



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto delle praterie di *Posidonia oceanica*



Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per suo conto non sono responsabili per l'uso improprio che può essere fatto delle informazioni contenute in questo manuale.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, MLG 106//2014
ISBN 978-88-448-0642-2

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

ISPRA

Grafica di copertina: Franco Iozzoli

Foto di copertina: Francesco Cinelli, Fabio Badalamenti, Agostino Tomasello, Luigi Maria Valiante

Coordinamento editoriale:

Daria Mazzella

ISPRA – Settore Editoria

Febbraio 2014

Autori

Per ISPRA:

Tiziano Bacci
Barbara La Porta
Chiara Maggi
Ornella Nonnis
Daniela Paganelli
Francesco Sante Rende*
Monica Targusi

Collaboratori:

Federico Boccalaro* – AIPIN e SIGEA
Giancarlo Bovina – GEOSPHERA
Nicola Cantasano – CNR ISAFoM
Milena Polifrone – Seaweed Canarias S. L.

Autori delle schede

Stefano Acunto (Scheda 8)
Dipartimento di Biologia, Università degli studi di Pisa

Adriana Alagna (Scheda 13-14)
Laboratorio di Ecologia Marina, IAMC-CNR, Castellammare del Golfo (Trapani)

Fabio Badalamenti (Scheda 13-14)
Laboratorio di Ecologia Marina, IAMC-CNR, Castellammare del Golfo (Trapani)

Marina Burgassi (Scheda 5-6-7-8)
A.C.S.D.I.S.S.D. “Anna Proietti Zolla” Viterbo

Sebastiano Calvo (Scheda 1-2-3-4)
Dipartimento di Ecologia, Università degli studi di Palermo

Piero Cappa (Scheda 8)
Area Marina Protetta Capo Rizzuto (Crotone)

Francesco Cinelli (Scheda 5-6-7-8)
Dipartimento di Biologia, Università degli studi di Pisa

Giovanni D’Anna (Scheda 13)
Laboratorio di Ecologia Marina, IAMC-CNR, Castellammare del Golfo (Trapani)

Giuseppe Di Carlo (Scheda 14)
World Wide Fund for Nature, Mediterranean Program Office, Roma

Germana Di Maida (Scheda 1-2-3-4)
Dipartimento di Ecologia, Università degli studi di Palermo

Paolo Ferrari (Scheda 13)
Saipem S.p.A., San Donato Milanese (Milano)

Maria Lorella Grippa (Scheda 8)
A.C.S.D.I.S.S.D. “Anna Proietti Zolla” Viterbo

Filippo Luzzu (Scheda 1-2-3-4)
Dipartimento di Ecologia, Università degli studi di Palermo

Carlo Magliola (Scheda 13)
Saipem S.p.A., San Donato Milanese (Milano)

Fabio Maria Montagnino (Scheda 4)
IDEA S.r.l., Termini Imprese, Palermo

Mauro Mottini (Scheda 13)
Saipem S.p.A., San Donato Milanese (Milano)

Carla Orestano (Scheda 1-2-3-4)
Dipartimento di Ecologia, Università degli studi di Palermo

Filippo Paredes (Scheda 4)
IDEA S.r.l., Termini Imprese, Palermo

Luigi Piazzi (Scheda 6-8)
Dipartimento di Biologia, Università degli studi di Pisa

Natalia Pierozzi (Scheda 13)
Saipem S.p.A., San Donato Milanese (Milano)

Maria Pirrotta (Scheda 1-2-3-4)
Dipartimento di Ecologia, Università degli studi di Palermo

Domenico Rocca (Scheda 8)
A.C.S.D.I.S.S.D. "Anna Proietti Zolla" Viterbo

Simone Scalise (Scheda 8)
Area Marina Protetta Capo Rizzuto (Crotone)

Antonino Scannavino (Scheda 1-2-3-4)
Dipartimento di Ecologia, Università degli studi di Palermo

