), in parte perché fonte di inquinamento chimico, ma soprattutto per il continuo passaggio delle navi di elevato tonnellaggio, rappresenta un'ulteriore e cospicua fonte di disturbo.

Data la limitata profondità, questo passaggio determina in tutta l'area fenomeni di forte risospensione dei sedimenti con conseguente incremento della torbidità. Come noto essa è uno dei fattori principali che causano la diminuzione della copertura della prateria (Pirc, 1984; Neverauskas, 1988) e secondo alcuni autori (Peirano & Bianchi, 1995) il danno può essere tale da impedire anche un futuro recupero.

In questi studi le carte a scala 1:5.000 in cui l'unità cartografabile può essere considerata il millimetro, che corrispondendo a soli 5 metri reali, permettono un buon livello di restituzione dei cambiamenti, anche di piccola entità, subiti dalle fanerogame.

Le carte a scala 1:5.000 possono essere considerate carte «dinamiche» intendendo con questo termine la possibilità di aggiornarle frequentemente potendo raffigurare anche variazioni a piccolo e medio periodo. Ovviamente la realizzazione di carte a grande e grandissima scala ha il limite di richiedere lunghi tempi di indagine e notevoli sforzi economici e logistici. Esse però forniscono uno strumento di grande utilità negli studi di monitoraggio, pertanto appare più conveniente investigare aree di limitate dimensioni applicando una restituzione cartografica di dettaglio piuttosto che vaste aree a piccola scala.

#### RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il Com. Cervino, il Com. Fanelli (Accademia Navale di Livorno) per il supporto logistico, il Com. Sfregola, il Sig. Mori (Istituto Idrografico della Marina Militare di Genova) per il supporto cartografico. Si ringraziano inoltre il prof. Ardizzone (Università di Roma) per i preziosi consigli scientifici e il prof. Sartoni per la revisione del manoscritto.

