



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

## Monitoraggio relativo alle praterie di *Posidonia oceanica*

### 1. Piano di campionamento – monitoraggio Posidonia

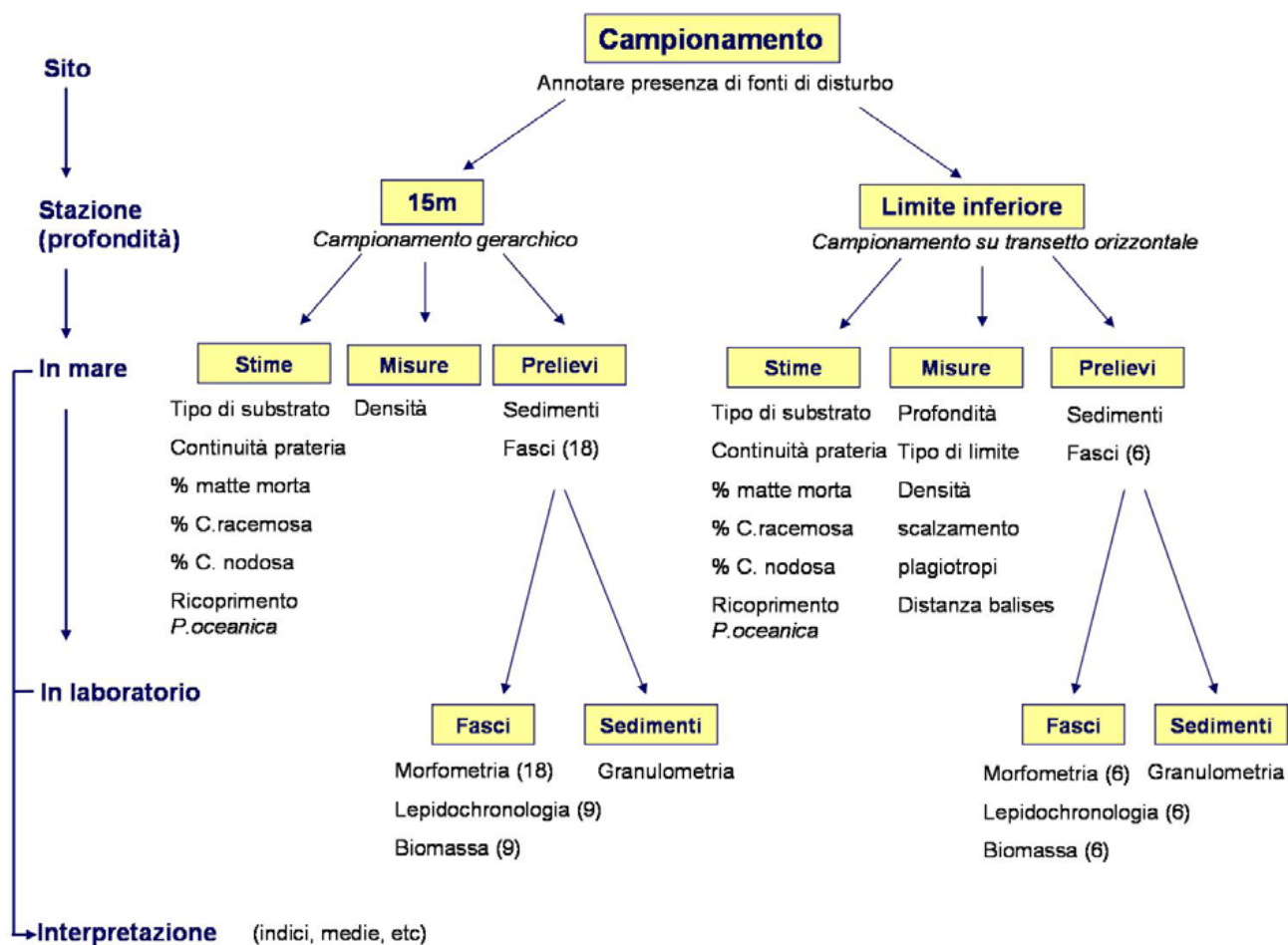
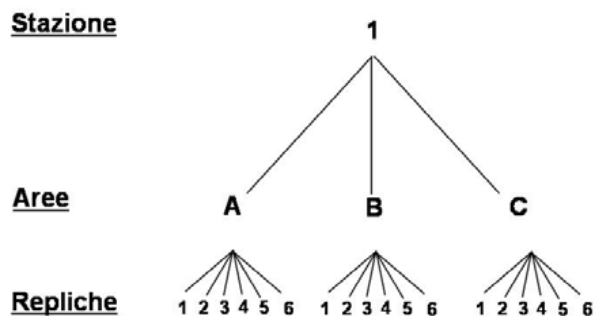


Figura 1: Piano di campionamento per il monitoraggio di *P. oceanica*: stime, misure e prelievi in mare, e analisi di laboratorio.