Michele Scardi (Scheda 9-10-11-12)
Dipartimento di Ecologia, Università degli studi di Roma "Torvergata"

Agostino Tomasello (Scheda 1-2-3-4)
Dipartimento di Ecologia, Università degli studi di Palermo

Luigi Maria Valiante (Scheda 9-10-11-12)
Econ S.r.l., Napoli

* Gli Autori hanno partecipato anche alla stesura delle Schede 5-6-7-8

INDICE

PREFAZIONE	7
PREMESSA	8
1. LE FANEROGAME MARINE E LE PRATERIE DI POSIDONIA OCEANICA	9
1.1 Le fanerogame marine mediterranee.....	9
1.2 La <i>Posidonia oceanica</i>	10
1.2.1 <i>Caratteristiche biologiche</i>	10
1.2.2 <i>Caratteristiche fisiografiche e struttura della prateria</i>	12
1.2.3 <i>Caratteristiche ecologiche</i>	14
1.2.4 <i>Il ruolo delle praterie di Posidonia oceanica nella difesa della costa</i>	15
1.3 Le cause di regressione delle praterie di <i>Posidonia oceanica</i>	15
2. IL QUADRO NORMATIVO	17
Box 1 Infrastrutture di collegamento e <i>Posidonia oceanica</i> . Quale compensazione?.....	19
3. IL TRAPIANTO DELLE PRATERIE DI POSIDONIA OCEANICA	20
3.1 Il trapianto come strumento di conservazione e gestione degli ecosistemi marini.....	20
3.2 Le metodologie di trapianto di <i>Posidonia oceanica</i> : lo stato dell'arte.....	22
3.2.1 <i>Messa a punto e definizione di una strategia decisionale sito-specifica per la valutazione della fattibilità degli interventi di trapianto</i>	22
3.2.2 <i>Caratterizzazione e valutazione del sito e della prateria (ricevente e donatrice)</i>	22
3.2.3 <i>Scelta della tecnica di trapianto</i>	25
3.2.4 <i>Scelta delle talee</i>	25
Box 2 Utilizzo di semi di <i>Posidonia oceanica</i> negli interventi di piantumazione.....	27
3.2.5 <i>Il monitoraggio dell'intervento di trapianto</i>	29
3.2.6 <i>Verifica della riuscita dell'intervento di piantumazione</i>	32
4. I TRAPIANTI DI POSIDONIA OCEANICA IN ITALIA: CASI STUDIO	33
Scheda 1 Selezione di aree per il reimpianto di <i>Posidonia oceanica</i> mediante modello multicriteriale ed impianti pilota.....	34
Scheda 2 Tecniche di reimpianto mediante griglie metalliche.....	40
Scheda 3 Recupero di fondali a <i>matte</i> morta nel golfo di Palermo mediante riforestazione con <i>Posidonia oceanica</i>	43
Scheda 4 Tecnica di reimpianto mediante supporto biodegradabile.....	47
Scheda 5 Tecnica di reimpianto mediante biostuoie e geostuoie.....	52
Scheda 6 Riforestazione di praterie di <i>Posidonia oceanica</i> all'isola d'Elba con l'uso di rivestimenti antierosivi (2007 – 2008).....	55
Scheda 7 Tecnica di reimpianto mediante materassi rivegetati.....	61
Scheda 8 L'impianto pilota dell'AMP Capo Rizzuto - Crotona (2008-2009).....	66
Scheda 9 Trapianto su moduli quadrati in cemento armati con rete metallica.....	70
Scheda 10 Trapianto in località Santa Marinella (2004-2010).....	75
Scheda 11 Trapianto in località Ischia (2008-2010).....	78
Scheda 12 Moduli alternativi per la piantumazione di praterie di <i>Posidonia oceanica</i>	80
Scheda 13 Regressione e recupero naturale della prateria di <i>Posidonia oceanica</i> su substrati rocciosi artificiali: l'esperienza di Capo Feto.....	86
Scheda 14 Tecnica di reimpianto di <i>Posidonia oceanica</i> mediante utilizzo di materassi di pietrame.....	89
BIBLIOGRAFIA	93

