



**Ampliamento molo Direzione Marina e
Ristrutturazione imboccatura del porto turistico di
Porto Rotondo**

ELBABORATO

Q

CARTOGRAFIA BIONOMICA E POSIDONIA OCEANICA

INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Richieste dal SAVI a seguito della Conferenza Istruttoria
prot. n° 25712 del 3 dicembre 2009

COMMITTENTE
MARINA DI PORTOROTONDO S.r.l.



Dott. Biologo Augusto Navone

Dott. Pier Augusto Panzalis

SOMMARIO

1	CARTOGRAFIA BIONOMICA.....	3
1.1	Introduzione.....	3
1.2	Materiali e metodi.....	4
1.3	La Carta Bionomica.....	5
1.4	La zonazione biologica.....	6
1.5	La Caratterizzazione bionomica secondo la classificazione di Peres et Picard.....	8
2	ANALISI DELLA PRATERIA A POSIDONIA OCEANICA.....	11
2.1	Metodologia.....	11
2.2	Evoluzione della prateria a Posidonia oceanica del Golfo di Cugnana.....	25
3	BIBLIOGRAFIA.....	28

1 CARTOGRAFIA BIONOMICA

1.1 Introduzione

La cartografia bionomica è ormai da molti decenni strumento primario di analisi e conoscenza degli ecosistemi marini (Bianchi et al., 2003). Essa fornisce un contributo fondamentale alla caratterizzazione ambientale e si può configurare come strumento di gestione (Bianchei e Zurlini, 1994).

Tuttavia, mentre per l'ambiente emerso è pratica corrente l'utilizzo delle informazioni naturalistiche per elaborare indici territoriali cartografabili come supporto alla gestione, applicare al mare queste stesse logiche si scontra con notevoli difficoltà operative, amministrative e concettuali (Bianchi et al., 1996).

Per la stesura di questa carta sono stati effettuati diversi rilievi in immersione con ARA. Tramite l'interpretazione di fotografie aeree, i rilievi dei sonogrammi del territorio in esame, e tramite la carta geomorfologica della zona è stato possibile effettuare un piano di campionamento mirato per determinare le principali biocenosi marine e il limite della fanerogama marina *Posidonia oceanica*. I transetti e le immersioni puntuali, tutti in seguito georeferenziati, hanno permesso la stesura di una cartografia di dettaglio del fondale marino.

L'immersione di personale scientifico subacqueo rimane la tecnica più accurata di mappatura delle praterie di fanerogame, ed è comunque insostituibile come "verità mare" di immagini satellitari, fotografie aeree o sonogrammi.

I costi elevati e l'operatività inevitabilmente limitata, però fanno sì che la mappatura in immersione sia conveniente solo per carte a grande scala di praterie con estensione ridotta.

Tra le metodiche usate figurano: la fotografia aerea, uso di sonogrammi e immersioni subacquee. Benché diversi tra loro, questi metodi non devono essere considerati alternativi, ma piuttosto complementari. Solo l'uso congiunto di diverse tecniche può garantire efficienza e risultati verificati. (Meinesz et al. 1988).

Infatti qualsiasi pianificazione che intervenga sull'ambiente esterno deve essere valutata con strumenti adatti. Le rappresentazioni cartografiche non sono quindi univoche, ma sono "adattate" all'ambiente che vogliono rappresentare.

Gli ambienti costieri sono ambienti di transizione, infatti in tali ambienti insistono processi fisici ed ecologici di natura diversa. La complessità di tali ambienti è dovuta alle interazioni fra questi processi a cui si aggiungono interventi antropici.

Il monitoraggio di tali ambienti è quindi necessario ogni qual volta si interviene e si modifica la struttura fisica ed ecologica di questi sistemi.

1.2 Materiali e metodi

Le indagini effettuate ai fini della restituzione cartografica sono ascrivibili a due classi principali: la prima classe comprende metodi di indagine indiretti (tecniche di superficie applicate da imbarcazione), la seconda metodi di indagine diretta (tecniche che richiedono immersioni subacquee). I dati raccolti comprendono topografia, caratterizzazione ambientale (geomorfologica, sedimentologica e bionomica), lista degli habitat e delle specie indicatrici.

I metadati sono costituiti dalla descrizione delle condizioni al contorno, dalle coordinate geografiche e dal toponimo relativo al sito d'immersione.

Il toponimo adottato è in genere quello che si può rinvenire sulla cartografia di base disponibile o su carte e portolani da pesca o indicato dai subacquei della zona. Le coordinate geografiche sono state rilevate con GPS portatile, riferito all'ellissoide WGS 84, e riportate in carta con coordinate Gauss Boaga: l'accuratezza del punto è dell'ordine della decina di metri, o del metro quando.

La profondità è stata misurata con strumenti diversi, con accuratezza variabile a seconda dello specifico strumento impiegato ($\pm 0,1$ m nel migliore dei casi).

I metodi di indagine indiretta utilizzati sono: fotografia aerea, side scan sonar, ed ecoscandaglio; essi sono serviti essenzialmente al perfezionamento ed all'adeguamento a scala 1:5.000 delle informazioni topografiche.

I metodi di indagine diretta utilizzati sono: transetti (metrici e deca metrici), percorsi subacquei, immersioni puntuali; essi hanno permesso la raccolta contemporanea di informazioni topografiche, speditive o strumentali a seconda della tecnica specifica, geomorfologiche e bionomiche, effettuate secondo gli approcci tipici del rilevamento scientifico subacqueo (Bianchi et al., 2003b; Bianchi e Morri, 2000). Ai fini standardizzare le informazioni geomorfologiche e sedimentologiche "classiche" (morfotipi, morfologie principali), per la stesura della carta bionomica, è stata utilizzata, come base, la carta geomorfologica.

