



Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale
Scali Rosciano, 6 - 57123 Livorno, Italia

R.U.P. ing. Enrico Pribaz
D.E.C. ing. Ilaria Lotti

R.T.P.



30035 Mirano (VE)
Viale Belvedere, 8/10
www.fm-ingegneria.com

Tel. +39 041 5785 711
Fax +39 041 4355 933
portolivorno@fm-ingegneria.com



P.O. Box 1132
3800 BC Amersfoort
The Netherlands
www.royalhaskoningdhv.com

Tel. +44 (0)207 222 2115
Fax +44 (0)207 222 2659
info@rhdhv.com



35027 Noventa Padovana (PD)
Via Panà 56/a

Tel. +39 049 8945 087
Fax +39 049 8707 868
mail@hsmarinesrl.com



31027 Spresiano (TV)
Via Tiepolo, 8
www.gtgeo.it

Tel. +39 0422 8870 31
Fax +39 0422 8895 89
info@gtgeo.it

PROGETTO

**PROGETTAZIONE PRELIMINARE E DEFINITIVA DELLE
OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI
NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA
PIATTAFORMA EUROPA, COMPRESO LO STUDIO DI
IMPATTO AMBIENTALE E LA VALUTAZIONE DI INCIDENZA
AMBIENTALE**

EMISSIONE

PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO

C - STUDI AMBIENTALI

Studio di impatto ambientale - studio pilota Posidonia

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	DIS.	APPR.
1	24/07/2023	1233_PD-C-007_1.doc	Aggiornamento in riscontro a Istruttoria VIA [ID VIP 8058]	M. Greggio	T. Tassi
2					
3					
4					
5					

ELABORATO N.

C007

DATA: 31/10/2022	SCALA:	FILE: - 233_PD-C-007_0.doc	J.N. 1233/19
PROGETTO E. Molin	DISEGNO M. Greggio	VERIFICA C. Galli	APPROVAZIONE T. Tassi

Progetto:	Livello progettazione:	Elaborato:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx

INDICE GENERALE

1	PREMESSA	5
2	CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'AREA MARINA PROSPICIENTE IL LITORALE TOSCANO	7
2.1	1120* PRATERIE DI POSIDONIA (<i>POSIDONION OCEANICAE</i>)	9
3	INDAGINI PROPEDEUTICHE AGLI INTERVENTI PROGETTUALI E DI TRAPIANTO ESEGUITE NEL 2022	11
3.1	INDAGINI ACUSTICHE FUNZIONALI ALLA PROGETTAZIONE	11
3.2	INDAGINI ROV	13
3.3	PRELIEVO DI CAMPIONI DI PRATERIA PER LA RACCOLTA DI INFORMAZIONI IN GRADO DI CARATTERIZZARE LA PRATERIA E LA FENOLOGIA DELLE PIANTE	17
3.3.1	AREE DI CAMPIONAMENTO	17
3.3.1.1	AREA 1	17
3.3.1.2	AREA 2	21
3.3.1.3	AREA 3	30
3.3.1.4	INDICE PREI AREA 2	34
4	INDAGINI INTEGRATIVE ESEGUITE IN ADEMPIMENTO ALLE RICHIESTE DEGLI ENTI PER GLI INTERVENTI PER L'HABITAT DI PRATERIA ESEGUITE NEL 2023	37
4.1	RILIEVI SIDE SCAN SONAR A COPERTURA TOTALE PRESSO IL TRATTO MARINO TRA L'AREA DI PROGETTO E IL SITO NATURA 2000 IT5160018	37
4.2	INDAGINI ROV CONDOTTE A GIUGNO DEL 2023 NELL'AREA DI IMPRONTA DI PROGETTO	38
4.3	INDAGINI ROV CONDOTTE A GIUGNO DEL 2023 NELLE POTENZIALI AREE DI IMPIANTO	39
4.4	PRELIEVO DI CAMPIONI DI PRATERIA PER LA RACCOLTA DI INFORMAZIONI IN GRADO DI CARATTERIZZARE LA PRATERIA E LA FENOLOGIA DELLE PIANTE	43
4.4.1	AREE DI CAMPIONAMENTO	43
4.4.1.1	AREA STAZIONI 1, 2 E 3	44
4.4.1.2	AREA STAZIONI 4, 5 E 6	45
4.4.1.3	AREA STAZIONI 7, 8 E 9	46
4.4.1.4	INDICE PREI PER LA STAZIONE INTERNA ALL'AREA DI PROGETTO (7), PER LA STAZIONE INTERMEDIA RISPETTO AL PROGETTO E ALLA MELORIA (3) E PER LA STAZIONE PROSSIMA ALLA SECCA DELLA MELORIA (6)	48
4.4.1.5	CONCLUSIONI	50
4.5	INDAGINI REMOTELY OPERATED VEHICLE (ROV) SU AREE DI FONDALE CARATTERIZZATO DALLA PRESENZA DI SUBSTRATI DURI	50
5	DISTRIBUZIONE DELLA PRATERIA	60
6	PROPOSTA DI TRAPIANTO	63

