



UNIVERSITÀ
TUSCIA

Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina
Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB)



A.P. Civitavecchia - PORTILAZIO

Prot. **0011797** del 10/09/2014 ore 10:57:45

Tit.
Registro: E



All'Autorità Portuale
di Civitavecchia, Fiumicino e Gaeta
Molo Vespucci – Porto di Civitavecchia
00053 Civitavecchia

Alla c.a. Dell'Ing. Calogero Burgio

Civitavecchia, li 03.09.2014

Oggetto: circoscrizione portuale di Civitavecchia;
addendum n.2 del 02.08.2011 (prot. AP. 9350 del 03.08.2011);
relazione attività.

Allegati:

- Relazione delle attività relative allo studio del limite inferiore delle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile (balisage) nell'area di studio compresa tra Marina di Tarquinia e Santa Severa.

REL-189-MON-0914-AP	01/09/14
Redatto	
Dott.ssa Selvaggia Cognetti de Martiis	<i>Selvaggia Cognetti de Martiis</i>
Dott Filippo Carli	<i>Filippo Carli</i>
Dott.ssa Monica Giovacchini	<i>Monica Giovacchini</i>
Approvato	
Prof. Marco Marcelli	<i>Marco Marcelli</i>



Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina
DEB – Università degli Studi della Tuscia

**Relazione delle attività relative allo studio del limite inferiore delle praterie di
Posidonia oceanica (L.) Delile (*halisage*) nell'area di studio compresa tra Marina
di Tarquinia e Santa Severa**



Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina
DEB – Università degli Studi della Toscana

INDICE

- 1 **Introduzione**
- 2 **Oggetto e scopo**
- 3 **Materiali e metodi**
- 4 **Descrizione delle attività**
- 5 **Report fotografico**
- 6 **Conclusioni**

BIBLIOGRAFIA

1. Introduzione

Le fanerogame marine sono annoverate tra gli ecosistemi che rivestono il maggiore ruolo ecologico, geologico ed economico delle aree costiere di tutto il mondo (Spalding *et al.*, 2003; Rotini *et al.*, 2013; Boudouresque *et al.*, 2013); in particolare, le praterie sommerse di *Posidonia oceanica* costituiscono una delle realtà più studiate e più importanti del Mar Mediterraneo (Duarte, 2002). Negli ultimi decenni, le ricerche scientifiche sulle piante marine hanno avuto un forte sviluppo che, favorito dalla base sistematica rappresentata dalla monografia di Den Hartog (1970), ha permesso di passare da una fase iniziale, di tipo descrittivo e sistematico, a quella attuale, di taglio ecofisiologico, molecolare e sperimentale. Le praterie di *Posidonia oceanica*, pianta endemica del Mar Mediterraneo, svolgono molteplici funzioni all'interno del sistema costiero, sia a livello fisico che ecologico: proteggono le coste dall'erosione operata dal mare (Jeudy de Grissac e Boudouresque, 1985), stabilizzano e consolidano i fondali grazie all'intreccio di foglie, radici e rizomi, (contribuendo a contrastare un eccessivo trasporto di sedimenti sottili da parte delle correnti costiere (Borg, 2006)), ossigenano le acque grazie ai processi fotosintetici (liberano nell'ambiente fino a 20 litri di ossigeno al giorno per m² di prateria (Boudouresque e Meinesz, 1982)), producono ed esportano grandi quantità di biomassa, oltre ad offrire riparo e ad essere aree di riproduzione e di *nursery* per molti organismi marini (Mazzella *et al.*, 1995). Inoltre, la notevole sensibilità di questa pianta marina ad ogni perturbazione naturale o artificiale, la rende un ottimo indicatore biologico per determinare la qualità delle acque marine costiere (Dolce, 2010)

Il fondamentale ruolo ecologico, conferisce alla *Posidonia oceanica* un elevato valore economico per il Mar Mediterraneo (si pensi che è stato stimato che il valore economico dell'ecosistema "posidonieto" sia dieci volte maggiore rispetto a quello della foresta tropicale e circa tre rispetto a quello della barriera corallina) e molti studi mirano all'elaborazione di piani di monitoraggio e protezione che mettano al centro la sostenibilità ecologica/economica di questa fanerogama marina (Costanza, 1997). Infatti, l'aumentato interesse, negli ultimi decenni, per lo studio della *Posidonia oceanica*, è dovuto in primo luogo alla sua regressione, registrata in tutto il Mediterraneo: la finalità è la comprensione delle cause di questo declino e l'elaborazione di piani di gestione costiera adeguati (Ardizzone e Migliuolo, 1982). L'arretramento delle praterie di *Posidonia oceanica*, stimato annualmente tra il 2 e il 5% (Duarte, 2002; Orth *et al.*, 2006), è dovuto principalmente a: modifica del regime idrologico e trasporto litoraneo (Ruiz e Romero, 2003), inquinamento ed

eutrofizzazione (Balestri *et al.*, 2004; Burkholder *et al.*, 2007), presenza di impianti di acquacoltura (Pergent-Martini *et al.*, 2006; Apostolaki *et al.*, 2009), e ancoraggio (Milazzo *et al.*, 2004; Montefalcone *et al.*, 2008).