SCHEDA 1
SELEZIONE DI AREE PER IL REIMPIANTO DI POSIDONIA OCEANICA
MEDIANTE MODELLO MULTICRITERIALE ED IMPIANTI PILOTA

Sebastiano Calvo, Antonino Scannavino, Filippo Luzzu, Germana Di Maida, Maria Pirrotta,
Carla Orestano, Agostino Tomasello

e-mail: sebastiano.calvo@unipa.it

INTRODUZIONE

Gli interventi di riforestazione con fanerogame marine finalizzati al recupero di fondali degradati hanno talvolta evidenziato, unitamente ad elevati costi, risultati contrastanti e variabili (Calumpong e Fonseca, 2001; Short et al., 2002; Orth et al., 2006). In tale contesto, una selezione ottimale dei siti idonei per interventi di riforestazione è considerata un elemento chiave per il successo del trapianto (Fonseca et al., 1998). Solo di recente sono stati sviluppati dei modelli quali-quantitativi per valutare non solo l'idoneità dell'area da risanare ma anche le potenzialità di successo dell'intervento (Campbell, 2002). In questa scheda vengono presentati i risultati di una sperimentazione finalizzata all'individuazione di siti idonei per interventi di ripristino di fondi degradati mediante riforestazione con Posidonia oceanica. Lo studio è stato condotto nel Golfo di Palermo, un territorio sottoposto fino ad un recente passato ad un'elevata pressione antropica (Genchi et al., 1982; Calvo et al., 1994) che ha determinato la regressione della prateria di P. oceanica su ampie zone di fondale, come evidenziato dal recente rinvenimento di estese formazioni a matte morta nell'area (Tomasello et al., 2009). Tuttavia negli ultimi anni si è assistito ad un progressivo miglioramento della qualità delle acque costiere (ARPA Sicilia e Università Degli Studi di Palermo, 2006), a seguito di interventi di risanamento su tutto il complesso metropolitano. Si sono, pertanto, create le condizioni per avviare una sperimentazione finalizzata al ripristino delle praterie pre-esistenti.

La sperimentazione è stata condotta secondo il diagramma di flusso riportato in Figura 1.



Figura 1 – Rappresentazione schematica delle fasi che precedono la selezione delle aree potenzialmente idonee alla riforestazione.

SVILUPPO DEL MODELLO DI PRE-SELEZIONE DELLE AREE IDONEE AL TRAPIANTO

Al fine di individuare le aree del Golfo di Palermo idonee a ricevere interventi di riforestazione con *P. oceanica*, è stato sviluppato l'Indice d'Idoneità Potenziale al Trapianto (IPT) derivato dal Preliminary Transplantation Sustainable Index (PTSI), proposto da Short et al. (2002) per *Zostera marina*, opportunamente modificato e riadattato in relazione alle differenze strutturali e funzionali fra le due specie.

Preliminarmente sono stati considerati sei parametri con i relativi punteggi assegnati, riportati in Tabella 1. Mediante piattaforma GIS i parametri sono stati rasterizzati in differenti layer con celle di 30x30 metri, cui sono stati attribuiti valori corrispondenti ai punteggi assegnati.

Tabella 1 - Parametri utilizzati e punteggi per il calcolo dell'indice IPT.