## **2. Strategie di campionamento**

### **2.1 Campionamento gerarchico (stazione a 15m)**

Una strategia di campionamento gerarchica (figura 2a) permette di avere una confidenza statistica più elevata, e di ridurre la probabilità di includere errori di interpretazione dei dati dovuti alla variabilità naturale della prateria.



**Figura 2a:** Schema di una strategia di campionamento gerarchica

La strategia di campionamento gerarchica richiesta per la stazione a 15m, include la definizione di 3 aree (400m<sup>2</sup> circa ciascuna, distanziate di 10m tra loro) in ciascuna delle quali verranno effettuati:

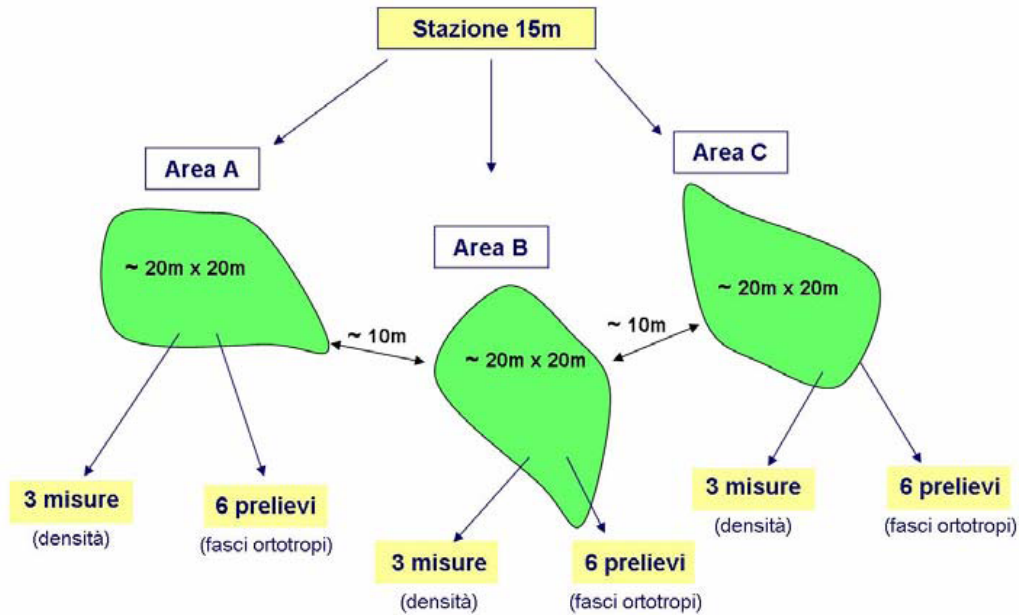
- 3 repliche per le misure di densità,
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi (Figura 2b).

Le repliche in una stessa area devono essere distanziate, tra di loro, di almeno 1 metro.

L'ultima replica in un'area e la prima replica dell'area seguente, devono essere distanziate di circa 10 metri.

In totale verranno effettuate quindi 9 misure di densità e 3 misure di ricoprimento e verranno prelevati 18 fasci ortotropi.

NOTA: i fasci da prelevare non devono essere né terminali, né doppi (in divisione) e possibilmente lunghi.



**Figura 2b:** Strategia di campionamento gerarchica, richiesta per il monitoraggio di *P.oceanica* sulla stazione di 15m.

Per ciascuna delle 3 aree, oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, dovranno essere effettuate delle stime relative a: ricoprimento della *P. oceanica*, tipo di substrato, continuità della prateria, % matite morta, % *Caulerpa racemosa*, % *Cymodocea nodosa*. Tali stime dovranno essere eseguite a scala di stazione, valutate da due operatori indipendenti ed espresse come percentuale; le due valutazioni dovranno poi essere mediate per determinare la stima complessiva.