In particolare, il tratto di costa preso in considerazione in questo studio, compreso tra Marina di Tarquinia e Santa Severa (nord del Lazio), ospita uno dei porti più grandi d'Europa (Civitavecchia) e un importante polo energetico.

Uno strumento utile per monitorare a livello spaziale e temporale la dinamica delle praterie è il monitoraggio dei limiti: il limite superiore è la batimetria più superficiale (anche 0 m per praterie affioranti) alla quale inizia la prateria ed il limite inferiore (fino, al massimo, a 40-50 m circa) quella più profonda alla quale essa si spinge. Generalmente si sottopone a monitoraggio il limite inferiore della prateria, il quale, essendo ecologicamente più fragile di quello superiore, testimonia sinteticamente la dinamica dell'intera prateria e l'evoluzione del suo stato di salute (APAI-ICRAM-SIBM, 2003). Sono state definite 4 diverse 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*. In questo caso la progressione batimetrica della prateria non è influenzata dalla graduale diminuzione della luce:

2- limite netto: caratterizzato da una brusca interruzione della prateria, dalla presenza di rizomi, sia ortotropi che plagiotropi e dalla mancanza di *matte*; in questo caso l'intensità luminosa è un fattore limitante.

3- limite erosivo: caratterizzato dalla presenza di un netto gradino di *matte* esposta con prevalenza di rizomi ortotropi. L'idrodinamismo, in questo caso, sembra essere il fattore che limita l'avanzamento 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.

La notevole sensibilità della pianta alle perturbazioni naturali e/o artificiali, ha spinto le autorità nazionali, europee ed internazionali ad azioni volte alla sua protezione (Buia *et al.*, 2003).

Per l'importanza che riveste nei sistemi costieri, anche a livello normativo la *Posidonia oceanica* è stata inclusa nella Lista Rossa delle specie marine del Mediterraneo a rischio di estinzione (Boudouresque *et al.*, 1990): è citata nell'Annesso I (specie rigorosamente protette) della Convenzione di Berna e nell'Annesso II (specie minacciate) del Protocollo delle Aree Specialmente

Protette della Convenzione di Barcellona; inoltre, nel “Piano d’Azione per la conservazione della vegetazione marina in Mediterraneo”, adottato dai paesi mediterranei nell’ambito della Convenzione di Barcellona nel 1999, le nazioni aderenti si sono impegnate a condurre mappature delle praterie di *P. oceanica* presenti lungo le loro coste. Le praterie di *P. oceanica* sono anche inserite tra gli habitat prioritari nell’Allegato I della Direttiva EC 92/43/EEC del 21 maggio 1992, relativa alla Conservazione degli Habitat Naturali e della Fauna e della Flora Selvatiche. La Direttiva definisce questi habitat prioritari come Siti di Interesse Comunitario (SIC), la cui conservazione richiede la designazione di Aree Speciali di Conservazione.

2. Oggetto e scopo

Come già accennato, la distribuzione delle praterie è controllata dalla disponibilità di luce, specialmente in prossimità del limite inferiore. L’attenuazione della luce, dovuta a processi sia naturali che antropici porta ad una riduzione dei processi fotosintetici. (Ralph *et al.*, 2007). Lo studio delle variazioni spazio-temporali della struttura delle praterie e del loro limite inferiore, permettono, quindi, di diagnosticarne le tendenze evolutive e di predirne eventuali cambiamenti futuri. Lo scopo dell’intero progetto è quello di caratterizzare, nella prima fase, e monitorare, nelle fasi successive, la variazione del limite inferiore delle praterie di *Posidonia oceanica* nell’area di studio compresa tra Marina di Tarquinia e Santa Severa (Mar Tirreno, Lazio, Italia). L’obiettivo del presente documento è la descrizione delle attività preliminari del progetto, consistenti in 3 fasi:

- monitoraggio delle praterie presenti nell’area di studio, per un totale di 18 stazioni;
- scelta di 3 siti di campionamento idonei allo scopo preposto;
- posizionamento dei corpi morti in ciascuno dei siti individuati (*balisage*).

3. Materiali e metodi

Si utilizza come modello il protocollo adottato dal *Reseau de Surveillance Posidonies* (Bertrand *et al.*, 1986). Questo protocollo prevede l’uso di corpi morti (*balises*) da collocare sul fondo (ICRAM, 2001-2003).

Ciascun corpo morto è munito di un anello centrale per l’installazione di un galleggiante che riporta il relativo codice identificativo e la data di impianto.

In ciascun sito vengono installati i corpi morti, secondo la procedura di seguito descritta:

- identificazione del limite inferiore della prateria;

- marcatura con un picchetto del punto centrale scelto;
- posizionamento geografico del punto centrale con la migliore precisione possibile.

I corpi morti vengono disposti a 5 metri di distanza l'uno dall'altro e a stretto contatto con il limite inferiore.

Per essere individuate più facilmente nelle successive immersioni di controllo, le aste metalliche sporgono dal fondo di circa 50-60cm.