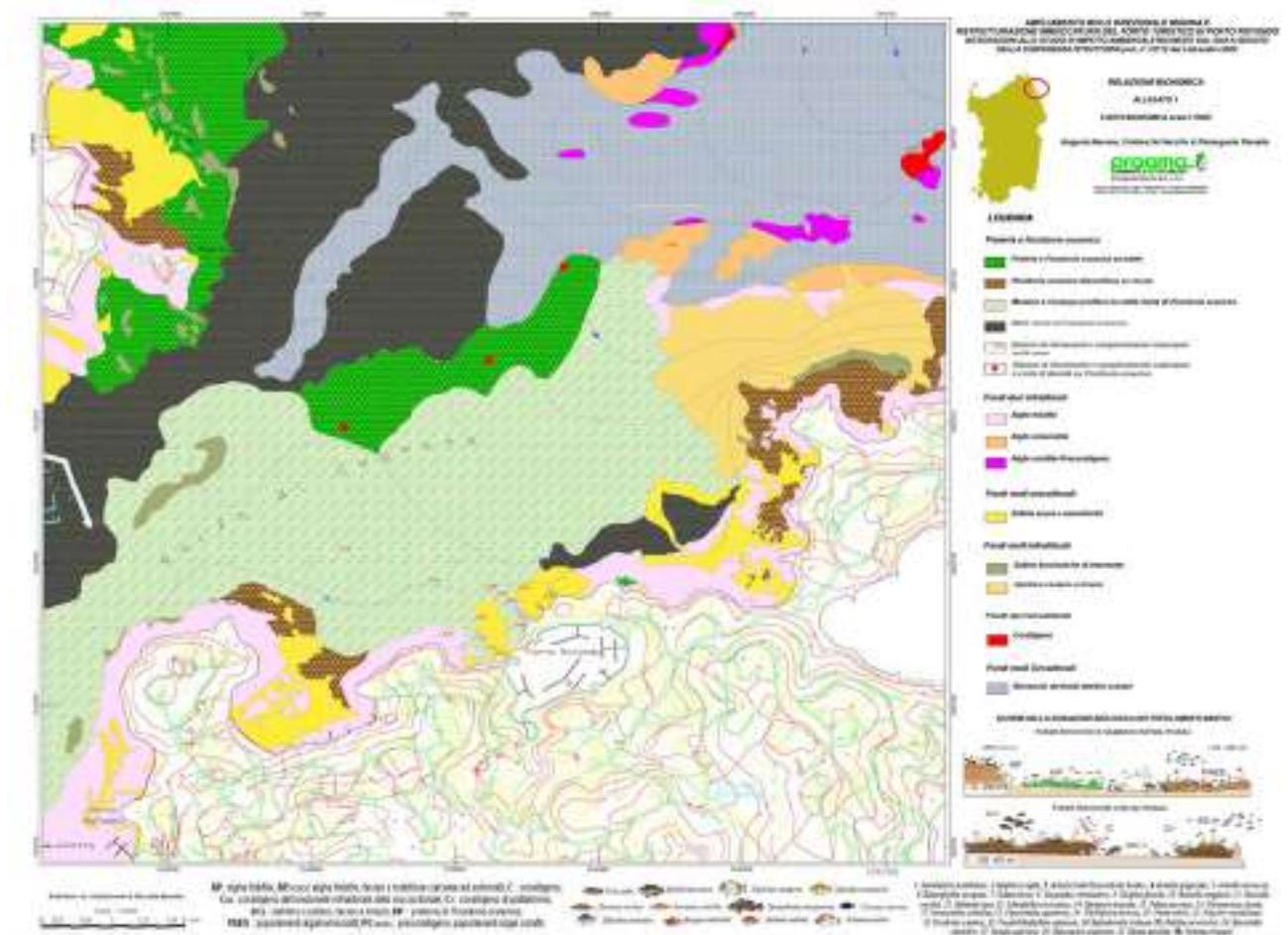
Il lavoro di mappatura del fondale è consistito nella interpretazione in chiave geologica – geomorfologica del mosaico side scan sonar acquisito a profondità compresa tra -10 e -50 metri, durante la campagna oceanografica "Mappatura della *Posidonia oceanica* lungo le coste della Sardegna (2000-2001), finanziata dal Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare .

Infine, la carta riporta la presenza di specie indicatrici con una sigla di tre lettere evocativa del nome latino.

Il significato delle indicazioni è stato tratto dalla consultazione della vasta letteratura bionomica mediterranea, con particolare riguardo a quelle pubblicazioni che forniscono liste di specie con il loro significato ecologico.

Tra queste sono state cartografate quelle specie che caratterizzano un areale omogeneo la cui vita si relaziona con le dinamiche geomorfologiche e trofiche (es. Pérès e Picard, 1964; Bellan-Santini, 1969; Boudouresque, 1984; Bianchi et al., 1993).

1.3 La Carta Bionomica



L'elaborato cartografico realizzato (elaborato R) consente l'inquadramento bionomico dell'area vasta partendo dall'inquadramento geomorfologico dato per assunto (verificato) che i limiti delle unità geomorfologiche coincidono con i limiti delle unità biocenotiche. A seguito delle numerose indagini dirette, in immersione, ed indirette, tramite imbarcazione e strumenti specifici, è stato possibile fornire delle indicazioni sulle principali biocenosi presenti nella zona.

I campionamenti hanno fornito sia lo stato di conservazione di questi sistemi sia una tendenza evolutiva.

Integrata con le informazioni derivanti dalla cartografia geomorfologica e territoriale sottomarina, con la quale condivide i limiti delle biocenosi, la cartografia bionomica descritta si configura come uno strumento fondamentale per futuri monitoraggi e tendenze evolutive dell'area.

1.4 La zonazione biologica

Campo di studio della bionomia è la zonazione dei popolamenti biologici.

Uno dei concetti basilari in bionomia è quello di biocenosi: secondo la teoria individualistica è un raggruppamento di specie organizzato e funzionalmente integrato.

Il significato del termine bionomia può essere reso con "definizione dell'ambiente attraverso criteri biologici".

Il suo campo di studio è conoscere quali raggruppamenti di organismi sono presenti, come sono distribuiti e perché.

Si tratta dunque di una caratterizzazione biologica dell'ambiente che mira a definire zone diverse sulla base del popolamento biologico che le abita; in ultima analisi, bionomia è quindi lo studio della zonazione degli organismi.

In mare la distribuzione degli organismi non è omogenea ma varia in accordo alle caratteristiche dei diversi ambienti che sott'acqua si possono incontrare.

Come è noto una prima suddivisione che si fa dell'ambiente marino è la distinzione tra benthos, costituito dall'insieme degli organismi legati al fondo marino, e pelagos, costituito dagli organismi di acque libere (plancton e necton), che non traggono contatti diretti e permanenti col fondo.

Anche limitandosi al bentos, tuttavia, è constatazione comune che esiste una netta zonazione biologica, che i raggruppamenti floro - faunistici cambiano ad esempio, in relazione alla natura del substrato: sui fondi rocciosi sono preponderanti gli organismi che vivono al di sopra del substrato (epibenthos), mentre sui fondi sabbiosi e fangosi sono nel complesso più rappresentati gli organismi che vivono infossati nei sedimenti (endobenthos). (Bianchi C. N. 1991).

Per l'analisi delle biocenosi prenderemo in considerazione la zonazione verticale, che divide l'ambiente marino in zone o piani.

I vari piani (zona verticale di spazio in cui le condizioni ambientali sono più o meno omogenee) sono separati tra loro da delle discontinuità ambientali e da marcati rinnovamenti floro-faunistici.

Partendo da qualche metro sopra il livello del mare abbiamo il sopralitorale o anche detto zona degli spruzzi, questa fascia nonostante si trovi fuori del mare, ha grosse interazioni con esso, e non viene quasi mai sommersa.

Il mesolitorale è la zona in cui si ha alternanza di emersione ed immersione.

L'infra-litorale si estende dalla superficie fino alla massima profondità alla quale si trovano fanerogame marine.

Il Circolitorale dal limite inferiore delle fanerogame marine fino al margine della platea continentale.

Ognuna di queste zone ha un differente tipo di popolamenti bentonico in relazione alla tipologia di substrato.

Per questo è emersa l'esigenza da parte degli studiosi di creare un modello di zonazione delle comunità - o biocenosi bentoniche - come utile strumento operativo al fine di possedere un quadro di riferimento per poter identificare i principali elementi che caratterizzano l'ambiente marino del fondo.

Il modello attualmente più utilizzato, tra i vari proposti per il Mar Mediterraneo, è quello di Pérès e Picard (1964) che individua sia per il sistema fitale (presenza di luce) che per quello afitale (senza luce) le diverse biocenosi presenti sui fondali mobili e duri. Secondo tale modello all'interno di ciascun sistema si possono individuare dei "piani" che si susseguono verticalmente e si estendono tra due livelli "critici" entro i quali le condizioni ambientali si mantengono più o meno costanti.