#### BIBLIOGRAFIA

- AIELLO E., BARTOLINI C., GABBANI G., MAZZANTI R., PRANZINI E., VALLERI G., 1981. Morfologia e geologia delle Secche di Vada (provincia di Livorno). *Boll. Soc. Geol. It.*, 100: 339-368, 19ff., 2 tabb.
- ARDIZZONE G., 1992. Cartografia bentonica con sistemi video controllati a distanza. *Oebalia*, Suppl. XVII: 441-452.
- BACCI G., BADINO G., LODI E., ROSSI L., 1969. Biologia delle Secche della Meloria. Prime ricerche e problemi di conservazione e di ripopolamento. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 24, f.1: 5-30.
- BARSOTTI G., FEDERICI P. R., GIANNELLI L., MAZZANTI R., SALVATORINI G., 1974. Studio del quaternario livornese, con particolare riferimento alla stratigrafia ed alle faune delle formazioni del bacino di carenaggio della Torre del Fanale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 13: 425-495, 10ff., 2 tab., 4 tt.
- BIAGI F., GAMBACCINI S., ZAZZETTA M., 1998. Secche della Meloria: la fauna ittica dei «catini». *Biol. Mar. Medit.*, 5 (1): 614-617.
- BIANCHI C.N., CINELLI F., MORRI C., 1995. La carta bionomica dei mari toscani: introduzione, criteri informativi e note esplicative. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, 102: 255-270.
- BOUDOURESQUE C.F., FRESI E., 1976. Modelli di zonazione del benthos fitale in Mediterraneo. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 31 (1-2): 129-143.
- CANCEMI G., PASQUALINI V., PIERGALLINI G., BAROLI M., DE FALCO G., PERGENT-MARTINI C., 1997. Indagine cartografica sulla prateria a *Posidonia oceanica* (L.) Delile di Capo S. Marco (Golfo di Oristano), mediante elaborazioni di foto aeree. *Biol. Mar. Medit.*, 4 (1): 472-474.
- CINELLI F., PARDI G., PAPI I., BENEDETTI-CECCHI L., 1995. Mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile intorno alle isole minori dell'Arcipelago Toscano. *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, Serie A, 52 Suppl.: 93-104.
- CLARKE S.M., KIRKMAN H., 1989. Seagrass dynamics. In: A.W.D. Larkum, A.J. McComb and S.A. Sheperd (Eds), *Biology of Seagrasses. A treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Austalian region*. Elsevier, Amsterdam, Holland, 304-345.
- COLANTONI P., 1995. In: A.A.V.V., *Rivista Marittima* (Suppl.). *La Posidonia oceanica*. Cartografia delle praterie di *Posidonia*. Ed. Fusa, Roma, 106-115.
- COLANTONI P., GALLIGNANI P., FRESI E. & CINELLI F. 1982. Patterns of *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Beds around the Island of Ischia (Gulf of Naples) and in Adjacent Waters. *P. S. Z. N. I.: Mar. Ecol.*, 3 (1): 53-74.
- DE BIASI A., 1999. Biologia delle Secche della Meloria: caratterizzazione bionomica lungo tre transetti pilota. *Biol. Mar. Medit.*, 6 (1): 372-375.
- DE BIASI A. M., GAI F., VANNUCCI A., 1999. Biologia delle Secche della Meloria: considerazioni sull'ecologia di *Caulerpa racemosa* (Forskål) J. Agardh. *Biol. Mar. Medit.*, 6 (1): 376-378.
- DE BIASI A.M., ALIANI S., 1998. The *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadow of Portovenere (Gulf of La Spezia, Eastern Ligurian Sea). *Atti Soc. Ital. Sc. Nat., Mem., Serie B*, 105: 1-5.
- FANCELLI GALLETTI M.L., 1974. Analisi pollinica dei sedimenti sovastanti la panchina tirreniana di Torre del Fanale in Livorno. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., Serie A*, 81: 222-226, f.1, tab.1.
- FIERRO G., MIGLIETTA F., PIACENTINO G.B., 1969. Biologia delle Secche della Meloria. III- I sedimenti superficiali delle secche e delle aree limitrofe dalla foce dell'Arno a punta Fortullino. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 24, f.2: 115-149.
- HERDMAN H.F.P., 1955. Directional echo sounding. *Deep Sea Res.*, 2: 264-268.
- HUYS R., TODARO M.A., 1997. *Meloriastacus ctenidis* gen. et sp. nov.: a primitive interstitial copepod (Harpacticoida, Leptastacidae) from Tuscany. *Ital. J. Zool.*, 64: 181-196.
- ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA, 1999. Catalogo generale delle carte e delle pubblicazioni nautiche. Divisione Editoriale-Istituto Idrografico della Marina, Genova: 93 pp.
- KENCHINGTON R.A., 1978. In: A.A. V.V., *Coral reefs: research methods. Visual survey of large areas of coral reefs*: 149-161. Ed. UNESCO.
- LENZI M., 1987. Le récif-barrière de *Posidonia oceanica* (L.) Delile de Santa Liberata (Toscane, Italie): Cartographie et bionomie. *Gior. Bot. Ital.*, 121: 155-164.
- LIVINGSTON J.R., 1984. The relationship of physical factors and biological response in coastal seagrasses meadows. *Estuaries*, 7 (4A): 377-390.
- MAZZANTI R., PAREA G.C., 1977. Erosione della Panchina sui litorali di Livorno e di Rosignano. *Boll. Soc. Geol. It.*, 96: 457-489.
- MEINESZ A., BOURDESQUE C.F., FALCONETTI C., ASTIER J.M., BAY D., BLANC J.J., BOURCIER M., CINELLI F., CIRIK S., CRISTIANI G., DI GERONIMO I., GIACONE G., HARMELIN J.G., LAUBIER L., LOVRIC A.Z., MOLINIER R., SOYER J. & VAMVAKAS C., 1983. Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocénoses benthiques littorales de Méditerranée. *Ann. Inst. Océanogr.*, 59 (2): 155-172.
- MEINESZ A., CUVELIER M., LAURENT R., 1981. Méthodes récentes de cartographie et de surveillance des herbiers de phanérogames marines. *Vie et Milieu*, 31 (1): 27-34.
- MEINESZ A., LEFEVRE R., 1976. L'aménagement de la côte entre Menton et Théoule (Alpes Maritimes et Monaco). Inventaire des restructurations du rivage et impact sur la vie sous-marine littorale. *S.O.S. Vie, nature, environnement*, 19: 1-35.
- MOLENAAR H., CAYE G., 1993. Vegetative reproduction in *Posidonia oceanica*. Survival and development in different morphological types and transplanted cuttings. *Bot. Mar.*, 36: 481-488.
- NEVERAUSKAS V.P., 1988. Response of a *Posidonia* community to prolonged reduction in light. *Aquat. Bot.*, 31: 361-366.
- NEWTON R.S., STEFANON A., 1975. Application of Side-Scan Sonar in Marine Biology. *Mar. Biol.*, 31: 287-291.
- OBERKOMMANDO DER KRIEGSMARINE, 1913. Toskanischer Archipel n°504, Blatt 3 n. 2310/13. Scala: 1:250.000.
- OBERKOMMANDO DER KRIEGSMARINE, 1914. Reede Von Livorno n. 503, Blatt 2 n. 2310/13. Scala 1:30.000.
- OZENDA P., 1986. La cartographie écologique et ses applications. Ed. Masson, Paris, 1-160.
- PEIRANO A., BIANCHI C.N., 1995. Decline of the sea-grass *Posidonia oceanica* in response to environmental disturbance: a simulation-like approach off Liguria (NW Mediterranean Sea). *Proceed. 30<sup>th</sup> European Mar. Biol. Symp.*, Southampton, UK, 87-95.
- PIAZZI L., BALESTRI E., CINELLI F., 1994. Presence of *Caulerpa racemosa* in the North-Western Mediterranean. *Cryptogamie, Algol.*, 15 (3): 183-189.
- PIRC H., 1984. In: A.A. V.V., *Workshop on Posidonia oceanica beds. Depth adaptation in Posidonia oceanica L.* (Delile), *Gis Posidonie publ.*, Marseille, France, 1: 227-234.
- SANDULLI S., BIANCHI C.N., COCITO S., MORGHIGNI M., SGORBINI