Le riprese fotografiche successive verranno effettuate a 1.5 metri da ciascun corpo morto, a valle rispetto al limite della prateria. Queste ultime dovranno essere realizzate in tre fasi, una centrata sul corpo morto e altre due rispettivamente a destra e a sinistra di questo.

Le riprese si effettuano in orizzontale, ad un'altezza di 0.5 metri rispetto al fondo con obiettivo da 35 mm.

In ogni sito (Tab.1), in una banda di 10 metri di larghezza a monte del limite lungo la linea dei corpi morti, vengono rilevati i seguenti dati:

- profondità:
- tipo di limite (netto, progressivo, erosivo, regressivo);
 - verifica dello stato di continuità della prateria a monte del limite;
 - stima del ricoprimento della prateria;
 - stima della densità dei fasci fogliari;
 - portamento predominante dei rizomi (% rizomi plagiotropi);
 - stima della percentuale di scalzamento della prateria;
 - valutazione litologica della natura del fondale a valle dei corpi morti (roccia, ghiaia, sabbia, fango);
 - prelievo dei campioni di *Posidonia oceanica* per le analisi biologiche.

In corrispondenza di uno o due corpi morti si esegue poi il prelievo di sedimento per le analisi granulometriche.

Su ciascun sito vengono compiute osservazioni annuali.

Parametro	Unità di misura	Sintesi
Scalzamento dei rizomi ortotropi	centimetri	cm
Scalzamento dei rizomi plagiotropi	centimetri	cm
Profondità limite inferiore	metri	m
Tipo di limite	1=netto 2=progressivo 3=erosivo 4= regressivo	1-2-3-4
Scalzamento della prateria	% n. rizomi scalzati/n. rizomi totali	%
Portamento rizomi (% rizomi plagiotropi)	% rizomi plagiotropi	%
Distanza dal picchetto n.1 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza dal picchetto n.2 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza dal picchetto n.3 al limite inf.	centimetri	cm

Tab. 1. Parametri prelevati in prossimità del limite inferiore della prateria e relative unità di misura.

Campionamento su transetto orizzontale (stazione sul limite inferiore)

Sul limite inferiore indagato, la strategia di campionamento dovrà essere realizzata lungo un transetto orizzontale, in corrispondenza dei *balises* (i.e. transetto di 30-40m).

Verranno effettuati:

- 6 repliche per le misure di densità,
- 6 prelievi di fasci ortotropi per le analisi fenologiche.

Le repliche saranno casuali lungo il transetto e distanziate tra loro minimo 1m (idealmente ogni replica è presa su una porzione diversa del *balisage* – i.e. una porzione è definita da 2 *balises* successivi). Verranno anche in questo caso valutate: la percentuale ricoprimento della *P. oceanica*, tipo di substrato, continuità della prateria, la percentuale di matte morta, la percentuale di *Caulerpa racemosa*, la percentuale di *Cymodocea nodosa*, lungo la totalità del transetto.

Durante il monitoraggio semestrale del limite inferiore delle praterie verranno effettuate stime di densità assoluta e relativa e di copertura del substrato.

Densità

Come mostrato in Fig.1, per ottenere il valore di densità assoluta, si effettua la conta dei fasci fogliari che ricadono all'interno di una quadrato 40x40 cm, lasciato cadere dall'operatore in maniera casuale sul fondo. La misura viene poi stimata per m².



Fig. 1. Rilievo fotografico effettuato ad un operatore subacqueo durante la conta dei fasci fogliari in un quadrato 40 x 40 cm.

Copertura

Per ottenere il valore medio di ricoprimento percentuale, in ogni stazione vengono effettuate 10 repliche. L'operatore posiziona sul fondo un quadrato di 1x1m suddiviso in 16 sub-quadrati e stima visivamente il numero di quadrati in cui la *Posidonia oceanica* è presente. La misura in sedicesimi viene poi convertita in percentuale. Al fine di ottenere una maggiore precisione nella conta dei qua-

drati per la percentuale di copertura, viene eseguito un rilievo fotografico per ciascuna replica (Fig.2).