All'interno di ogni piano si trovano le biocenosi tipiche dello stesso, che sono costituite da specie caratteristiche, accompagnatrici e accidentali. Le specie caratteristiche sono dette esclusive nel caso in cui siano legate ad un determinato biotopo e si trovino solo eccezionalmente altrove; sono dette preferenziali se sono nettamente più abbondanti in un determinato biotopo, ma, allo stesso tempo possono essere accompagnatrici in un altro.

Le specie accompagnatrici possono essere ugualmente abbondanti in diversi biotopi, in quanto sono specie distribuite nell'intero piano, oppure indicatrici di un certo fattore edafico, o ancora a larga ripartizione ecologica.

Infine le specie accidentali sono quelle caratteristiche di un'altra biocenosi, che, vengono trovate eccezionalmente nel biotopo in esame.

1.5 La Caratterizzazione bionomica secondo la classificazione di Peres et Picard

HP: biocenosi delle praterie a Posidonia oceanica

A differenza del tipico ambiente di scogliera dove si sviluppano un'infinità di microambienti secondo la maggiore o minore quantità di luce presente, il posidonieto è un ambiente piuttosto omogeneo che possiamo dividere in due aree fondamentali: la parte superiore illuminata in prossimità dell'apice delle foglie e quello in ombra che si crea in prossimità dei rizomi.

La presenza biologica più evidente sono i pesci soprattutto sparidi e labridi.

Tra le foglie della prateria troviamo numerosi gamberetti, che si nutrono dell'abbondante residuo organico presente.

Tra i policheti sessili è stato rinvenuto lo spirografo, (*Spirographis spallanzani*), che con il ciuffo branchiale si protende dal tubo calcareo in cerca di piccole prede.

È stato riscontrato l'attiniario *Alicia mirabilis* che si espande quasi esclusivamente di notte, ma non è raro trovarlo tra i rizomi di *Posidonia oceanica*.

Tra i molluschi che si trovano tra la prateria mappata, è stata segnalata la *Pinna nobilis*, il più gran mollusco bivalve del Mediterraneo.

Nelle foglie di *Posidonia* risiedono molti organismi come i briozoi. Si segnala l' *Electra posidoniae*, con filari di zooidi che corrono in genere parallelamente ai bordi delle foglie, *Carbasea papyrea*, simile alla precedente, *Callopora lineata*, forma incrostazioni a disco con lo zoario di colore grigio con piccoli aculei, *Chlidonia pyriformis*, ramificata.

AP: biocenosi delle alghe fotofile

Tra i popolamenti di questa biocenosi, oltre a trovare quelle alghe che sono caratteristiche di zone abbondanti di luce: *Padina pavonica*, e altre, abbiamo rinvenuto altri organismi, come echinodermi *Arbacia lixula* e *Parcentrotus lividus*, crostacei ecc. Nella zona ad alto dinamismo, verso il promontorio di Punta Volpe, abbiamo la *Cystoseira sp.*, spesso in associazione col genere *Laurencia*.

In questa prima fascia segnaliamo anche *Mytilus galloprovincialis* e, in zone ristrette e a moderata eutrofizzazione, di alghe verdi appartenenti ai generi *Ulva* e *Chaetomorpha* (popolamenti nitrofilii).

Dove l'idrodinamismo è evidentemente meno accentuato, su rocce più profonde ma ben illuminate, le comunità bentoniche sono caratterizzate da associazioni ad alghe fotofile dominate dalle alghe verdi appartenenti ai generi *Acetabularia* e *Dasycladus*, dalle alghe brune dei generi *Padina*, *Dictyota*, *Dictyopteris* e dalle alghe rosse dei generi *Gelidium* e *Liagora*.

Lungo tutta la fascia granitica a profondità variabile fra i 2 m. e 5 m. abbiamo, prevalente, l'associazione ad alghe corallinacee e ricci ("facies ad *Arbacia*"), molto comune a tutte le profondità e localmente estesa fin in

superficie che presenta alte densità di ricci di mare (*Arbacia lixula* e *Paracentrotus lividus*). Tra le alghe rosse incrostanti abbiamo *Lithophyllum* spp., *Lithothamnium* spp..

PAES: popolamenti algali emisciafili

Tra i popolamenti emisciafili abbiamo rinvenuto varie facies ed associazioni come:

Associazione a *Cystoseira spinosa*, associazione a *Sargassum vulgare*, associazione a *Dictyopteris polypodioides*, associazione a *Colpomenia sinuosa*, associazione a *Stypocaulon scoparmi*, associazione a *Cystoseira compressa*, associazione a *Pterocladia capillacea* e *Ulva laetevirens*, facies a grandi Idroidi a *Schottera nicaeensis*, associazione a *Flabellia petiolata* e *Peyssonnelia squamaria*, associazione a *Peyssonnelia rubra* e *Peyssonnelia* spp.

PCPAS: biocenosi del precoralligeno, popolamenti algali sciafili

Il Precoralligeno non è altro che un aspetto della biocenosi coralligena caratterizzato dall'assenza di un rimarcabile bioconcrezionamento e dalla dominanza di alghe molli, in relazione ad un netto impoverimento numerico degli Invertebrati. La costruzione organogena tipica, che avviene ad opera della Alghe calcaree costruttrici e dei Briozoi, Policheti sedentari, Molluschi sessili, Poriferi ed altri organismi, occupa superfici discontinue mostrandosi sottoforma di chiazze calcaree. Tra le specie si sono riscontrate: *Mesophyllum lichenoides*, *Peyssonnelia rubra*, *Peyssonnelia squamaria*, *Udotea petiolata*, *Halimeda tuna*, *Sphaerococcus coronipifolius*, *Pseudolithophyllum expansum*, *Vidalia volubilis*, *Phyllophora nervosa*. Il Briozoo *Scrupocellaria reptans*, il Porifero *Chondrilla nucula*.

C: biocenosi del Coralligeno

Nei campionamenti sul coralligeno si evidenzia: Associazione a *Mesophyllum lichenoides*, associazione a *Lithophyllum frondosum* e *Halimeda tuna*, associazione a *Rodriguezella strafforellii*, facies a *Eunicella cavolinii*, facies a *Eunicella singularis*, facies a *Paramuricea clavata*, facies a *Parazoanthus axinellae*, piattaforme coralligene, facies a *Parazoanthus axinellae*, facies a *Leptopsammia pruvoti*.

DCB: biocenosi dei fondali detritici costieri, facies a briozoi

I fondi detritici costieri a briozoi hanno presentato: l'Associazione a rodoliti, associazione a *Arthrocladia villosa*, associazione a *Osmundaria volubilis*, facies a *Ophiura texturata*, facies a *Sinascidie*, facies a grandi Briozoi ramificati.

SFS: biocenosi delle sabbie fini superficiali

La biocenosi delle sabbie fini superficiali si caratterizza per la presenza della tellina *Donax trunculus*, mollusco bivalve ad ampia distribuzione in tutto il Mediterraneo.

Questo bivalve colonizza esclusivamente la biocenosi delle Sabbie Fini Superficiali di cui è considerata specie caratteristica ed esclusiva.

La tipica fascia litorale dove vive questa specie è quindi ad elevato idrodinamismo e struttura granulometrica ben definita.

Abbiamo rinvenuto anche qualche esemplare di *Chamelea gallina*, la vongola, è tipica della biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate.