## 2.2 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 *balise* (i.e. transetto di 50-60m).

Verranno effettuati:

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

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).

Oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, dovrà essere effettuata una singola stima relativa a: Ricoprimento della *P. oceanica*, tipo di substrato, continuità della prateria, % matite morta, % *Caulerpa racemosa*, % *Cymodocea nodosa*, effettuata lungo la totalità del transetto, valutata sulla base delle osservazioni di due operatori indipendenti (come per la stazione a 15m).

### 3. Parametri

#### 3.1 Stime visive in mare (entrambe le stazioni)

Le stime visive sono effettuate come specificato sopra per le 2 stazioni a diversa profondità, a scala di stazione in immersione subacquea (o a bordo di un natante per le fonti di disturbo).

Parametro	Unità di misura	Sintesi
Continuità della prateria	1=continuo 2=discontinuo	1-2
Ricoprimento % matre morta	%	%
Ricoprimento % <i>P. oceanica</i> viva	%	%
Ricoprimento % <i>Caluerpa racemosa</i>	%	%
Ricoprimento % <i>Cymodocea nodosa</i>	%	%
Tipo di substrato	1= roccia 2=sabbia 3=matte	1-2-3
Fonti di disturbo evidenti	1=pres.za 2=ass.za	pres/ass
Composizione prateria	1=pura 2=mista	1-2
Presenza alghe alloctone	1= <i>Caluerpa racemosa</i> 2= <i>Caluerpa taxifolia</i> 3=entrambi	1-2-3

Tabella 1: stime visive da effettuare in mare e relativi riferimenti MATTM

**Ricoprimento:** espresso come percentuale (%) di substrato ricoperto dalle piante, rispetto a quello non ricoperto (sabbia, roccia “matte” morta etc.).

**Misura (stima):** due operatori valutano indipendentemente la porzione di substrato ricoperto da *Posidonia oceanica* viva, all’interno di un’area di circonferenza di 5 metri di raggio (disegnata attorno a un punto fisso). I due operatori esprimono le loro stime (%) visive; la media tra le due stime fornisce il valore di ricoprimento (Buia *et al.*, 2003).

#### 3.2 Misure in immersione subacquea su entrambe le stazioni

La densità è l’unica misura da effettuare in mare per entrambe le stazioni, oltre al prelievo di fasci.

**Densità:** conta dei fasci nel quadrato 40x40cm (repliche precisate nella strategia di campionamento: 9 a 15 m, 6 sul limite inferiore). I numeri di fasci per quadrato devono essere poi estrapolati al m<sup>2</sup>.

Parametro	Unità di misura	Sintesi
Densità assoluta dei fasci fogliari	Numero dei fasci fogliari per metro quadrato	Num/m <sup>2</sup>

Tabella 2: Misure da effettuare in mare a 15m e sul limite inferiore e relativi riferimenti MATTM

**Prelievo di fasci** per le analisi di laboratorio (repliche precisate nella strategia: 18 a 15m, 6 sul limite inferiore).

**Prelievo di sedimenti:** dovrà essere effettuato un prelievo di sedimento per stazione tramite l’uso di un carotiere in PVC.

### 3.3 Misure in immersione subacquea solo sul limite inferiore della prateria

Le misure relative al marcaggio del limite inferiore della prateria di *P. oceanica (balisage)* sono effettuate seguendo il protocollo definito da Bertrand *et al.* (1986) e Boudouresque *et al.* (2000).

Le misure sotto elencate dovrebbero essere, in linea generale, riferite ad operazioni di ritorno sui *balise* già posizionati nel corso del Programma di Monitoraggio 2001-2007.

Profondità del limite inferiore: misurata all'altezza di ogni *balise* (10-11 repliche).

Tipo di limite inferiore: video o fotografia lungo il transetto. Il limite inferiore viene poi caratterizzato in uno dei 4 limiti definiti da Meinesz & Laurent (1978).

Scalzamento della prateria e Portamento dei rizomi (% di rizomi plagiotropi): possono essere misurati direttamente nello stesso quadrato utilizzato per misurare la densità; contare il numero di rizomi scalzati e di rizomi plagiotropi presenti nel quadrato e rapportarlo al numero totale di rizomi (conte di densità).