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

6.1	TIPOLOGIE DI TRAPIANTO CONSIDERATE IN FASE DI PROGETTAZIONE	63
6.1.1	TRAPIANTO POSIDONIA MEDIANTE BIOSTUOIE	64
6.1.2	TRAPIANTO DI POSIDONIA MEDIANTE PICCHETTI	66
6.2	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI ESPANTO ED IMPIANTO DELLE TALEE DI <i>P. OCEANICA</i>	68
6.2.1	ULTERIORI AREE DI POSSIBILE ESPANTO INDIVIDUATE A SEGUITO DELLE INDAGINI PROPEDEUTICHE ESEGUITE A MAGGIO 2023	72
6.2.2	AREE DI IMPIANTO DELLE TALEE DI <i>P. OCEANICA</i>	79
6.3	FASI DELL'ATTIVITÀ DI TRAPIANTO	81
6.3.1	1 FASE PILOTA	81
6.3.2	2 FASE DI PROGETTO	81
6.4	MONITORAGGIO DEL TRAPIANTO	82
7	BIBLIOGRAFIA	85

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2-1	Distribuzione delle biocenosi lungo la costa tirrenica.....	8
Figura 2	Localizzazione dei transetti SSS lungo la costa di Livorno e ricostruzione della distribuzione di <i>P. oceanica</i> nel tratto marino antistante Livorno	12
Figura 3	Transetti ROV eseguiti nel corso delle indagini da COLMAR.....	13
Figura 4	Immagine riprese con il ROV nel corso delle indagini propedeutiche svolte nel corso di maggio 2022 nell'Area 1	21
Figura 5	Schema di campionamento per l'indagine delle praterie a <i>P. oceanica</i> condotto nell'Area 2..	21
Figura 6	Strategia di campionamento gerarchica, richiesta per il monitoraggio di <i>P. oceanica</i> sulla stazione posizionata presso l'AREA 2.....	22
Figura 7	Immagine riprese con il ROV nel corso delle indagini propedeutiche svolte nel corso di maggio 2022 nell'Area 2	27
Figura 8	Immagine del lime inferiore riprese con il ROV il 18 maggio 2022	30
Figura 9	Immagine riprese con il ROV nel corso delle indagini propedeutiche svolte nel corso di maggio 2022 nell'Area 3	34
Figura 10	Area di rilievo con Side Scan Sonar a copertura totale rilevata nel 2023 da COLMAR.....	38
Figura 11	Transetti ROV nell'area di impianto dell'opera	39
Figura 12	Linee ROV sulle aree di impianto potenziali	40
Figura 13	Immagine riprese dai transetti ROV di alcune aree di potenziale impianto della prateria lungo il transetto 2	42
Figura 14	Stazioni di campionamento con evidenziate in giallo le stazioni su cui sono stati calcolati gli indici PREI	44
Figura 15	Transetti ROV nell'area indicata dal progetto GIONHA come potenzialmente interessata dalla presenza di habitat di substrato duro e coralligeno	51
Figura 16	Immagine riprese dal ROV lungo la linea del transetto 1	54
Figura 17	Immagine riprese dal ROV lungo la linea del transetto 3	56
Figura 18	Immagine riprese dal ROV lungo la linea del transetto 4	57