Parametri	Punteggi
Distribuzione attuale della prateria	0 = presenza 1 = assenza
Presenza/assenza di tanatocenosi a <i>Posidonia</i>	1 = zona non vegetata 2 = presenza di matte morta
Prossimità ad una prateria naturale	0 = Entro un buffer di 30 metri dalla prateria presente nell'area 1 = buffer > di 30 metri
Intervallo batimetrico potenziale della prateria	0 = > del limite inferiore e < del limite superiore delle praterie presenti nell'area 1 = tra il limite superiore e la profondità media - D.S. delle praterie presenti nell'area 1 = tra il limite inferiore e la profondità media + D.S. delle praterie presenti nell'area 2 = profondità media \pm D.S. delle praterie presenti nell'area
Tipologia del substrato	0 = limo e roccia nuda 1 = sabbia 2 = matte, sabbia con <i>Cymodocea nodosa</i>
Qualità dell'acqua (basata sull'Indice Trofico TRIX)	0 = scarsa 1 = media 2 = elevata

Il prodotto dei punteggi ottenuto dalla sovrapposizione dei layer ha consentito di calcolare per ogni cella l'indice IPT, successivamente convertito nei seguenti giudizi di idoneità:

- da 0 a 4 = non idoneo alla sperimentazione;
- > 4 = idoneo alla sperimentazione con maggiore probabilità di successo al crescere dei valori.

La mappa dei valori di IPT ha fornito le indicazioni per la pre-selezione delle aree idonee a ricevere impianti pilota. In particolare le aree con un Indice IPT da 0 a 4 sono state escluse; sono stati quindi individuati quattro siti all'interno dell'area con IPT = 8: Bandita, Ficarazzi, Eleuterio, Aspra ed infine un solo sito (Vergine Maria) all'interno dell'area con IPT = 16 (Figura 2).

SCelta DELLA PRATERIA DONATRICE

La scelta della prateria donatrice è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- qualità della prateria definita sulla base di parametri strutturali, fenologici e lepidocronologici;
- rapporto rizomi plagiotropi/ortotropi;
- distanza dal sito ricevente;
- profondità dei siti pre-selezionati.

Sulla base dei suddetti criteri, è stata individuata una prateria donatrice localizzata ad Est del Golfo di Palermo in località Solanto (Figura 2), nella quale sono state prelevate talee di

P. oceanica.

REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI PILOTA DI RIFORESTAZIONE

Dalla prateria donatrice sono state prelevate, nell'autunno del 2007, un totale di 702 talee. Le attività di prelievo di talee nel sito donatore sono state eseguite secondo criteri di sostenibilità, riducendo al minimo l'impatto sulla popolazione naturale. Il taglio delle talee è stato infatti limitato alle piante che colonizzavano i margini dei gradini di erosione delle matte. Questa procedura risulta non distruttiva in quanto incide su materiale destinato a essere asportato naturalmente per azione idrodinamica.

Ogni talea è costituita da un rizoma plagiotropo lungo almeno 10 cm che porta almeno 3 fascicoli fogliari.

Gli impianti pilota sono stati posizionati in cinque siti individuati all'interno del Golfo di Palermo, caratterizzati da substrato sabbioso privo di copertura vegetale (Figura 2). Un ulteriore impianto, definito "controllo procedurale", è stato posizionato in prossimità della prateria donatrice, al fine di valutare lo stress indotto sulle talee dal trapianto. La metodologia adottata per la realizzazione dell'impianto pilota rientra tra le tecniche provviste di sistemi di ancoraggio (Molenaar, 1992). In particolare le talee sono state fissate su griglie metalliche in ferro zincato elettrosaldato di dimensioni 1x1 m, con maglie di 5 cm di lato. Ogni impianto pilota è costituito da 3 griglie su ognuna delle quali sono state posizionate 39 talee. Le griglie sono state ancorate al substrato mediante chiodi in ferro di opportuna lunghezza (70 cm).