Scalzamento dei rizomi in cm: definito da Boudouresque *et al.* (1984) è la distanza tra il sedimento e la base delle foglie per i rizomi ortotropi, o la distanza tra il sedimento e la parte inferiore dei rizomi per i rizomi plagiotropi. Lo scalzamento in cm è misurato per 6 singoli rizomi ortotropi, selezionati casualmente, in corrispondenza del limite e a una distanza minima tra fasci di 1m. Questa distanza è misurata con l'aiuto di una distanza di riferimento (per esempio una porzione della lavagnetta graduata).

#### Distanza dal corpo morto

Effettuare le riprese fotografiche già specificate nelle Metodologie Analitiche di riferimento del Programma di Monitoraggio 2001-2007 (Cicero, Di Girolamo (Ed), 2001):

- 3 riprese in orizzontale (centrale, laterale destra e sinistra) ad altezza di 0,5 m dal fondo, utilizzando il picchetto già installato a circa 1,5 m dal *balise*, a valle rispetto al limite della prateria
- una fotografia dall'alto, al di sopra del *balise* (perpendicolare), ad una distanza di circa 1,5 m da questo.

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 corpo morto n.1 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza corpo morto n.2 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza corpo morto n.3 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza corpo morto n.4 al limite inf.	centimetri	cm

Distanza corpo morto n.5 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza corpo morto n.6 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza corpo morto n.7 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza corpo morto n.8 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza corpo morto n.9 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza corpo morto n.10 al limite inf.	centimetri	cm

**Tabella 3:** Misure da effettuare in mare solo sul limite inferiore e relativi riferimenti MATTM

### 3.4 Analisi in laboratorio (entrambe le stazioni)

Le misure di laboratorio sui fasci prelevati devono essere effettuate nel seguente ordine: parametri lepidocronologici – parametri morfometrici – parametri di biomassa

A 15 m, le misure morfometriche sono effettuate sui 18 fasci prelevati, mentre le misure lepidocronologiche sono effettuate solo su 9 di questi fasci. I 9 fasci saranno selezionati in base al criterio di lunghezza del rizoma: per ogni area saranno selezionate i 3 fasci con il rizoma più lungo.

Sul limite inferiore sono prelevati solo 6 fasci, le misure morfometriche e lepidocronologiche sono effettuate su tutti i fasci.

#### 3.4.1 Parametri lepidocronologici

Prima di misurare i parametri lepidocronologici è necessario misurare la lunghezza del rizoma. I parametri lepidocronologici sono misurati seguendo il protocollo di Pergent (1990), presentato anche in Buia *et al.* (2003).

Parametro	Unità di misura	Sintesi
Produzione annuale rizoma	mg fascio all'anno	mg/fas/anno
Lepidocronologia Allungamento annuale del rizoma	millimetri per anno	mm/anno
Lepidocronologia Numero foglie fascio anno	numero foglie fascio anno	num anno
Lepidocronologia Lunghezza intera rizoma	centimetri	cm
Età rizoma	anni	anni

**Tabella 4:** Parametri lepidocronologici e relativi riferimenti MATTM

#### 3.4.2 Parametri morfometrici

I parametri morfometrici sono misurati seguendo il protocollo di Giraud (1979), presentato anche in Buia *et al.* (2004). Una volta misurati i parametri morfometrici, conservare le foglie per la misura dei parametri di biomassa.

Parametro	Unità di misura	Sintesi
Larghezza foglie giovanili	centimetri	cm
Lunghezza totale foglie giovanili	centimetri	cm
Larghezza foglie intermedie	centimetri	cm
Lunghezza totale foglie intermedie	centimetri	cm
Lunghezza tessuto bruno foglie interm,	centimetri	cm
Larghezza foglie adulte	centimetri	cm

Lunghezza totale foglie adulte	centimetri	cm
Lunghezza tessuto bruno foglie adulte	centimetri	cm
Lunghezza della base foglie adulte	centimetri	cm
N.ro medio foglie x ciuffo (ad.+interm.)	numero medio foglie per ciuffo	num/ciuffo
Coefficiente A adulte	% adulte con apice rotto su numero totale adulte	%
Coefficiente A intermedie	% intermedie con apice rotto su numero totale intermedie	%
Lunghezza foglia intermedia + lunga	centimetri	cm
Superficie fogliare fascio (ad.+interm)	centimetri quadri per fascio	cmq/fascio

**Tabella 5:** Parametri morfometrici e relativi riferimenti MATTM

(Nota: la superficie fogliare per fascio risulta dall'interpretazione dei dati precedenti (larghezza, lunghezza e numero di foglie).