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
--	---	--

Figura 19 Immagini riprese dal ROV lungo la linea del transetto 5	59
Figura 20 Distribuzione della P. oceanica sulla base dei rilievi condotto da COLMAR nel 2022	61
Figura 21 Distribuzione della P. oceanica sulla base dei rilievi condotto da COLMAR nel 2023	62
Figura 22 Dettaglio dei geocompositi “R.E.C.S.® - Cocco”	65
Figura 23 Rotoli di geocomposito R.E.C.S.® - Cocco da 50 m X 2 m	65
Figura 24 Geocomposito R.E.C.S.® - Cocco in situ ad un anno dal trapianto presso il Comune di Rio (Isola d’Elba, LI)	66
Figura 25 Picchetto utilizzato per il trapianto all’Isola del Giglio (GR). (Fonte Bacci e La Porta, 2022)...	67
Figura 26 Picchetti e natelli da utilizzare per fissare e marcare la posizione delle talee; a dx esempio di trapianto di fasci di posidonia (da https://medtrix.fr/le-projet-repic-debut-dune-politique-de-restauration-des-herbiers-sous-marins-a-posidonie-en-france/)	68
Figura 27 Prateria di P. oceanica presente lungo il transetto 10 porto sulla batimetrica dei 10 m	71
Figura 28 Aree di potenziale espianto e impianto individuate in fase di progettazione preliminare nel 2022.	72
Figura 29 Immagini ROV riprese il 22 giugno 2023 lungo la Linea 1 presso l’impronta dell’opera	75
Figura 30 Immagini ROV riprese il 6 luglio 2023 presso l’impronta dell’opera	77
Figura 31 Andamento della copertura di Posidonia oceanica nelle tre stazioni di campionamento subacqueo poste nel settore di impronta dell’opera. (Fonte: Relazione MAREA Studio Associato).	78
Figura 32 Aree di impianto potenziali sulla base dei rilievi ROV condotti nel 2023	80

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 Transetto ROV Porto 3: risultati e coordinate WGS84	14
Tabella 2 Transetto ROV Porto 4: risultati e coordinate WGS84	15
Tabella 3 Transetto ROV Porto 5: risultati e coordinate WGS84	15
Tabella 4 Transetto ROV Porto 7: risultati e coordinate WGS84	16
Tabella 5 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 1 Profondità: 10 m	18
Tabella 6 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 2 Profondità: 13 m	23
Tabella 7 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 2 Limite inferiore	28
Tabella 8 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 3 Profondità: 13 m	31
Tabella 9 Limiti di classe per lo stato ecologico delle praterie di Posidonia oceanica espressi in termini di RQE	35
Tabella 10 Risultati del calcolo dell’indice PREI per le stazioni dell’area 2	36
Tabella 11 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 1	45
Tabella 12 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 2	45
Tabella 13 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 3 nelle tre repliche che verranno poi utilizzate per il calcolo dell’indice PREI	45
Tabella 14 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 4	46
Tabella 15 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 5	46
Tabella 16 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 3 nelle tre repliche che verranno poi utilizzate per il calcolo dell’indice PREI	46
Tabella 17 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 7 nelle tre repliche che verranno poi utilizzate per il calcolo dell’indice PREI	47
Tabella 18 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 8	47

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

Tabella 19 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 9	47
Tabella 20 Valore dell'indice PREI nella stazione 6 posta nel settore prossimo alle Secche della Meloria	48
Tabella 21 Valore dell'indice PREI nella stazione 3 posta nel settore di transizione tra la Meloria e l'area di impronta del progetto.....	49
Tabella 22 Valore dell'indice PREI nella stazione 7 posta nel settore di impronta dell'opera	49
Tabella 23 Transetto habitat substrato duro n 1: target e coordinate WGS84	52
Tabella 24 Transetto habitat substrato duro n 3: target e coordinate WGS84	54
Tabella 25 Transetto habitat substrato duro n 4: target e coordinate WGS84	56
Tabella 26 Transetto habitat substrato duro n 4: target e coordinate WGS84	57
Tabella 27 Sistema multicriterio per la valutazione di siti idonei al trapianto di <i>P. oceanica</i> (da LIFE SEPOSSO)	68
Tabella 28 Coordinate geografiche WGS84 dei centroidi delle aree di impianto potenziale.....	80
Tabella 29 Schema riassuntivo per la scelta dei parametri e delle frequenze di campionamento da adottare per monitorare un intervento di trapianto con talee di <i>Posidonia oceanica</i> (da La Porta & Bacci, 2022).....	83
Tabella 30 Metriche e parametri per la verifica di un intervento di trapianto mediante talee di <i>Posidonia oceanica</i> (da La Porta & Bacci, 2022).....	84