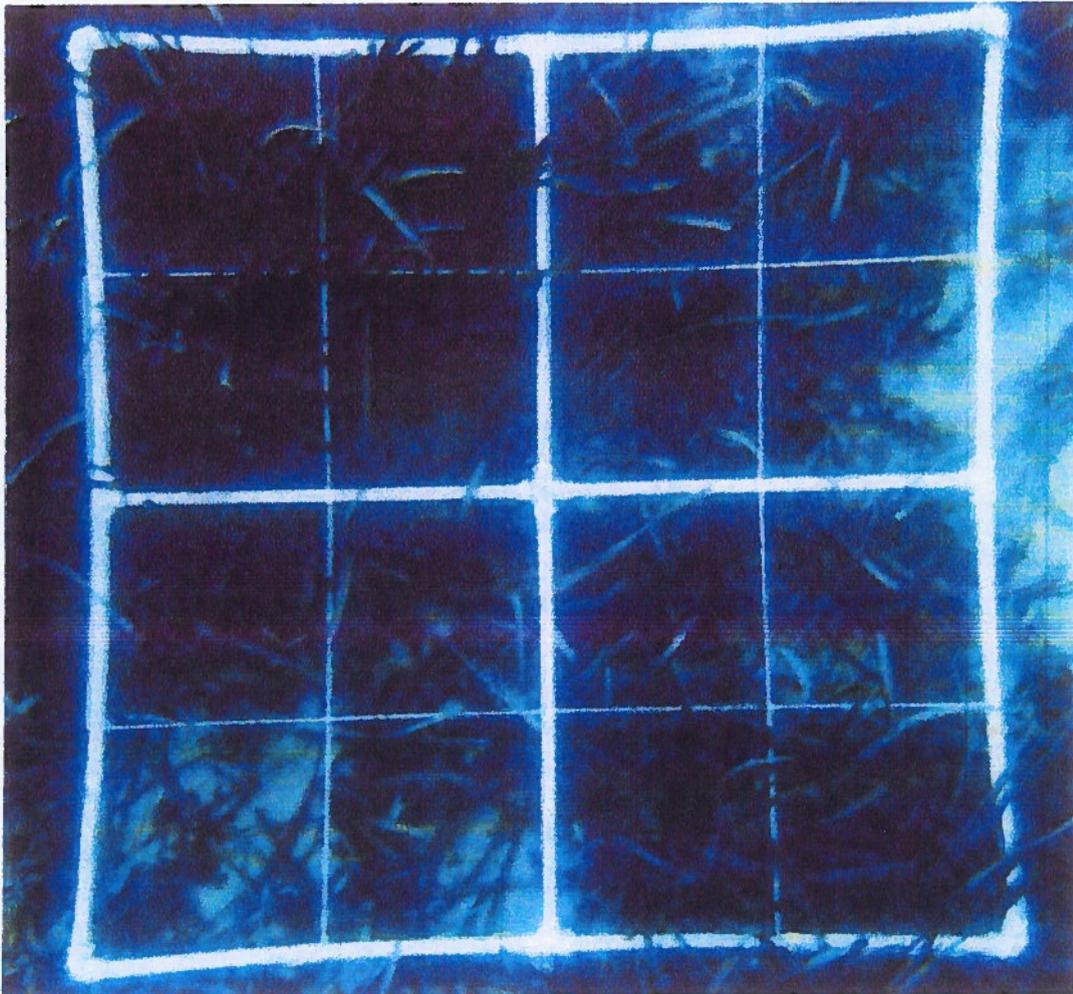


Fig. 2. Rilievo fotografico effettuato per la stima della copertura percentuale della *Posidonia oceanica*.

Analisi fenologiche dei campioni di Posidonia oceanica

I fasci fogliari raccolti in ognuna delle stazioni di campionamento sono stati trasportati in laboratorio, dove sono state effettuate le analisi fenologiche. Tutti i campioni sono stati lavati in acqua dolce prima di essere analizzati: qualora siano stati precedentemente congelati, dovranno essere scongelati il giorno precedente a quello di analisi per evitare l'eventuale lacerazione fogliare. Le misurazioni, da effettuare sui 18 ciuffi per punto di campionamento per le stazioni a 10m, e sui 6 ciuffi per le stazioni del limite inferiore riguarderanno i descrittori morfometrici fondamentali delle foglie, ed in particolare:

- | larghezza delle foglie giovanili;
- | lunghezza totale delle foglie giovanili;
- | lunghezza totale delle foglie intermedie;
- | lunghezza tessuto bruno delle foglie intermedie;
- | larghezza delle foglie adulte;
- | lunghezza tessuto bruno foglie adulte.

Per effettuare tali misurazioni ogni fascio fogliare è stato separato nelle singole foglie che lo compongono, mediante l'utilizzo di una pinzetta, procedendo dalla foglia più esterna a quelle più interne e disponendo le foglie in successione di classe decrescente su un piano.

Dopo le misurazioni, le foglie sono state suddivise nelle seguenti categorie:

- , giovanili, lunghe meno di cinque centimetri e senza ligula;
- , intermedie, lunghe più di cinque centimetri e senza ligula;
- , adulte, con ligula.

Si ricava il numero di foglie sia totale che per categoria (foglie adulte, intermedie e giovanili).

Calcolo dei parametri fenologici

Sulla base delle misurazioni effettuate sull'apparato fogliare, saranno calcolati i seguenti parametri fenologici:

- , numero medio di foglie per ciuffo delle varie categorie ed in totale;
- , coeff. A delle foglie adulte (% di apici rotti sul numero totale di foglie adulte);

- , coeff. A delle foglie intermedie (% di apici rotti sul numero totale di foglie intermedie);
- , lunghezza media delle foglie per categorie ed in totale;
- , larghezza media delle foglie per categorie ed in totale;
- , indice fogliare (LAI) per fascio e per m² calcolato con la seguente formula:

4. Descrizione delle attività

Monitoraggio delle praterie presenti nell'area di studio

Nel periodo maggio-giugno 2013, è stata effettuata, da parte del Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina, la caratterizzazione delle praterie di *Posidonia oceanica* presenti all'interno dell'area di studio (Marina di Tarquinia-Santa Severa), per un totale di 18 siti (REL-176-MON-0614-AP, 25/06/14). In ciascuna stazione sono state raccolte informazioni di tipo quantitativo (densità assoluta e copertura percentuale) e qualitativo (tipologia di substrato, tipologia di prateria, profondità, presenza di macroalghe o di altre fanerogame, presenza di oggetti di origine antropica etc.). Sono stati inoltre prelevati 30 fasci fogliari per ciascuna delle 18 praterie (Fig.1), per un totale di 540 campioni, destinati alle analisi di laboratorio (fenologia, lepidocronologia e genetica).