### 3.4.3 Parametri di biomassa

I parametri di biomassa sono espressi in mg di peso secco. Foglie ed epifiti vengono quindi seccati, in una stufa a 60°C fino ad ottenere un peso costante (approx 48h), e poi pesati.

Biomassa fogliare: separare la foglia più vecchia dalle altre. Seccare e pesare separatamente: i) la foglia più vecchia, ii) il resto delle foglie del fascio (non dimenticarsi di sommare i due per il parametro di biomassa fogliare del fascio)

Parametro	Unità di misura	Sintesi
Biomassa fogliare ciuffo (ad.+interm.)	grammi peso secco su fascio	g ps
Biomassa epifiti	milligrammi/fascio	mg/fascio
Produzione fogliare per fascio	grammi per anno	g/anno

**Tabella 5:** Parametri di biomassa e relativi riferimenti MATTM

Produzione fogliare fascio: Metodologie Analitiche di riferimento del Programma di Monitoraggio 2001-2007 (Cicero, Di Girolamo (Ed), 2001). Calcolata applicando la formula

$$P = N \times L \times D \text{ dove:}$$

N = numero medio di foglie x fascio,

L = lunghezza media annuale delle foglie

D = densità media annuale delle foglie più vecchie

NOTA: registrare e conservare i dati bruti dei valori N, L e D. Non applicare fattori di conversione

### 3.4.4 Granulometria del sedimento

Fare riferimento alle Metodologie Analitiche di riferimento del Programma di Monitoraggio 2001-2007 (Cicero, Di Girolamo (Ed), 2001)

Parametro	Unità di misura	Sintesi
Sabbia (0.063 mm < x < 2mm)	% su totale sedimento	%
Ghiaia (diametro > 2mm)	% su totale sedimento	%
Peliti (diametro < 0.063mm)	% su totale sedimento	%

**Tabella 6:** Parametri di granulometria del sedimento e relativi riferimenti MATTM

#### **4. Elaborazione Dati**

**IMPORTANTE:** La maggior parte dei parametri richiedono un'interpretazione (tutti ad eccezione delle stime visive).

Le medie saranno effettuate rispettando la strategia di campionamento – a 15m: i) media per ogni replica, ii) media delle repliche in ciascuna area, iii) media delle 3 aree per stazione; sul limite inferiore indagato: i) media per replica, ii) media delle repliche per stazione.

Per le misure in mare e le analisi di laboratorio vedi paragrafi 3.2, 3.3, 3.4, e i protocolli di riferimento.

Indice di Conservazione (Moreno *et al.*, 2001), CI:

$$CI = L/(L+D)$$

L: % *P. oceanica* viva, D: % matite morta

Indice di Sostituzione (Montefalcone *et al.*, 2006), SI:

$$SI = Cn/(Po+Cn)$$

Cn: % *C. nodosa*, Po: % *P. oceanica*

I parametri necessari per il calcolo di questi due indici, sono descritti nel §3.1



## **Parametri a supporto**

Per la stazione a 15 m:

Intensità della luce e della temperatura: una categoria di strumenti il cui uso è sempre più diffuso è costituita da data loggers, sono strumenti di piccole dimensioni, essi possono essere lasciati in situ e permettono di ottenere una notevole risoluzione spaziale e temporale delle misure in continuo. Le caratteristiche dei modelli utilizzabili sono illustrate nel “*Manuale di Metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo*” cui si può fare riferimento (Lorenti M., De Falco G. 2003). Di norma tali strumenti sono di forma cilindrica o circolare e hanno dimensioni variabili tra i 7 e i 13 cm, l’accuratezza dichiarata varia tra + 0,2 e 0,05 °C mentre gli intervalli di campionamento vanno dal secondo alle 90 ore. Le procedure di utilizzo della sonda data loggers prevedono le seguenti fasi: 1) la programmazione dell’attività del sensore della luce e della temperatura e l’impostazione degli intervalli temporali di acquisizione dei dati (preferibilmente ogni 30 minuti) con l’ausilio dell’apposito software dedicato previo collegamento al computer (operazione da eseguire in barca o in laboratorio); 2) la collocazione e l’ancoraggio in situ del data loggers (mediante picchetti o corpi in cemento muniti di piccole boe). Posizionare la sonda tra le foglie di *P.oceanica* evitando che essa sporga troppo, segnalare con un sistema GPS le coordinate di riferimento del luogo dove è stata riposta la sonda; 3) una volta che l’attrezzo è stato riportato in superficie, lo scarico dei dati avviene mediante lo stesso software di gestione, che in genere permette anche l’elaborazione di grafici.