DC: biocenosi dei fondi detritici costieri

Si riscontra l'associazione a rodoliti, associazione a *Arthrocladia villosa*, associazione a *Osmundaria volubilis*, facies a *Ophiura texturata*, facies a Sinascidie, facies a grandi Briozoi ramificati. Il detritico costiero più profondo fino a 50 m a è caratterizzato dai Policheti, *Laetmonice hystrix*, *Vermiliopsis infundibulum*, *Petta pusilla*, dal Crostaceo Brachiuro, da *Ebalia tuberosa*.

SFBC: biocenosi delle sabbie fini ben calibrate

Per la parte vegetale si rileva diffusamente l'associazione a *Caulerpa prolifera*.

Per la parte animale i popolamenti bentonici caratterizzati da specie tipicamente sabulicole, come il polichete *Nephtys hombergi* e il bivalve *Tellina pulchella*, e da organismi limicoli, come il polichete *Glycera unicornis* e il bivalve *Abra alba*.

I rilevamenti per la determinazione delle biocenosi sono stati condotti: per le biocenosi dei fondi duri in immersione, tramite personale tecnico qualificato, con osservazioni di campo e fotografie; per i fondi molli sono stati fatti dei campioni prelevando circa un chilogrammo di sedimento per le determinazioni degli organismi endobentonici.

Una particolare unità biocenotica coreografata, è rappresentata dal mosaico a *Caulerpa prolifera* su matte morta di *Posidonia oceanica* che potremo per convenzione indicare in cartografia con la sigla CPMM.

Relativamente a questa particolare unità, non sono presenti riferimenti cartografici su Peres e Picard anche perché la zona, rappresenta uno stadio molto degradato di *Posidonia oceanica* su matte. La puntuale descrizione di questa unità è stata fornita negli allegati tecnici dello studio di VIA presentato originariamente.

Questa unità è molto rappresentata nel tratto di mare interessato dagli ancoraggi spontanei di grandi navi da diporto che certamente hanno determinato questo stato di fatto e che viene ampiamente descritto in seguito.

La caratteristica principale di questa unità è la presenza di *Caulerpa prolifera* che trova condizioni ideali d'impianto sulla matte morta di *Posidonia*. Alcune chiazze residuali di *Posidonia* a bassissima densità, si rinvencono in maniera puntiforme nell'unità. La scala utilizzata per la cartografia bionomica 1:5.000 non consente la rappresentazione delle patches. La cartografia 1:2.000 fornita della fase iniziale del VIA ne indicava alcune.

2 ANALISI DELLA PRATERIA A POSIDONIA OCEANICA

2.1 Metodologia

Le praterie a *Posidonia oceanica* rappresentano un sistema complesso di primaria importanza per il Mediterraneo non solo perché costituiscono un popolamento vegetale diffuso ed endemico, ma anche e soprattutto per i molteplici ruoli che giocano nel mantenere gli equilibri tra associazioni animali e vegetali e le caratteristiche fisico-chimiche delle acque e del fondo del mare.

È nota in particolare l'azione che svolgono le fronde di *P. oceanica* nell'attenuare l'energia del moto ondoso e delle correnti, azione che favorisce l'accumulo di sedimenti e la protezione dall'erosione delle coste.

Sotto questo aspetto *P. oceanica* può essere considerata fondamentale per l'equilibrio idrodinamico delle zone litorali (Colantoni 1995).

Diverse tipologie di disturbi, antropici e naturali, possono indurre alterazioni nei fattori che determinano il naturale sviluppo di una prateria a *Posidonia oceanica* e la sua regressione è un fattore noto e descritto da diversi ricercatori in differenti aree del Mediterraneo (Pèrés e Picard, 1975; Marbà e Duarte, 1997).

La struttura spaziale di una prateria rappresenta un eccellente indicatore per definire il suo grado di sviluppo, la qualità lo stato di salute e per determinare e quantificare gli effetti di eventuali disturbi.

Il fenomeno regressivo è spesso studiato mediante un approccio cartografico e l'utilizzo di un'interpolazione dei dati.

In questa fase sono stati misurati alcuni parametri descrittivi della prateria a *Posidonia oceanica*, quali il ricoprimento e la densità.

Tali valori sono stati riportati in tabelle che rappresentano i valori di densità classificazione delle praterie secondo Pergent et al. (1995, modificata).

Prateria molto disturbata		Prateria disturbata		Prateria in equilibrio			
Prof. (m)	DA		DB		DN		DE
1	←	822	↔	934	↔	1158	→
2	←	646	↔	738	↔	982	→
3	←	543	↔	635	↔	879	→
4	←	470	↔	582	↔	806	→
5	←	413	↔	525	↔	749	→
6	←	367	↔	479	↔	703	→
7	←	327	↔	439	↔	663	→
8	←	294	↔	406	↔	630	→
9	←	264	↔	376	↔	600	→
10	←	237	↔	349	↔	573	→
11	←	213	↔	325	↔	549	→
12	←	191	↔	303	↔	527	→
13	←	170	↔	282	↔	506	→
14	←	151	↔	263	↔	487	→
15	←	134	↔	246	↔	470	→
16	←	117	↔	229	↔	453	→
17	←	102	↔	214	↔	438	→
18	←	88	↔	200	↔	424	→
19	←	74	↔	186	↔	410	→
20	←	61	↔	173	↔	397	→
21	←	48	↔	160	↔	384	→
22	←	37	↔	149	↔	373	→
23	←	25	↔	137	↔	361	→
24	←	14	↔	126	↔	350	→
25	←	4	↔	116	↔	340	→
26			←	108	↔	330	→
27			←	96	↔	320	→
28			←	87	↔	311	→
29			←	78	↔	302	→
30			←	70	↔	294	→
31			←	61	↔	285	→
32			←	53	↔	277	→
33			←	46	↔	270	→
34			←	38	↔	262	→
35			←	31	↔	255	→
36			←	23	↔	247	→
37			←	16	↔	240	→
38			←	10	↔	234	→
39			←	3	↔	227	→
40			←		↔	221	→

Classificazione delle praterie di Posidonia oceanica secondo Pergent et al. (1995, modificata).

Pergent et al., 1995; Pergent-Martini e Pergent, 1996, sulla base di dati bibliografici hanno formulato una nuova classificazione delle praterie, in cui la densità è rapportata alla profondità e ad altri fattori ambientali, quali torbidità, disturbo antropico, ecc..

Si distinguono così "praterie in equilibrio", in cui la densità è nella norma (DN) o eccezionale (DE), da "praterie disturbate" o "praterie molto disturbate", in cui la densità, limitata da più fattori, è bassa (DB) o anormale (DA).

Le fanerogame marine modificano profondamente gli ambienti che colonizzano, dando luogo a sistemi specifici, detti prati o praterie, tra i più diversificati, complessi e produttivi presenti lungo la fascia costiera di quasi tutti gli oceani ed i mari (Short e Coles, 2001).

Composizione, estensione e struttura di questi sistemi sono condizionate non solo dalle caratteristiche biologiche delle singole specie di fanerogame, ma anche dalle caratteristiche ambientali, quali tipo e natura del substrato, geomorfologia del fondo, idrodinamismo, profondità e luminosità, tasso di sedimentazione e torbidità.

Per caratterizzare e valutare lo stato di una prateria si ricorre a descrittori che possono essere distinti in fisici, fisiografici, strutturali e funzionali.