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
--	---	--

1 PREMESSA

L’Autorità Portuale di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale (AdSP-MTS) ha affidato, a seguito di regolare gara di appalto, la redazione del progetto delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale, al Raggruppamento di Professionisti (R.T.P.), costituito tra FM Ingegneria spa, Royal Haskoning DHV, HS Marine Srl e G&T srl.

I livelli di progettazione affidati al RTP sono stati la progettazione preliminare (progetto di fattibilità tecnico economica) e la progettazione definitiva ai sensi del D.lgs. 50/2016 e del D.P.R 207/2010 e s.m.i. La progettazione riguarda le opere marittime di difesa ed i dragaggi previsti nella prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, in accordo con il Piano Regolatore Portuale approvato, ai sensi dell’art. 5, comma 3 della legge 28 gennaio 1994 n. 84, con Delibera del Consiglio Regionale n. 36 in data 25.3.2015 e secondo l’articolazione degli interventi indicata nel documento “La nuova articolazione delle fasi attuative del PRP per le aree di espansione a mare denominate “Piattaforma Europa” - Settembre 2020”. Quest’ultimo documento è stato approvato con Provvedimento Presidenziale n° 115 in data 07/10/2020.

L’intervento va contestualizzato nelle linee di sviluppo previste dal Piano Regolatore Portuale, all’interno delle quali viene individuata la primaria importanza dell’apertura dell’imboccatura Nord, per risolvere le criticità legate alla sicurezza della navigazione, e la propedeuticità alla realizzazione del nuovo terminal contenitori, per il rilancio della competitività dello scalo livornese, particolarmente importante in relazione alla crisi industriale dell’area.

L’opera in progetto attua la nuova 1° fase del Piano Regolatore Portuale, assoggettato alla procedura di Valutazione Ambientale Strategia e approvata con parere motivato Determinazione n. 4 del 03/06/2014 dal NURV Regione Toscana.

In fase di progettazione preliminare si era ritenuto opportuno, cautelativamente al fine di migliorare l’ecosistema della prateria di *Posidonia oceanica* nelle aree prospicienti al Porto e verso il sito delle Secche della Meloria, prevedere un progetto pilota di trapianto anche in funzione delle eventuali nuove informazioni che si sarebbero ottenute dalle ulteriori indagini da eseguirsi in fase ante operam.

Come riportato in ISPRA (2014) le praterie di *P. oceanica* sono in regressione in tutti i paesi dell’area mediterranea soprattutto presso le grandi città costiere, i grandi centri industriali e portuali essendo molto vulnerabili agli impatti antropici (Bourcier et al., 1979; Boudouresque e Meinesz, 1982; Meinesz e Lefèvre, 1984; Pérès, 1984; Blanc e Jeudy de Grissac, 1989; Meinesz et al., 1991a; Bianchi e Peirano, 1995; Pasqualini et al., 1999; Boudouresque et al., 2006) e necessitano di specifici interventi di protezione per la loro conservazione.

Al fine di ripristinare in parte un eventuale modifica dello stato di conservazione dell’habitat (*sensu* Dir. 92/43/CEE) sono stati previsti specifici interventi di trapianto, per un totale di ca. 6000 m² di superficie di fondale, in considerazione dell’importanza ecologica ed economica riconosciuta con norme specifiche a livello nazionale (Dlgs. 152/06 e 56/09, DM 260/2010), europeo (Dir. 92/43/CEE, Dir 2000/60/CE, 2008/56/CE) e internazionale (Annesso II del Protocollo per la biodiversità RAC-SPA; Piano d’azione per la conservazione della vegetazione marina del Mar Mediterraneo, United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan (UNEP/MAP)).