N.B. Per il monitoraggio condotto ai sensi del D.Lgs. 152/2006 non è obbligatorio l’impiego della sonda mentre è obbligatoria la misura della trasparenza (disco Secchi) e della temperatura.

## **Bibliografia:**

Bertrand 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

Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Meinesz A., 1984. Relation entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* dans la baie d'Elbu (Corse). In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. Eds. International workshop on *Posidonia oceanica* Beds. GIS Posidonie publ., Fr., pp. 185-191.

Boudouresque C.F., Charbonnel E., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Cadiou G., Bertrand M.C., Foret P., Ragazzi M., Rico-Raimondino V., 2000. A monitoring network based on the seagrass *Posidonia oceanica* in the northwestern Mediterranean Sea. *Biologia Marina Mediterranea* 7, 328-331

Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M. 2003. I sistemi a fanerogame marine. In: Gambi M.C., Dappiano M. (Editors). Manuale di Metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Med*, 19 (Suppl.): 145-198.

Cicero A.M., Di Girolamo I. (Ed), 2001 Metodologie analitiche di riferimento del Programma di Monitoraggio dell'ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003). Roma, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM

Giraud G., 1979. Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille* 39, 33-39.

Lorenti M., De Falco G. 2003. Misura e caratterizzazione di variabili abiotiche. In: Gambi M.C., Dappiano M. (Editors). Manuale di Metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Med*, 19 (Suppl.): 1-41.

Meinesz A. & Laurent R., 1978, Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-maritimes (France). *Botanica marina* 21, 513-526.

Montefalcone M., Albertelli G., Bianchi C.N., Mariani M., Morri C., 2006. A new synthetic index and a protocol for monitoring the status of *Posidonia oceanica* meadows: a case study at Sanremo (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16, 29-42.

Moreno D., Aguilera P., Castro H., 2001. Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. *Biological Conservation* 102, 325 - 332.

Pergent G., 1990. Lepidochronological analysis of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile: A standardised approach. *Aquatic Botany* 57, 39-54.

Pergent G., Clabaut P., Mimault B., Pasqualini V., Pergent-Martini C., 2005. Mise en oeuvre d'un réseau de surveillance Posidonies le long du littoral de la Corse. Deuxième phase : Porto-Vecchio/Ajaccio. Contrat Office de l'Environnement de la Corse et GIS Posidonie Centre de Corse, GIS Posidonie Publ., Corte, pp.1-133.

**Allegato 1: Differenze rispetto al Vecchio piano di monitoraggio (in termini di parametri richiesti)**

**Stazioni per sito:**

Vecchio piano di campionamento: 1 stazione - limite inferiore della prateria

Nuovo piano di campionamento: 2 stazioni - 15m e limite inferiore della prateria

**Strategia di campionamento:**

Vecchio piano di campionamento: strategia casuale – 5 misure (densità) e 14 fasci

Nuovo piano di campionamento: a 15m: strategia gerarchica – 9 misure (3 x 3 aree), e 18 fasci (6 x 3 aree)

Sul limite inferiore: transetto orizzontale – 6 misure e 6 fasci

**Balisage:**

aggiunta di una foto da posizione perpendicolare al balise

**Nuovi Parametri:**

- Analisi granulometria sedimento
- Sonda a 15 m in continuo

**A cura di:** Cecilia Lopez y Royo, Gianna Casazza , Tiziano Bacci, Francesco Rende (ISPRA), Maria Cristina Buia (Stazione Zoologica “Anton Dohrn” di Napoli).