Le proprietà dell'ambiente fisico dove le fanerogame sono insediate contribuiscono in modo importante a determinarne lo sviluppo.

In considerazione dell'estensione delle praterie e del diffuso processo di regressione in atto in tutto il bacino mediterraneo, risulta di fondamentale importanza la caratterizzazione dei loro limiti di distribuzione. Generalmente, si indica con limite superiore la batimetria più superficiale a cui inizia la prateria e con limite inferiore quella più profonda a cui questa si spinge.

Mentre il limite superiore dipende essenzialmente dalla pendenza del fondale e dall'idrodinamismo, il limite inferiore tiene conto anche della profondità di compensazione delle singole specie vegetali.

Ne consegue che la posizione del limite inferiore delle praterie di fanerogame dipende essenzialmente, oltre che dalla specie, dalla trasparenza media dell'acqua.

Tra tutte le fanerogame mediterranee, *P. oceanica* è quella che si spinge a maggiori profondità ed è l'unica a presentare un limite inferiore di aspetto differente in relazione al variare delle condizioni ambientali.

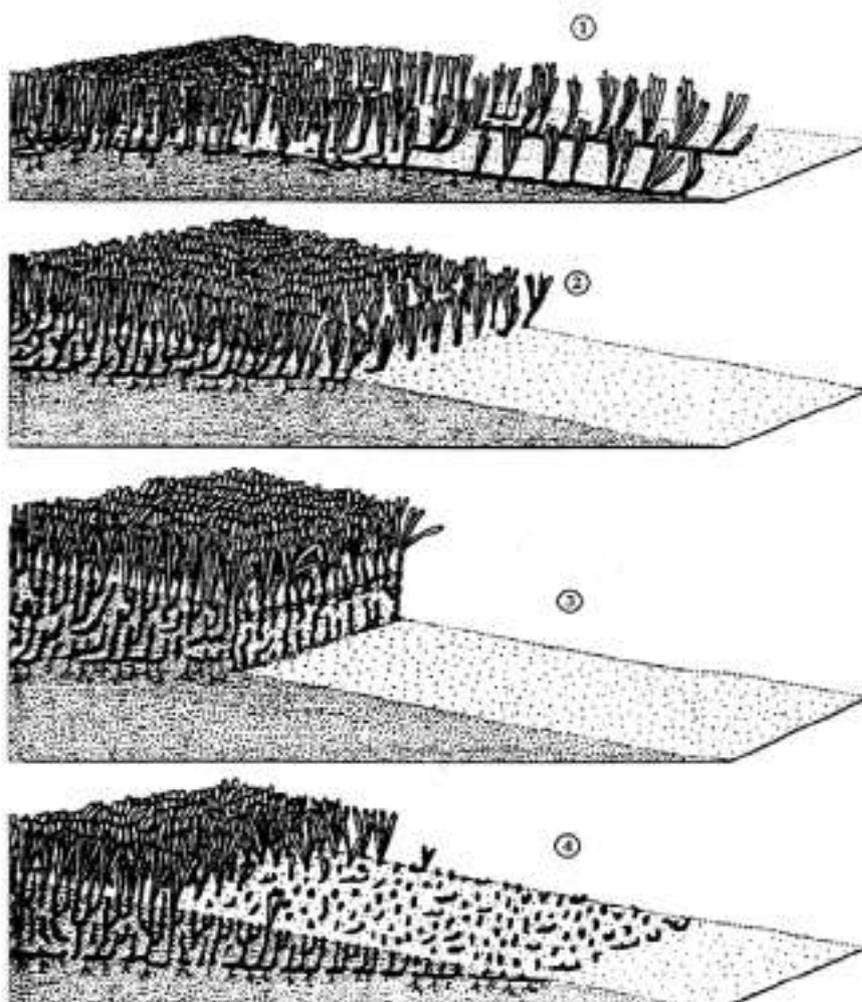
Per questa specie, quindi, è stato necessario definire quattro tipologie di limite inferiore (Meinesz e Laurent, 1978; Pergent et al., 1995):

(1) limite progressivo: caratterizzato da un'alta percentuale di rizomi plagiotropi disposti parallelamente secondo la direzione della pendenza, e dalla mancanza di "matte"; un limite di questo tipo indica che la progressione batimetrica della prateria è in atto e non è ostacolata dalla graduale diminuzione della luce (la luce non è un fattore limitante);

(2) limite netto: caratterizzato da un'interruzione brusca della prateria, dalla presenza di rizomi sia ortotropi che plagiotropi e dalla mancanza della "matte"; la riduzione dell'intensità luminosa sembra essere il fattore condizionante;

(3) limite erosivo: caratterizzato dalla presenza di un netto gradino di "matte" esposta, con prevalenza di rizomi ortotropi; l'idrodinamismo (es. correnti di fondo) sembra essere il fattore che limita la progressione della prateria;

(4) limite regressivo: caratterizzato dalla presenza di "matte" morta, su cui persistono isolati ciuffi vivi. Un limite di questo tipo indica una regressione della prateria, dovuta ad un aumento della torbidità.



Tipologie di limiti inferiori per le praterie di P. oceanica (da Pergent et al., 1995)

Densità

Con il termine densità della prateria si indica il numero di fasci fogliari per unità di superficie (per convenzione pari a 1 m²). Questa variabile rappresenta uno dei descrittori più importanti per valutare lo stato di una prateria, soprattutto se misurato su scala temporale pluriennale.

Materiali ed equipaggiamenti necessari per la definizione della densità sono i quadrati o carotatore, lavagnetta e matite, retini, sacchetti di plastica, etichette, GPS.

La densità viene rilevata attraverso il conteggio dei fasci fogliari all'interno di una superficie nota e può essere misurata sia direttamente in situ, utilizzando un quadrato per delimitare l'area, sia in laboratorio, dopo aver asportato una zolla di prato con l'aiuto di un carotatore (questa tecnica distruttiva non viene più utilizzata).

In entrambi i casi, i fasci in divisione vengono conteggiati due volte.

Nonostante le ricerche sulle fanerogame del Mediterraneo siano documentate da centinaia di articoli, ad oggi per la stima della densità dei fasci non si è pervenuti ad un protocollo comune, adottato da tutti.

Ne consegue che anche le modalità con cui questa variabile viene misurata sono molteplici, a cominciare dalle dimensioni dell'area da campionare per finire con la scelta della stessa ed il numero di repliche.

Numero di repliche

In letteratura il numero di repliche riportato varia da un minimo di 2 ad un massimo di 12. Trattamento dei dati e valutazione dei range di densità; I valori delle singole conte vanno mediati e sempre riportati alla superficie utilizzata per convenzione, il metro quadro.

Il parametro ottenuto si esprime come n. ciuffi m². Per le praterie di *P. oceanica*, Giraud (1977) ha proposto una scala di valutazione in relazione alla loro densità, permettendo di distinguere 6 tipi di praterie.

In seguito (Pergent et al., 1995), questa classificazione è stata ridotta a 5 tipi (vedi Tab.), in considerazione del fatto che quando il numero dei fasci per metro quadrato è inferiore a 50, si ritiene che non sia sufficiente a definire una prateria.