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

Nel corso degli ultimi decenni le problematiche descritte e connesse alla conservazione dell'habitat unitamente alla lentezza dei suoi processi di espansione e colonizzazione naturale hanno favorito lo sviluppo di tecniche di trapianto per il contenimento della sua regressione e il mantenimento del suo stato di conservazione (Meinesz et al., 1990, 1991b; Molenaar e Meinesz, 1992, 1992b; Calumpong e Fonseca, 2001; Boudouresque et al., 2006).

Il presente documento rappresenta la revisione dello Studio Pilota di Trapianto consegnato ad ottobre 2022 che recepisce le indicazioni e le richieste degli enti competenti per la Valutazione di Impatto Ambientale e le indicazioni ottenute dalle nuove indagini di campo condotte nel corso del mese di giugno 2023 (indagini Side Scan Sonar, ROV e campionamenti del fondale).

Di seguito nel presente documento vengono descritte al capitolo 2 le principali caratteristiche generali degli habitat presenti al largo della costa di Livorno, al capitolo 3 le indagini propedeutiche condotte nel 2022 presso l'habitat di prateria funzionali alla progettazione del trapianto, al capitolo 4 le indagini integrative condotte nel 2023 presso l'habitat dell'area di progetto e ad essa prossimi, al capitolo 5 l'aggiornamento della distribuzione della prateria per quei tratti oggetto di indagine e, infine, al capitolo 6 la proposta di trapianto con le tecniche considerate nella progettazione e le nuove scelte fatte alla luce dei nuovi rilievi di campo, l'individuazione di nuovi siti donatori presenti all'interno dell'area di impronta dell'opera e dei siti di impianto con la descrizione delle diverse fasi di attività.

Al capitolo 6 si riporta la bibliografia consultata e/o citata nel documento.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

2 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'AREA MARINA PROSPICENTE IL LITORALE TOSCANO

Per quanto concerne l'area afferente al presente progetto che si estende al largo della costa Toscana e più specificatamente al largo della città di Livorno, questa appartiene nel suo complesso al Geographical Subarea (GSA) n 9 (Ligurian Sea and Northern Tyrrhenian Sea) che si estende per ca. 42.410 km² tra il mar Ligure e il Mar Tirreno centro settentrionale.

Si tratta di un'area eterogenea sotto l'aspetto morfologico ed ecologico, per la varietà di habitat, condizioni ambientali e comunità biologiche presenti. La costa toscana si estende per oltre 600 km, comprendendo circa 400 km di terraferma e 200 km di coste insulari, dove sono presenti due tipologie di litorale: quello delle coste basse e sabbiose e quelle della costa alta e rocciosa che si possono riscontrare anche lungo la costa livornese con tratti di litorale sabbioso a nord della città e aree rocciose lungo il litorale meridionale.

Per quanto riguarda le biocenosi bentoniche dei fondali, sono presenti tutte le biocenosi delle sabbie e dei detriti: Sabbie Fini Superficiali, Sabbie Fini Ben Calibrate, Detritico Costiero, Detritico del Largo e Detritico Infangato così come definite in Peres & Picard, (1964). Molto estesa è anche la biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri, che all'inizio della scarpata spesso lascia il posto al Detritico del Largo. Sulla scarpata segue la biocenosi dei Fanghi Profondi.

I fondi duri presentano spesso un andamento verticale dove possono essere presenti alcune delle più interessanti facies a gorgonacei (*Paramuricea clavata*) e corallo rosso (*Corallium rubrum*) delle coste italiane. Sono presenti, inoltre, le praterie di *Posidonia oceanica* che si trovano un po' ovunque lungo la costa, anche se la loro estensione può essere limitata in alcuni tratti dalla ripidità dei fondali e dalla presenza dei grandi centri urbani.

Per quanto concerne i popolamenti bentonici, questi hanno un'elevata eterogeneità; sono presenti le biocenosi di fondo mobile e di fondo duro tipiche delle acque oligotrofiche del Mediterraneo, nei loro aspetti più integri e spesso spettacolari. I fondi mobili presenti al largo della Toscana ospitano popolamenti riconducibili, per la maggior parte, alla serie dei detritici che a profondità maggiori vengono sostituiti dai popolamenti dei fanghi.