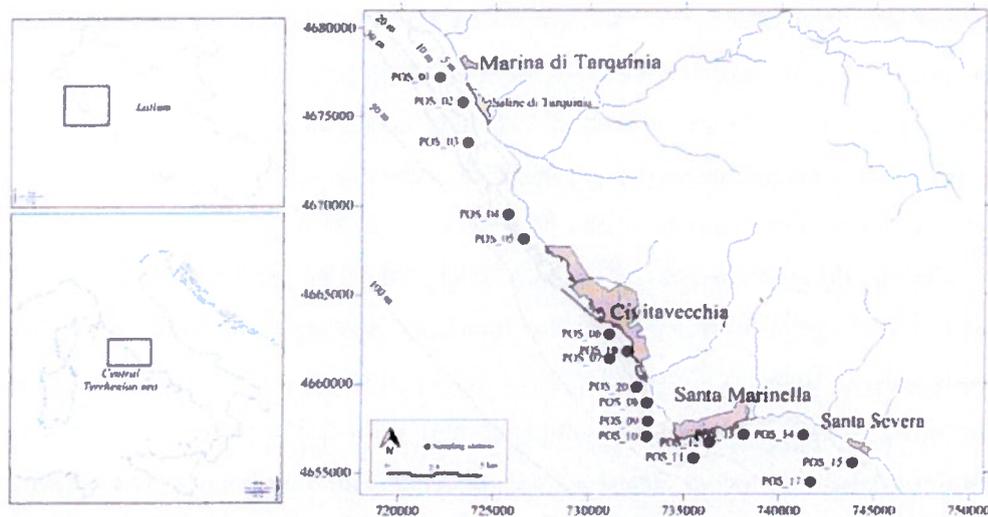


Fig. 3. Area di studio e siti di campionamento monitorati a maggio-giugno 2013.

Scelta di 3 siti di campionamento idonei allo scopo preposto

Alla luce di quanto riportato dai risultati di questa caratterizzazione, dagli studi preliminari presenti in bibliografia e dalla cartografia disponibile, sono stati identificati 3 siti per le attività di *balisage* (Tab 2).

Stazione	Località	Latitudine; Longitudine (UTM)	Profondità
PB1	“La Frasca”	0725442; 4669547	~ 21m
PB2	Capo Linaro	0733056; 4657809	~ 20 m
PB3	Santa Marinella	0735966; 4656473	~ 15 m

Tab 2. Località, Coordinate UTM e profondità dei 3 siti individuati per il monitoraggio del limite inferiore delle praterie di *Posidonia oceanica* presenti nell'area di studio.

Posizionamento dei corpi morti in ciascuno dei siti individuati (*Balisage*)

In corrispondenza di ognuna di queste praterie, nel maggio-giugno 2014, sono stati posizionati i picchetti per il monitoraggio del limite inferiore (Fig.4). Le coordinate dei punti di posizionamento di ciascuna asta metallica, appositamente munita di galleggiante sommerso di riconoscimento (pedagno)(Fig 5), sono state registrate tramite GPS per la futura individuazione.

Sono stati posizionati, per ciascuna stazione, 3 picchetti, a distanza di 5 m l'uno dall'altro.

Per ciascuna delle tre grandi praterie di *Posidonia oceanica* identificate, verrà controllato annualmente l'eventuale arretramento del limite inferiore mediante la tecnica del *balisage*, come previsto dal DLGS 3 aprile 2006 n° 152 e sue modifiche apportate con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare 14 aprile 2009 n° 56, per i metodi di campionamento degli elementi di qualità biologica si fa riferimento al manuale APAI 46/2007, ai manuali ISPRA ed ICRAM per le acque marino-costiere e di transizione e alle “Metodologie Analitiche di Riferimento (Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001- 2003)” Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM, Roma 2001 e successivi aggiornamenti).



Fig. 4. Posizionamento di uno dei 3 picchetti, in prossimità del limite inferiore della stazione PB3.