Tipo	Densità (n. fasci /m²)	Valutazione
Tipo I	> 700	Prateria molto densa Praterie insediate prevalentemente su "matte", mai nei pressi del limite inferiore. Sviluppo principale sulla dimensione verticale con abbondanza di fasci ortotropi. Profondità solitamente comprese tra 0 e 25 m.
Tipo II	700-400	Prateria densa Praterie al termine della trasgressione orizzontale (fasci plagiotropi) tendenti allo sviluppo verticale (fasci ortotropi) o praterie in principio di degenerazione. Profondità solitamente comprese tra 0 e 25 m.
Tipo III	400-300	Prateria rada Praterie in equilibrio dinamico o con tendenza alla regressione. Si possono trovare a tutte le profondità e su tutti i substrati.
Tipo IV	300-150	Prateria molto rada Praterie in regressione (presenza di fasci morti) o rimaneggiate in seguito a erosione oppure praterie giovani in uno stadio di colonizzazione ed espansione (fasci plagiotropi). Si possono trovare a tutte le profondità e su tutti i substrati.
Tipo V	150-50	Semi prateria Praterie situate sul limite inferiore a profondità maggiori di 20 m su sabbia o fango, in condizioni ambientali estreme per la sopravvivenza della specie.

Classificazione delle praterie di Posidonia oceanica secondo Giraud (1977) (da Pergent et al., 1995, modificata).

Copertura

Una ulteriore variabile che integra le stime di densità nella descrizione strutturale di una prateria è rappresentata dalla copertura, espressa come percentuale di fondale ricoperto dalle piante rispetto a quello non coperto e costituito da sabbia, roccia, "matte" morta, ecc.

Materiali ed equipaggiamenti necessari per questo lavoro sono: quadrati, lavagnette e matiite, attrezzatura fotografica, videocamera, barra, cima metrata.

Risultati

Campionamento Posidonia oceanica nel Golfo di Cugnana

Punti	Sistema di coordinate Gauss-Boaga	
1	1545846.2423	4543517.7380
2	1545635.6469	4543253.9674
3	1545043.3065	4542980.4379
4	1545116.2831	4542591.7686



I rilievi sono stati effettuati per valutare sia lo stato di conservazione della prateria, sia la densità.

I campionamenti sono stati eseguiti nei quattro punti sopra indicati.

I campionamenti ci danno un'indicazione dello stato di conservazione della prateria antistante la baia di Porto Rotondo nel Golfo di Cugnana.

Per ogni Stazione individuata sono state effettuate 5 repliche, numero di repliche ritenuto sufficiente dopo le prime indagini preliminari della prateria.

Per ogni stazione sono state effettuate serie di immersioni che hanno determinato i parametri morfostrutturali del prato (omogeneità del prato, grado di copertura del fondo, presenza/assenza di matte ecc.), conte di densità dei ciuffi (5 repliche con quadrato di 50X50 Cm).

Di seguito sono riportati i dati per ogni singola stazione.

Punto n. 1

Latitudine 41° 02' 35.554" N

Longitudine 009° 32' 46.016" E

Profondità 27 m

Densità 54.4 fasci x m² – Classificazione secondo Giraud (1977): **tipo V** Semi prateria.

Classificazione secondo Pergent et al. (1995, modificata): densità anormale prateria molto disturbata.



Punto n. 2

Latitudine 41° 02' 27.043" N

Longitudine 009° 32' 36.925" E

Profondità 19 m

Densità 176. fasci x m² – Classificazione secondo Giraud (1977): **tipo IV** Prateria molto rada.

Classificazione secondo Pergent et al. (1995, modificata): densità bassa prateria disturbata.



Punto n. 3

Latitudine 41° 02' 18.292" N

Longitudine 009° 32' 11.483" E

Profondità 20 m

Densità 131.2 fasci x m² – Classificazione secondo Giraud (1977): **tipo V** semi prateria.

Classificazione secondo Pergent et al. (1995, modificata): densità bassa prateria disturbata



Punto n. 4

Latitudine 41° 02' 05.674" N

Longitudine 009° 32' 14.506" E

Profondità 14 m

Densità 0 fasci x m² – matte morta e ciuffi sparsi di *Posidonia oceanica* e *Caulerpa prolifera*.



Di seguito, per ogni stazione, vengono riportate, le schede contenenti le informazioni su profondità, tipo di substrato osservato e risultati relativi ai rilevamenti .

La prateria a *Posidonia oceanica* presa in esame ha un'estensione di circa 20 ha. Le quattro stazioni sono state scelte per la caratterizzazione della prateria.

La prateria si estende dalla profondità di 15 m fino al limite inferiore di 30 m.

Nel caso della prateria in questione il limite superiore non è identificabile, in quanto si tratta di un residuo di prateria ad un elevato stato di degrado. Come si può vedere dalle foto effettuate durante le immersioni e come è ben visibile dai rilevamenti di densità, si tratta di una porzione centrale di un'ex prateria che prima occupava buona parte del Golfo di Cugnana.

Il limite inferiore si trova a profondità di circa trenta metri, ed anche in questo caso si tratta di un limite non netto.

Come la porzione meno profonda anche in questo caso si ha una densità dei fasci fogliari molto bassa, circa 160 fasci per m².

La prateria ha una distribuzione "decescente", infatti possiamo trovare, nella parte più centrale, vedi rilevamento n. 2, una densità maggiore.

Allontanandosi dalla parte centrale, sia andando verso il limite inferiore, sia andando verso il limite superiore la prateria decresce in densità.

L'assenza di limite superiore della prateria, in prossimità della costa, è un altro indicatore che ci porta a pensare che non si tratta più di una prateria ma di una semi prateria residuale.

Durante le immersioni sono stati fotografati dei grossi solchi di intermatte, anche delle dimensioni di qualche metro di profondità e svariate decine di metri di lunghezza, che denotano uno stato di degrado dovuto agli ancoraggi di grandi imbarcazioni

Tabella 1 – Rilevamenti effettuati in immersione

SITO	R1	R2	R3	R4	R5	%	Tipo fondale	Prof. m	Presenza C. r	Presenza C. n
S1	10	16	15	15	12	10	Sabbia e roccia	27	si	no
S2	28	40	48	50	54	80	Matte e sabbia	19	no	no
S3	20	38	36	30	40	30	Matte e sabbia	23	no	no
S4	0	0	0	0	0	0	Matte morta e sabbia	14	no	no

R – repliche per ogni sito campionato effettuate con quadrati da 50x50 cm

% - percentuale di ricoprimento della prateria rilevata in immersione

Tipo fondale – tipologia di fondale in cui si impianta la prateria

prof. - profondità in metri per singolo sito di immersione

C r – presenza di *Caulerpa prolifera*

C n – presenza di *Cymodocea nodosa*

Tabella 2 - Elaborazione dei dati rilevati

SITO	media	d.s.	d/m ²	densità globale
S1	13,6	2,50998008	54,4	544
S2	44	10,2956301	176	14080
S3	32,8	8,0746517	131,2	3936
S4	0	0	0	0

s – Stazioni di campionamento, media dei ciuffi per stazioni su quadrati 50x50 cm, deviazione standard, densità x m², densità x m² x % di ricoprimento.

Grafico 1 – delle stazioni campionate



Tabella 3 - Stato di Conservazione secondo Giraud (1977)

SITO	d/m ²	Tipo	Stato di conservazione
S1	54,4	V	Semi prateria
S2	176	IV	Prateria molto rada
S3	131,2	V	Semi prateria
S4	0	-	Matte morta

Tabella 4 - Valori di densità secondo la classificazione di Pergent et al.