I fondali duri costieri presentano le biocenosi tipiche delle pareti verticali. Le praterie di fanerogame marine sono particolarmente rigogliose soprattutto lungo le coste delle isole dell'Arcipelago Toscano, in particolare a Pianosa, ma sono presenti anche lungo la costa antistante il tratto litorale compreso tra Marina di Pisa e Livorno.

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

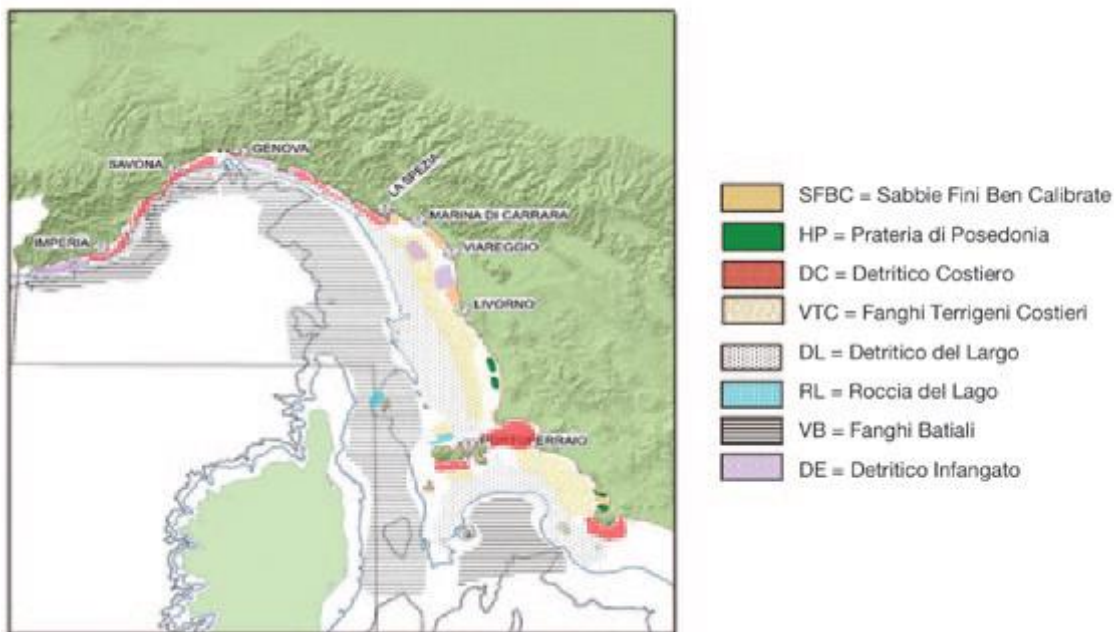


Figura 2-1 Distribuzione delle biocenosi lungo la costa tirrenica

Lungo la costa, nella fascia occupata dalle sabbie, si riscontrano diversi popolamenti animali e vegetali che si distribuiscono secondo un gradiente ecologico che dipende principalmente dalla profondità, dall'intensità del moto ondoso e dalle caratteristiche dei fondali. Procedendo dalla costa verso il largo si possono distinguere zone con popolamenti algali fotofili, zone con praterie di fanerogame marine (*Cymodocea nodosa* e *Posidonia oceanica*), zone un tempo occupate dalla prateria ("matte" morta) con presenza, a volte, di formazioni a coralligeno e popolamenti tipici di fondi detritici costieri a maggiore o minore granulometria, costituiti per lo più da organismi fossori e da detritivori.

Per quanto concerne l'inquadramento da un punto di vista della qualità delle biocenosi, l'ARPAT esegue annualmente il monitoraggio delle aree costiere attraverso il prelievo di campioni di macrobenthos in alcune stazioni costiere per la definizione dello stato ecologico; i risultati delle indagini eseguite nel corso del periodo 2019-2020 sono riportati nella tabella che segue; gran parte delle stazioni costiere sono classificate con uno stato ecologico elevato, mentre solo poche stazioni sono classificate con uno stato buono.