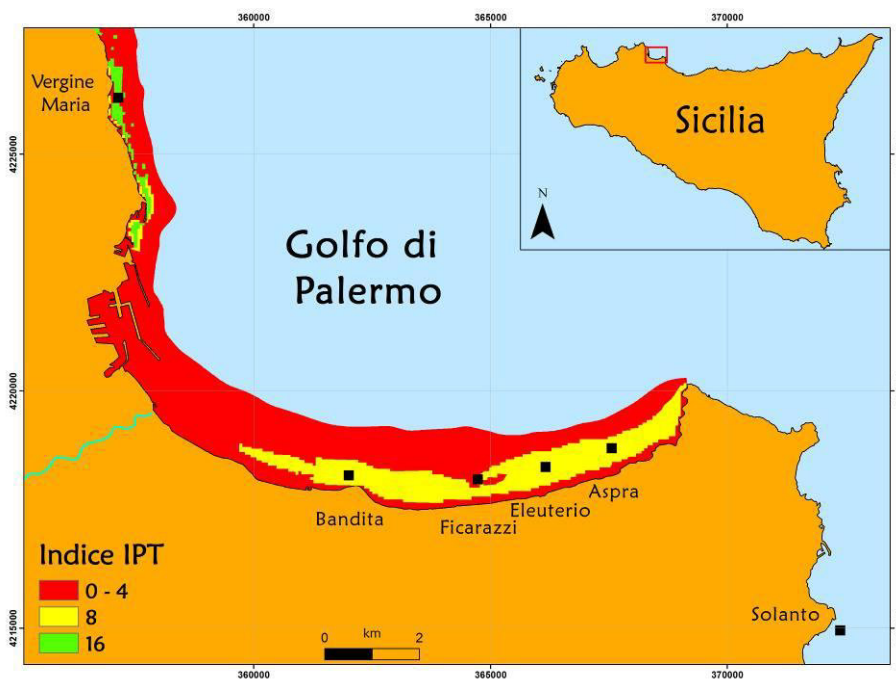


Figura 2 – Golfo di Palermo: mappa dell'Indice IPT ed ubicazione dei siti selezionati per ospitare gli impianti pilota.

MONITORAGGIO

A distanza di un anno è stato possibile rilevare i tassi di sopravvivenza nei siti scelti per la sperimentazione pilota. Nel controllo procedurale il 76% delle talee sono sopravvissute agli stress dovuti al taglio, alla manipolazione e al reimpianto. Stress aggiuntivi legati alle peggiori condizioni ambientali hanno determinato invece un ulteriore calo della sopravvivenza in quasi tutti gli altri siti. In particolare, nei siti di Bandita e Ficarazzi la sopravvivenza delle talee non è scesa quasi mai al di sotto del 50% (Figura 3), in accordo con i valori registrati in altri esperimenti di trapianto condotti nel Mediterraneo (Meinesz et al., 1990, 1992, 1993; Molenaar e Meinesz, 1995; Balestri et al., 1998; Piazzi et al., 2000).