SITO	Profondità in m	d/m ²	Classificazione
S1	27	54,4	DA
S2	19	176	DB
S3	23	131,2	DB
S4	14	0	—

DA prateria molto disturbata; DB prateria disturbata; d/m² densità per metro quadro

Tipologia di limite rilevati in immersione

limite regressivo: caratterizzato dalla presenza di "matte" morta, su cui persistono isolati ciuffi vivi. Un limite di questo tipo indica una regressione della prateria, dovuta ad un aumento della torbidità o dell'impatto meccanico sul fondale. Durante le varie immersioni si è cercato di valutare quale fosse il limite della prateria del Golfo di Cugnana. Esaminando sia i sonogrammi, riportati nella relazione Geologica, sia i rilevamenti effettuati in immersione (vedi foto 1 e 2), non si è trovato un vero e proprio limite. Infatti non vi è un limite netto in questa prateria, ma vi sono una serie di "patches" a *Posidonia oceanica*.



Foto 1



Foto 2

2.2 Evoluzione della prateria a *Posidonia oceanica* del Golfo di Cugnana

Il golfo di Cugnana era costituito da una grande prateria, che si estendeva da pochi metri di profondità fino a raggiungere un limite inferiore intorno ai 40 m. Allo stato attuale la prateria si è ridotta notevolmente.

La parte rimanente, della vecchia prateria, si trova nella parte centrale del golfo, ad una profondità che va 15m fino a circa 30 m, con un orientamento SW – NE.

La prateria si trova in un elevato stato di degradazione.

Esaminando la tabella 1 si può vedere come la densità sia molto bassa nei vari siti campionati.

Secondo la classificazione di Giraud (vedi tabella 3) abbiamo una prateria molto rada nella parte centrale, ed una semi prateria sia nella parte più profonda sia nella parte meno profonda.

Secondo Pergent (tabella 4) abbiamo in tutti i siti una prateria da disturbata a molto disturbata.

L'evidente stato di degrado è causato prevalentemente dagli ancoraggi, di barche di grosse dimensione, sul fondale a *Posidonia oceanica*.

È ormai noto che uno dei principali motivi di degrado di *P. oceanica*, maggiormente nelle baie poco profonde, è stato attribuito a disturbi di natura antropica.

L'ancoraggio delle imbarcazioni è stato identificato come una delle più importanti cause dirette, in piccola scala, di deterioramento della prateria che non solo provoca lo scalzamento dei rizomi, ma anche la rimozione dei nuovi germogli.

Dai rilievi effettuati in immersione (vedi foto 3,4,5,6) e dai rilievi effettuati con i sonogrammi (Figura 2) è ben chiaro che gli ancoraggi concorso in maniera preponderante al decadimento di questa prateria.



Foto 3



Foto 4

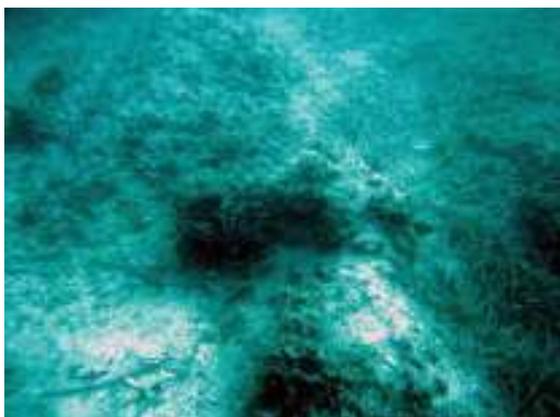


Foto 5



Foto 6

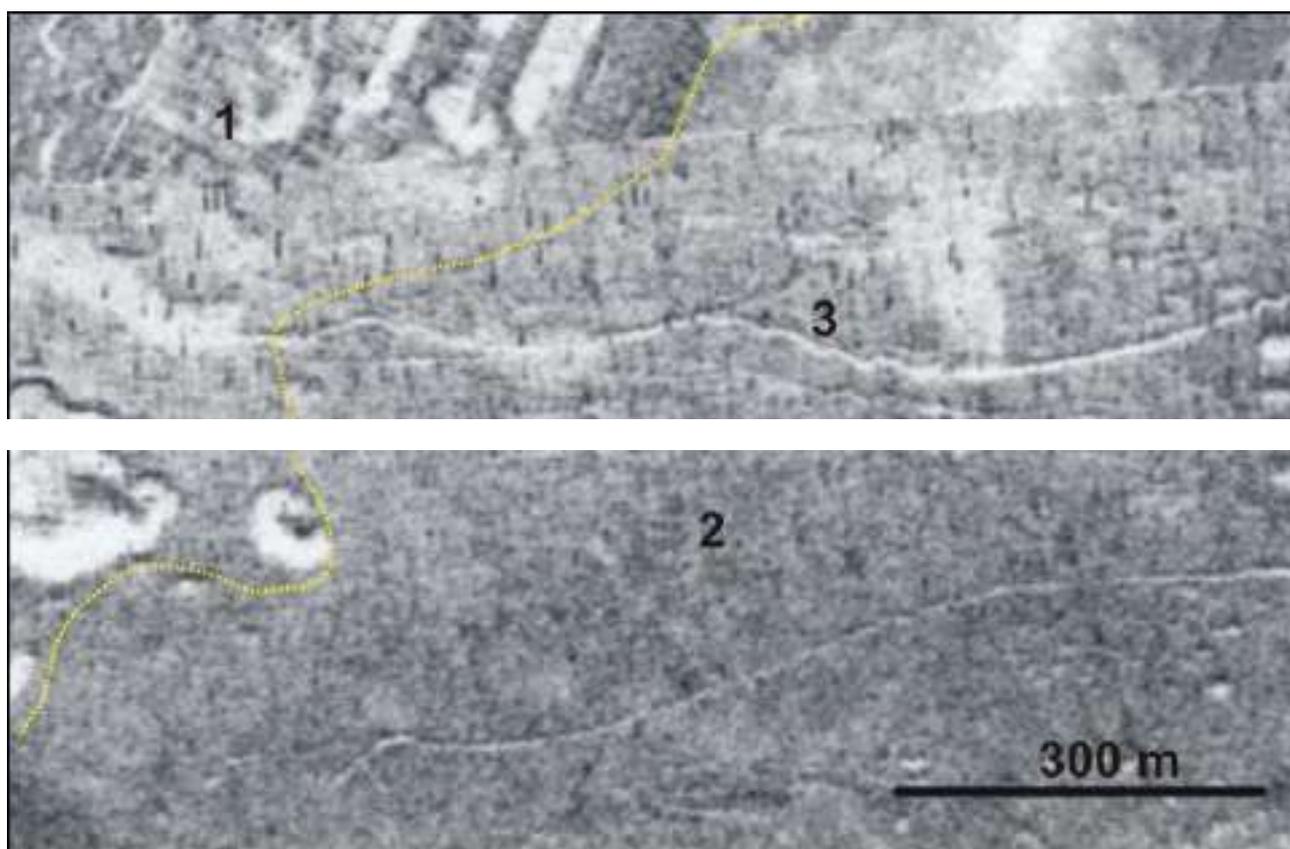


Fig 2 - Registrazione Side Scan Sonar 100 Khz Zona a nord-ovest di Punta Nuraghe – 1) *Posidonia oceanica* su matte; 2) Matte morta; 3) solco da ancoraggio.