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx

Corpo idrico	Stazione	M-AMBI	Classe di Qualità
Costa del Cecina (2020)	Marina di Castagneto	0,80	B
Costa Piombino (2020)	Salivoli	0,99	E
Costa Follonica (2020)	Carbonifera	0,90	E
Costa Punta Ala (2019)	Foce Bruna	0,75	B
Costa Ombrone (2019)	Foce Ombrone	0,90	E
Costa Uccellina (2019)	Cala di Forno	0,87	E
Costa Albegna (2019)	Foce Albegna	0,85	E
Costa dell'Argentario (2019)	Porto S.Stefano	0,93	E
Costa Burano (2019)	Ansedonia	0,99	E
Arcipelago Isole Minori (2020)	Giglio	0,76	E
	Capraia	0,93	(media 0,83)

L'area marina antistante la costa toscana che si protrae attraverso la presenza delle isole fino alla costa corsa si contraddistingue, inoltre, per la presenza di molte aree marine protette e di siti appartenenti alla rete Natura 2000 europea. A circa 3 chilometri dagli interventi è presente il sito Natura 2000 ZSC IT5160018 Secche della Meloria dove sono presenti i seguenti habitat di interesse comunitario.

Code	Habitat
1120*	Praterie di Posidonia (<i>Posidonion oceanicae</i>)
1170	Scogliere

Di seguito si riporta una descrizione e un inquadramento dell'habitat 1120* presenti presso il litorale, nel sito Natura 2000 e all'interno dell'area vasta di analisi al fine di poter meglio valutare il loro stato di conservazione dal punto di vista della struttura e funzione, così come previsto dalla normativa vigente.

2.1 1120* Praterie di Posidonia (*Posidonion oceanicae*)

Per quanto attiene il quadro normativo di riferimento, le praterie a Posidonia oceanica rientrano nella sfera di attenzione della Direttiva Habitat 1992/43/CEE, essendo riconosciute come Habitat di tipo prioritario (1120* - Praterie di Posidonia (*Posidonion oceanicae*) della Direttiva Europea 2000/60/CE Water Framework Directive che ne monitora lo stato di qualità tramite l'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index) e della Direttiva Europea 2008/56/CEE Marine Strategy Framework Directive, la guida di riferimento per la protezione e buona gestione dei mari europei.

Le praterie di *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile sono caratteristiche del piano infralitorale del Mediterraneo (profondità da poche dozzine di centimetri a 30-40 m) su substrati duri o mobili, queste praterie costituiscono una delle principali comunità climax. Esse tollerano variazioni relativamente ampie della temperatura e dell'idrodinamismo, ma sono sensibili alla dissalazione, normalmente necessitano di una salinità compresa tra 36 e 39 ‰.

Posidonia oceanica si trova generalmente in acque ben ossigenate, ma è sensibile come già detto alla dissalazione e quindi scompare nelle aree antistanti le foci dei fiumi. È anche sensibile all'inquinamento, all'ancoraggio di imbarcazioni, alla posa di cavi sottomarini, all'invasione di specie rizofitiche aliene, all'alterazione del regime sedimentario. Apporti massivi o depauperamenti sostanziali del sedimento e

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
--	---	--

prolungati bassi regimi di luce, derivanti soprattutto da cause antropiche, in particolare errate pratiche di ripascimento delle spiagge, possono provocare una regressione di queste praterie. Le praterie marine a *Posidonia* costituiscono uno degli habitat più importanti del Mediterraneo, e assumono un ruolo fondamentale nell'ecosistema marino per quanto riguarda la produzione primaria, la biodiversità, l'equilibrio della dinamica di sedimentazione. Esse rappresentano un ottimo indicatore della qualità dell'ambiente marino nel suo complesso.

La vegetazione a *Posidonia oceanica* è stata riferita alla associazione monospecifica *Posidonietum oceanicae* (Funk 1927) Molinier 1958. La vegetazione algale fotofila associata alle foglie di *Posidonia* è riferita al *Myrionemo-Giraudietum sphacelarioidis* Van der Ben 1971, mentre quella sciafila associata ai rizomi è riferibile al *Flabellio-Peyssonnelietum squamariae* Molinier 1958. L'associazione a *Caulerpa prolifera* è riferita al *Caulerpetum proliferae* Di Martino & Giaccone 1997.