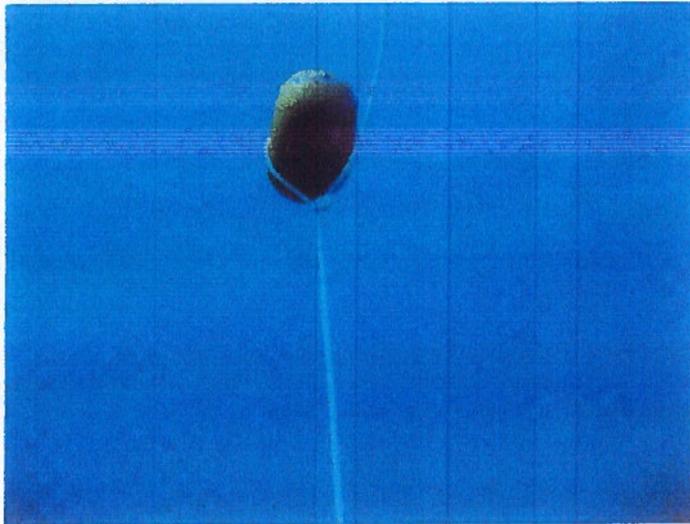


Fig. 5. Pedagno sommerso di riconoscimento, con data di campionamento e codice della stazione.

5. Report fotografico

Per ciascuna stazione (Fig.6,7,8,9,10,11) sono stati effettuati alcuni rilievi fotografici. Purtroppo, la scarsa visibilità non ha permesso di effettuare foto alle distanze desiderate, ma solo immagini utili a caratterizzare qualitativamente la stazione in oggetto. Per la scelta delle giornate in cui effettuare i monitoraggi, sarà infatti necessario immergersi in condizioni di buona visibilità, al fine di ottenere immagini più dettagliate e alle distanze riportate nel protocollo.

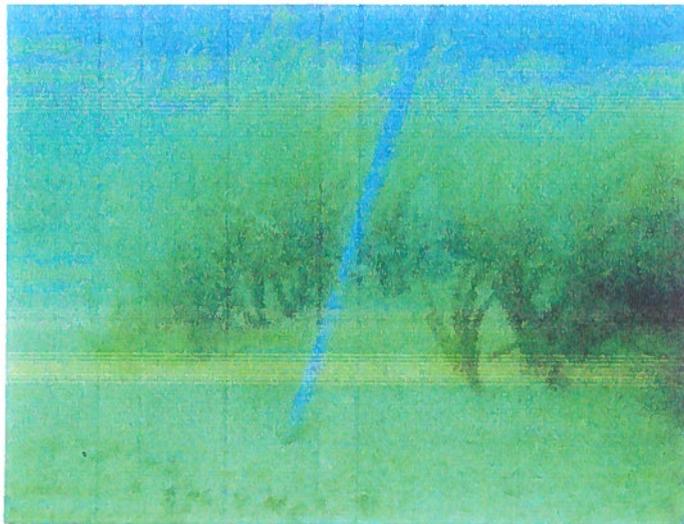


Fig. 6. PB1. Sito settentrionale dell'area di studio. E' possibile vedere uno dei 3 picchetti posizionati in prossimità del limite inferiore, ad una distanza di 25 cm dall'ultimo rizoma.

La stazione PB1 (Fig.6), situata nei pressi della località "La Frasca" ad una profondità di circa 21 m, è caratterizzata da un substrato sabbioso e da una prateria pura e continua. Il limite inferiore è di tipo progressivo, poiché la *matte* è assente e i rizomi plagiotropi si estendono parallelamente alla direzione della pendenza.

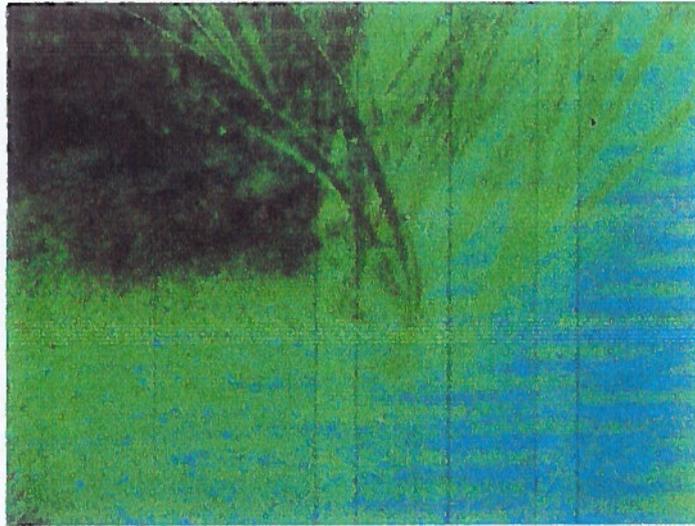


Fig. 7. PB2. Sito centrale dell'area di studio. Limite inferiore.

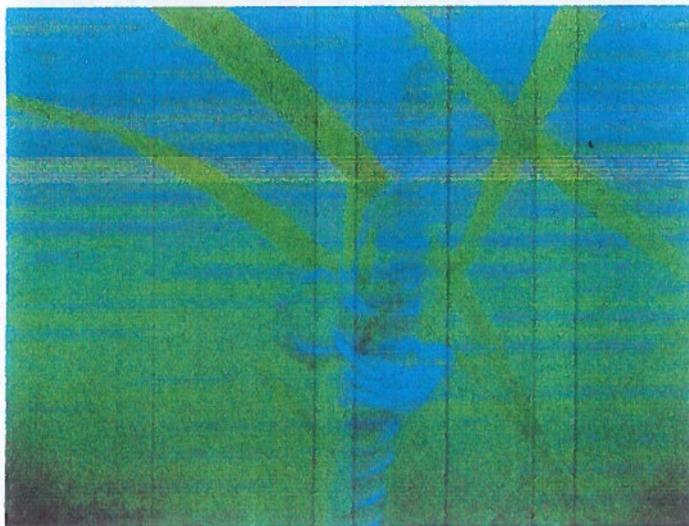


Fig. 8. PB2. Sito centrale dell'area di studio. Picchetto posizionato in prossimità del limite inferiore.