I dati side scan sonar e le indagini dirette in immersione subacquea hanno evidenziato le condizioni di criticità in cui si trova la prateria a *Posidonia oceanica*; si osservano infatti fenomeni di arretramento del limite superiore o addirittura abbandono delle matte come per il settore immediatamente a nord dell'imboccatura del porto turistico di Porto Rotondo dove la matte morta è stata quasi totalmente colonizzata da *Caulerpa prolifera*. (Vedi Allegato 1 – Carta Bionomica).

Sono stati inoltre rilevati ampi settori caratterizzati da elevato degrado antropico a seguito dell'ancoraggio da parte di grosse imbarcazioni; localmente i solchi di abrasione raggiungono 850 metri di estensione lineare per una larghezza di qualche metro.

Allo stato attuale un monitoraggio continuo della prateria, a prescindere dalla costruzione di nuovi moli in protezione ai porti, porterà solamente a valutare che la prateria sta regredendo in modo continuo per i motivi sopra citati.

Risulta pertanto urgente, attivare delle misure di contenimento degli ancoraggi nel Golfo di Cugnana.

3 BIBLIOGRAFIA

- ALONGI G. ET AL.. 1993. Prima segnalazione di *Caulerpa racemosa* (Chlorophyta, Caulerpales) per le coste italiane. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania , 26:49-53.
- Bianchi C. N. (2007). *Dalla cartografia bionomica alla cartografia territoriale, ovvero dalla conoscenza alla gestione delle Aree Marine Protette. Biologia Marina Mediterranea*, 14 (2): 22-51.
- Bianchi C. N. e Morri C. . *Indicatori biologici ed ecologici nell'ambiente marino*. Università degli studi di Genova, Dip.Te.Ris, Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue risorse.
- Bianchi, C. N, Navone, A. (1991). Carta Bionomica dei Fondi Marini. AMP Tavolara Capo Coda Cavallo
- Bianchi C. N., Pronzato R., Cattaneo-Vietti R., Benedetti-Cecchi L., Morri C., Pansini M., Chemello R., Milazzo M., Frascchetti S., Terlizzi A., Peirano A., Salvati E., Benzoni F., Calcinaì B., Cerrano C., Bavestrello G., 2003a. Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. Cap. 6. I fondi duri. *Biologia Marina Mediterranea*, 10 (suppl.): 199-232.
- Bianchi C. N., Zurlini G., 1984. Criteri e prospettive di una classificazione ecotipologica dei sistemi marini costieri italiani. *Acqua Aria*, 8: 785-796.
- Boudouresque C.F., Bianconi C.H., Meinesz A., (1990). Live *Posidonia oceanica* in a coralligenous algal bank at Sulana Bay, Corsica. *Rapports de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Mediterranee* 32 (1), 11.
- Boudouresque C. F., Avon M., Gravez V. (a cura di), 1991. *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*. GIS Posidonie, Marseille.
- Buia M. C. , Gambi M.C. , Dappiano D. (2003). I sistemi a fanerogame marine - *Biol. Mar. Medit.* (2003), 10 (Suppl.): 145-198.
- Cancemi, G., Baroli, M., De Falco, G., Agostini S., Piergallini G., Guala I. (2000). Cartografia integrata delle praterie marine superficiali come indicatore dell'impatto antropico sulla fascia costiera. *Biol. Mar. Med.*, 7(2): 509-516.
- Cavazza W., Immordino F., Moretti F., Peirano A., Pironi A., Ruggiero F. (2000). Sedimentological parameters and seagrass distributions as indicators of anthropogenic coastal degradation at Monterosso Bay (Ligurian Sea, NW Italy). *Journal of Coastal Research*, 16(2), 295-305.
- De Falco G, Murru E, Baroli M, Cancemi G, Piergallini G (2000) Photo-aerial image processing and sediment analysis as indicators of environmental impact on *Posidonia oceanica* in the Mediterranean sea. *Proced. Fourth International Seagrass Biology Workshop, Balagne Corsica (France), 26 Sept.-2 Oct 2000*, Pergent G., Pergent-Martini C, Buia MC, Gambi MC (eds.), *Biol. Mar. Med.*, 7(2) pp 349-352.
- Fornes A., Basterretxea G. , Orfila A., Jordi A., Alvarez A. , Tintore J. (2006). Mapping *Posidonia oceanica* from IKONOS. *Photogrammetry and Remote Sensing*, 60, 315-322.

- Gattorna I., Panzalis P., Navone A., Cattaneo-Vietti R., Montefalcone M., Morri C., Bianchi C.N., 2006. *Effects of boat anchoring on Posidonia oceanica bed at Spalmatore di Terra, Tavolara Punta Coda Cavallo marine protected area* (Sardinia, western Mediterranean). Mediterranean Seagrass Workshop, Malta. 2006
- Lasagna R. , Montefalcone M. Bianchi C.N. , Morri C., Albertelli G. (2006). *Approccio macro strutturale alla valutazione dello stato di salute di una prateria di Posidonia oceanica*. Biol. Mar. Medit. 13 (1):379-385
- Lasagna R., Montefalcone M., Albertelli C., Bianchi C.N., Corradi N., Morri C. (2005). Distribuzione dei sedimenti in una prateria di Posidonia oceanica. XV Congresso della società Italiana di Biologia.
- Mazzella L., Scipione M. B., Gambi M. C., Buia M. C., Lorenti M., Zupo V., Cancemi G. (1993). The Mediterranean seagrass Posidonia oceanica and Cymodocea nodosa: a comparative overview. First International Conference on Mediterranean Coastal Environment. MEDCOAST 93, Antalya, Turkey, pp 103-116.
- Montefalcone M., Bianchi C.N. , Morri C. ,Peirano A. , AlbertelliG. (2006). *Lower limit typology and functioning of six Posidonia oceanica meadows in the ligurian sea (nw Mediterranean)*. Biol. Mar. Medit. , 13 (4): 262-266.
- Montefalcone M., Giancarlo A. , Morri C. , Bianchi C.N. (2007). *Urban seagrass: Status of Posidonia oceanica facing the Genoa. city waterfront (Italy) and implications for management*. Marine Pollution Bulletin 54 .206–213.
- Montefalcone M., Bianchi C.N., Morri C., Peirano A., Albertelli G. (2007). *Human disturbances and phase shift in the posidonia oceanica ecosystem of the ligurian sea (nw Mediterranean)* unep – map – rac/spa, 2007. proceedings of the third mediterranean symposium on marine vegetation (marselle, 27-29 march 2007). c. Pergent-Martini, S. El Asmi, C. le Ravallec edits., rac/spa publ., tunis: 300 p.
- Pasqualini V., Pergent Martini C., Clabut P., Pergent G. (1998). *Mapping of Posidonia oceanica using aerial photographs and side scan sonar: application off the island of Cordica*. Estuarine Coastal and Shelf Science, 47(3), 359-368.
- Peres J. M. et Picard J. (1964). *Nouveau Manuel de Bionomie Benthique de la Mer Mediterranee*.
- Pergent G, Pergent Martini C., Boudouresque, C. F. (1995). *Utilization de l'herbier a Posidonia oceanica comme indicateur biologique de la qualite du milieu litoral en Mediterranee*: etat de connaissances. Mesogee 54, 3-27.