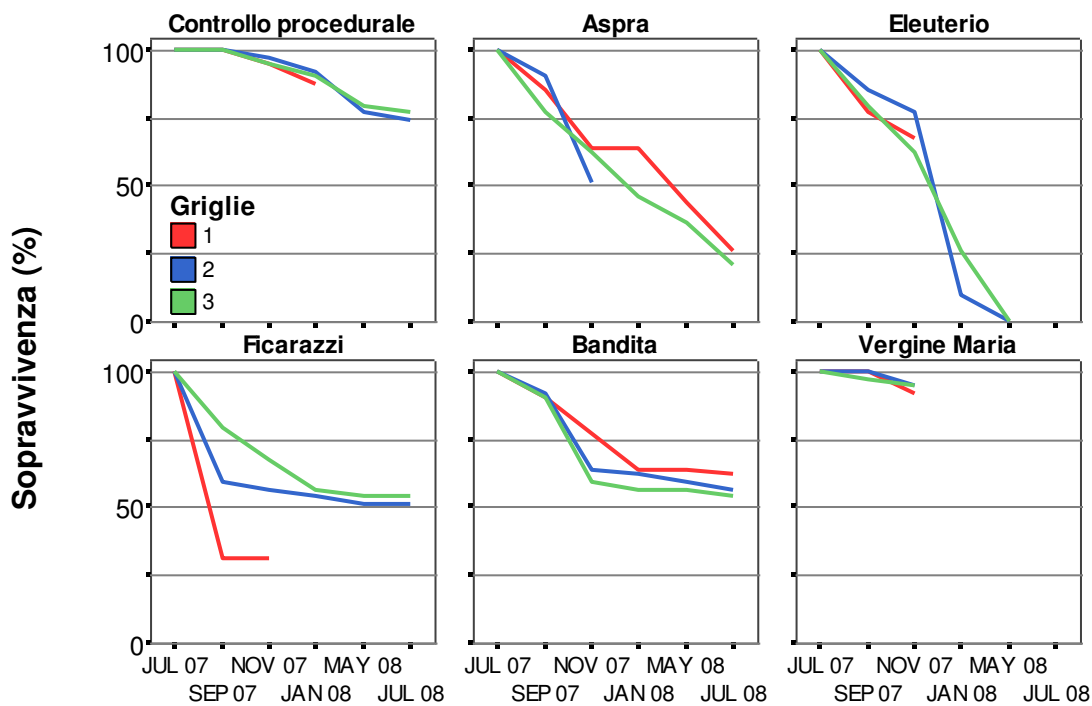


Figura 3 - Sopravvivenza delle talee nei siti considerati.

E' utile evidenziare che una moderata perdita di talee non comporta necessariamente la perdita di efficacia dell'intera unità di trapianto, poiché una mortalità inferiore al 50% può essere compensata nel tempo dall'allungamento e dalla ramificazione delle talee rimaste (Calumpong e Fonseca, 2001). Nel sito di Aspra è stata riscontrata una sopravvivenza del 15% dovuta ad un'eccessiva sedimentazione sulle talee, mentre nel sito di Eleuterio è stata rilevata una assenza di sopravvivenza probabilmente a causa dell'ancoraggio e delle arature di strumenti da pesca. Infine, anche nel sito di Vergine Maria, le griglie sono andate perdute dopo appena 5 mesi, probabilmente a causa di attività legate alla piccola pesca sia sportiva che professionale (Figura 4). Va sottolineato comunque che in questo sito la sopravvivenza delle talee, durante il periodo iniziale di rilevazione, ha mostrato un andamento molto simile a quello osservato nel controllo procedurale, evidenziando nel contempo i valori più elevati rispetto agli altri siti del Golfo di Palermo. Ciò è in accordo con l'indice IPT che aveva attribuito al sito di Vergine Maria maggiore probabilità di successo.



Figura 4 – Polpara incastrata nelle maglie della griglia metallica di un impianto.

Nel complesso il successo degli impianti conferma le indicazioni suggerite dal modello di pre-selezione dei siti, anche se altri fattori non considerati in fase di modellazione, come il tasso di sedimentazione e le attività di ancoraggio e pesca, hanno in parte compromesso l'esito finale dei trapianti. Per il successo dell'intervento si rende essenziale, pertanto, interdire tali attività nella zona interessata dalla riforestazione, attuando nel contempo un'efficace azione di sorveglianza al fine di rendere effettivi i divieti