La stazione PB2 (Fig.7 e 8), situata nei pressi di Capo Linaro ad una profondità di circa 20 m, è caratterizzata da un substrato sabbioso e da una prateria pura e discontinua. Il limite inferiore è di tipo netto, poiché la *matte* è assente e i rizomi, sia ortotropi che plagiotropi, si interrompono bruscamente.

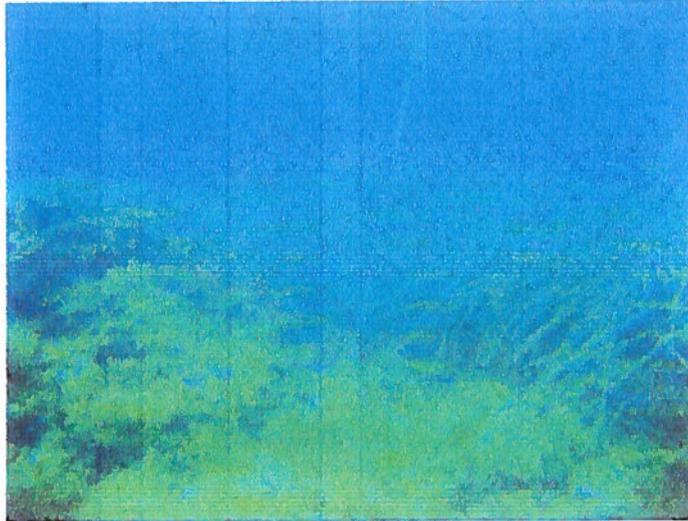


Fig. 9. PB3. Sito settentrionale dell'area di studio. Picchetto posizionato sul limite inferiore della prateria.



Fig. 10. PB3. Sito settentrionale dell'area di studio. Picchetto posizionato sul limite inferiore della prateria.



Fig. 11. PB3. Sito settentrionale dell'area di studio. Vista frontale.

La stazione PB3 (Fig.9.10.11), situata nei pressi di Santa Marinella ad una profondità di circa 13 m. è caratterizzata da un substrato misto di roccia con presenza di catini sabbiosi e da una prateria molto discontinua. Il limite inferiore è di tipo regressivo, poiché è presente la *matte*, con presenza di isolati ciuffi vivi.

6. Conclusioni

Le attività preliminari effettuate per il monitoraggio del limite inferiore delle praterie di *Posidonia oceanica* nell'area di studio tra marina di Tarquinia e Santa Severa hanno riguardato l'individuazione di 3 siti idonei per il *balisage* ed il posizionamento di corpi morti in prossimità di ciascuno di essi.

I siti scelti, PB1, PB2 e PB3, mostrano differenti caratteristiche morfologiche, sia per il tipo di substrato, che per la tipologia di prateria ivi presente, evidenziando diverse condizioni del loro stato di salute: PB1 (21 m) si trova su substrato sabbioso e ha un limite inferiore di tipo progressivo; PB2

(20 m) si trova su strato sabbioso e ha un limite inferiore netto; PB3 (13 m) si trova su un substrato roccioso misto a sabbia e *matte* e presenta un limite inferiore di tipo regressivo.

Durante il periodo maggio-giugno 2014, gli operatori subacquei del Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed ecologia marina, hanno posizionato 3 picchetti, a distanza di 5 m l'uno dall'altro, lungo il limite inferiore di ciascuna delle 3 stazioni. Ciò permetterà di monitorare, con cadenza annuale, la dinamica del limite inferiore delle praterie presenti nell'area di studio.

E' interessante confermare come la tipologia del limite inferiore e la profondità in cui si trova, siano strettamente legati: infatti la stazione PB3, che presenta un limite di tipo regressivo, strettamente legato all'aumento della torbidità (Buia *et al.*, 2003), si trova ad una profondità di soli 13 metri, rispetto a PB1 e PB2 che si trovano, rispettivamente, a batimetriche di 20 e 21 metri.

Come già accennato, è possibile correlare la profondità del limite inferiore delle praterie, ad una valutazione sullo stato di torbidità dell'acqua (Tab.3).

Profondità limite inferiore	Valutazione
<15 m	Acque torbide
> 15 m e > 25 m	Acque poco trasparenti
> 25 m e < 35 m	Acque trasparenti
>35 m	Acque molto trasparenti

Tab. 3. Scala di valutazione della trasparenza dell'acqua in funzione della profondità media del limite inferiore di *P. oceanica*.

BIBLIOGRAFIA

APAT-ICRAM-SIBM, 2003. Manuale di metodologie di campionamento e studio del Benthos marino mediterraneo.