- S., SILVESTRI C., PEIRANO A., 1994. Status of some *Posidonia oceanica* meadows in the Ligurian coast influenced by the «Haven» oil spill. Atti X Congr. AIOL, Alassio, 277-286.
- STEFANON A., 1985. Marine sedimentology through modern acoustical methods: I. Side Scan Sonar. Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata, 3 (1): 3-38.
- STEFANON A., MICHELOZZI E., SENSI L., FERRETTI O., 1996. In: Indagine ambientale del sistema marino costiero della regione Puglia. Elementi per la definizione del piano delle coste. Rilievo mediante Uniboom e Side Scan Sonar dei fondali di due zone del Golfo di Taranto, ENEA, La Spezia, 69-85.
- TOCCACELI M., 1990. Il recife-barriera di *Posidonia oceanica* (L.) Delile della baia di Carini (Sicilia Nord-Occidentale). Oebalia, 16 (2): 781-784.
- TODARO M.A., KRISTENSEN R.M., 1998. A new species and first report of the genus *Nanaloricus* (Loricifera, Nanaloricida, Nanaloricidae) from the Mediterranean Sea. Ital. J. Zool., 65: 219-226.
- VERLAQUE M., 1994. Inventaire des plantes en Méditerranée: origines et répercussions sur l'environnement et les activités humaines. Oceanologica Acta, 17 (1): 1-23.

(ms. pres. il 21 luglio 2000; ult. bozze il 22 dicembre 2000)