BIBLIOGRAFIA

- ARPA SICILIA, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO (2006) - Studi applicativi finalizzati all'attivazione del sistema di monitoraggio delle acque marino costiere della Regione Sicilia. Convenzione di ricerca CISAC – ARPA Sicilia, Rapporto finale, pp. 224.
- BALESTRI E., PIAZZI L., CINELLI F. (1998) - Survival and growth of transplanted and natural seedlings of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in a damaged coastal area. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **228**(2): 209-225
- CALUMPONG H.P., FONSECA M.S. (2001) - Seagrass transplantation and other seagrass restoration methods. In: Short F.T. and Coles R.G. (Eds.) *Global Seagrass Research Methods*,: 425-442.
- CALVO S. (2009) - Detection and mapping of *Posidonia oceanica* dead matte by high-resolution acoustic imaging. *Italian Journal of Remote Sensing*, **41**(2): 139-146.
- CALVO S., GALLUZZO M., VIVIANI G. (1994) - Water pollution problems in the Palermo area. In: Dellow B. and Puusola T. Editors, Proceedings UETP-EEE Annual Conference "Improving the Urban Environment". London,: 73-87.
- CAMPBELL M.L. (2002) - Getting the foundation right: a scientifically based management framework to aid in the planning and implementation of seagrass transplant efforts. *Bulletin of Marine Science*, **71**(3): 1405–1414.
- FONSECA M.S., KENWORTHY W.J., THAYER G.W. (1998) - Guidelines for the conservation and restoration of seagrasses in the United States and adjacent Waters. NOAA Coastal Ocean Program/Decision Analysis Series No. 12. NOAA Coastal Ocean Office, Silver Spring, Maryland, pp. 222.
- GENCHI G., DI BERNARDO F., LUGARO A., CALVO S., RAGONESE S., RIGGIO S. (1982) - Dystrophic and eutrophic states of coastal sea-water in Palermo bay during the summer season (august 1981). VI^o Journées Etudes Pollution Mediterranée, CIESM. Cannes, 635-639.
- MEINESZ A., CAYE G., LOCQUES F., MACAUX S. (1990) - Analyse bibliographique sur la culture de phanérogames marines. *Posidonia newsletters*, **3**(1): 3-57.
- MEINESZ A., CAYE G., LOCQUES F., MOLENAAR H. (1993) - Polymorphism and development

-
- of *Posidonia oceanica* transplanted from different parts of the Mediterranean into the national Park of Port-Cros. *Botanica Marina*, **36**: 209-216.
- MEINESZ A., MOLENAAR H., BELLONE E., LOCQUES F. (1992) - Vegetative reproduction in *Posidonia oceanica*. I. Effects of rhizomes length and transplantation seasons in orthotropic shoots. P.S.Z.N.I: *Marine Ecology*, **13**(2): 163-174.
- MOLENAAR H. (1992) - Etude de la transplantation de boutures de la phanérogame marine *P. oceanica* (L.) Delile. Modélisation de l'architecture et du mode de croissance. DSc Thesis, Université de Nice-Sophia Antipolis, pp. 221.
- MOLENAAR H., MEINESZ A. (1995) - Vegetative reproduction in *Posidonia oceanica*: survival and development of transplanted cuttings according to different spacings, arrangements and substrates. *Botanica Marina*, **38**: 313-322
- ORTH R.J., LUCKENBACH M.L., MARION S.R., MOORE K.A., WILCOX D.J. (2006) - Seagrass recovery in the Delmarva Coastal Bays, USA. *Aquatic Botany*, **84**: 26-36.
- PIAZZI L., BALESTRI E., BALATA D., CINELLI F. (2000) - Pilot transplanting experiment of *Posidonia oceanica* (L.) Delile to restore a damaged coastal area in the Mediterranean sea. *Biologia Marina Mediterranea* **7**(2): 409-411
- SHORT F.T., DAVIS R.C., KOPP B.S., SHORT C.A., BURDICK D.M. (2002) - Site-selection model for optimal transplantation of eelgrass *Zostera marina* in the north-eastern US. *Marine Ecology Progress Series*, **227**: 253-267.
- TOMASELLO A., LUZZU F., DI MAIDA G., ORESTANO C, PIRROTTA M., SCANNAVINO A., CALVO S. (2009) - Detection and mapping of *Posidonia oceanica* dead *matte* by high-resolution acoustic imaging. *Italian Journal of Remote Sensing*, **41**(2): 139-146.