Apostolaki E.T., Marbà N., Holmer M., Karakassis I., 2009. Fish farming enhances biomass and nutrient loss in *Posidonia oceanica* (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81: 390-400.

Ardizzone G. D., Migliuolo A., 1982. Modificazioni di una prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile del Medio Tirreno sottoposta ad attività di pesca a strascico. *Naturalista Sicil.*, S. 4. Suppl. 6(3): 509-515.

Balestri E., Benedetti-Cecchi L., Lardicci C., 2004. Variability in patterns of growth and morphology of *Posidonia oceanica* exposed to urban and industrial wastes: contrasts with two reference location. *Journal of Experimental marine Biology and Ecology*, 308: 1-21.

Bertrandy M.C., Boudouresque C.F., Foret P., Lefevre J.R., Meinesz A., 1986. Réseau de surveillance Posidonies. Rapport 1985. GIS Posidonie Publ., Marseille, Fr., 1-61.

Borg J. A., Rowden A. A., Attrill M. J., Schembri P. J., Jones M. B., 2006. Wanted or alive: high diversity of macroinvertebrates associated with living and dead *Posidonia oceanica* matte. *Marine Biol.*, 149: 667-677.

Boudouresque C.F., Meinesz A., 1982. Decouverte de l'herbier de Posidonies. *Chahier Parc Nation. Port-Cros*, 4: 80.

Boudouresque C.F., Bertrandy M.C., Bouladier E., Foret P., Meinesz A., Pergent G., Vitiello P., 1990. Le Réseau de surveillance des herbiers de Posidonies mis en place en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. *Rapp. Commiss. internation. Mer Médit.*, 32(1): 11.

Boudouresque C.F., Bernard, G., Pergent G., Shili A., Verlaque M., 2013. Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: A critical review. *Med. Marine Science*, 14 (1): 193-203.

Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M., 2003. Manuale di metodologie di campionamento e studio del Benthos marino mediterraneo. *I sistemi a Fanerogame marine*, (5): 156-160.

Burkholder J.M., Tomasko D.A., Touchette B.W., 2007. *Seagrasses and eutrophication*. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*, 350: 46-72.

Costanza R. et al., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*: 387: 253-260.

Den Hartog G., 1970. *The seagrasses of the World*. Koninklijke Nederl. Akad.

Duarte C.M., 2002. The future of seagrass meadows. Environmental conservation. Volume issue 2: 192-206.

Dolce T., 2010. Analisi della produzione primaria in *Posidonia oceanica*. Tesi di Dottorato.

ICRAM, 2001-2003. Metodologie analitiche di riferimento.

Jedy de Grissac A., Boudouresque C.F. 1985. Role des herbiers des phanérogame marines dans les mouvements des sédiments côtiers: les herbiers à *Posidonia oceanica*. Colloque Fr-japon. Oceanography, 1: 143-151.

Mazzella L., Buia M.C., Spinoccia L., 1995. Biodiversity of the epiphytic diatom community on leaves of *Posidonia oceanica*. Proceedings of the 13th Diatom Symposium. Biopress limited, Bristol, 241-251.

Meinesz A., Laurent R., 1978. Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-maritimes (France). Campagne Poséidon 1976. Bot. Mar., 21(8): 513-526.

Milazzo M., Badalamenti F., Sceccherelli G., Chemello R., 2004. 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, 299: 51-62.

Montefalcone M., Chiantore M., Lanzone A., Morri C., Bianchi C.N., Albertelli G., 2008. BACI design reveals the decline of the seagrass *Posidonia oceanica* induced by anchoring. Marine Pollution Bulletin, 56: 1637-1645.

Orth R, Carruthers T., Dennison W., Duarte C., Fourqurean J., Heck K., Hughes A., Kendrick G., Kenworthy W., Olyarnik S., Short F., Waycott M., Williams S., 2006. A global crisis for seagrass ecosystems. Bio Science, 56: 987-996.

Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C. F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. Mesogée, 54: 3-27.

Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., Pasqualini V., Pergent G., 2006. Impact of fish farming facilities on *Posidonia oceanica* meadows: a review. Marine ecology, 27 (4): 310-319.

Ralph P.J., Durako M.J., Enriquez S., Collier C.J., Dublin M.A., 2007. Impact of light limitation on seagrasses. Journal of experimental Marine Biology and Ecology, 350: 176-193.

Rotini A., Belmonte A., Barrote I., Micheli C., Peirano A., Santos R.O., Silva J., Migliore L., 2013. Effectiveness and consistency of a suite of descriptors for assessing the ecological status of seagrass meadows *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 1-8.

Ruiz J.M., Romero J., 2003. Effects of disturbances caused by coastal constructions on spatial structure, growth dynamics and photosynthesis of the seagrass *Posidonia oceanica*. Marine pollu-



Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina
DEB – Università degli Studi della Tuscia

tion Bulletin, 46: 1523-1533.

Spalding M., Taylor M., Ravilious C., Short F., Green E., 2003. Distribution and status of seagrasses. In: Green E.P., Short F.T. (Eds.), World Atlas of Seagrasses. University of California Press, Berkley, CA, 5-26.