Le alghe associate a *Posidonia* sono di tipo fotofilo se si impiantano sulle foglie come *Hydrolithon farinosum*, *Pneophyllum fragile*, *Myrionema orbiculare*, *Giraudia sphacelarioides*, *Cladosiphon cylindricus*, *C. irregularis*, *Miriactula gracilis*, *Chondria mairei*, *Spermothamnion flabellatum*; mentre sono di tipo sciafilo se associate ai rizomi come *Peyssonnelia squamaria*, *Osmundaria volubilis* e *Flabellia petiolata*.

- III. 5. POSIDONIA OCEANICA MEADOWS - PRATERIA A POSIDONIA OCEANICA
 - III. 5. 1. *Posidonia oceanica* meadows (= Association with *Posidonia oceanica*) - Prateria a *Posidonia oceanica* (= Associazione a *Posidonia oceanica*)
 - III. 5. 1. 1. Ecomorphosis of striped meadows - Ecomorfosi di praterie a bande
 - III. 5. 1. 2. Ecomorphosis of "barrier-reef" meadows - Ecomorfosi di praterie a barriera
 - III. 5. 1. 3. Facies of dead "mattes" of *Posidonia oceanica* without much epiflora - Facies dei rizomi morti (mattes mortes) di *Posidonia oceanica*
 - III. 5. 1. 4. Association with *Caulerpa prolifera* - Associazione a *Caulerpa prolifera*

Le indagini condotte da CIBM nel 2017 hanno evidenziato la presenza di vaste estensioni di prateria nell'area antistante il porto di Livorno con diversa qualità dell'habitat. Nel documento Allegato 26 (1233_PD-C015(26)_0) viene riportata la distribuzione delle biocenosi di prateria così come disegnata da CIBM nel 2017.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
--	---	--

3 INDAGINI PROPEDEUTICHE AGLI INTERVENTI PROGETTUALI E DI TRAPIANTO ESEGUITE NEL 2022

Il presente capitolo costituisce la descrizione sintetica delle attività di indagine propedeutiche alle opere previste nell'ambito del SIA di progetto delle opere di prima fase della Piattaforma Europa che hanno previsto di eseguire un'attività di trapianto di praterie di *Posidonia oceanica* per una superficie totale di ca. 6000 m².

Questi interventi tentano di razionalizzare l'utilizzo delle risorse derivanti dall'intervento stesso quali l'utilizzo di inneschi di nuclei di *Posidonia oceanica* in aree limitrofe a quelle di progetto al fine di favorire l'espansione dell'habitat in aree idonee al suo impianto.

In questo modo è possibile, da un lato ottenere impatti positivi dall'intervento e, dall'altro, andare a inquadrare in un'unica strategia di gestione le potenziali criticità dell'opera.

Per quanto concerne il trapianto di prateria, le attività propedeutiche condotte nel 2022 hanno compreso:

- rilievi batimetrici e morfologici condotti con strumentazione acustica Multibeam;
- rilievi Side Scan Sonar;
- esecuzione di indagini video fotografiche mediante Remotely Operated Vehicle (ROV);
- campionamenti per la raccolta di informazioni in grado di caratterizzare la prateria e la fenologia delle piante presenti.

Tutte le indagini sono state eseguite dalla ditta COLMAR e da MAREA Studio Associato del dott. Stefano Acunto con l'ausilio dello Studio del dott. Molin.

Si rimanda per dettagli anche alla tavola grafica 1233_PD-C-108_0.

3.1 Indagini acustiche funzionali alla progettazione

Nel corso delle indagini propedeutiche sono state eseguite misure acustiche mediante strumentazione Side Scan Sonar che sono state utilizzate per la ricostruzione della mappa di distribuzione della prateria di fanerogame nell'area di progetto e nel tratto marino antistante. Di seguito si riporta la mappa dei transetti eseguiti e la ricostruzione della distribuzione della prateria eseguita da COLMAR nel 2022 a seguito delle indagini condotte che si ripropone con un maggior dettaglio nel documento 1233_PD-C-011_2.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_1.docx

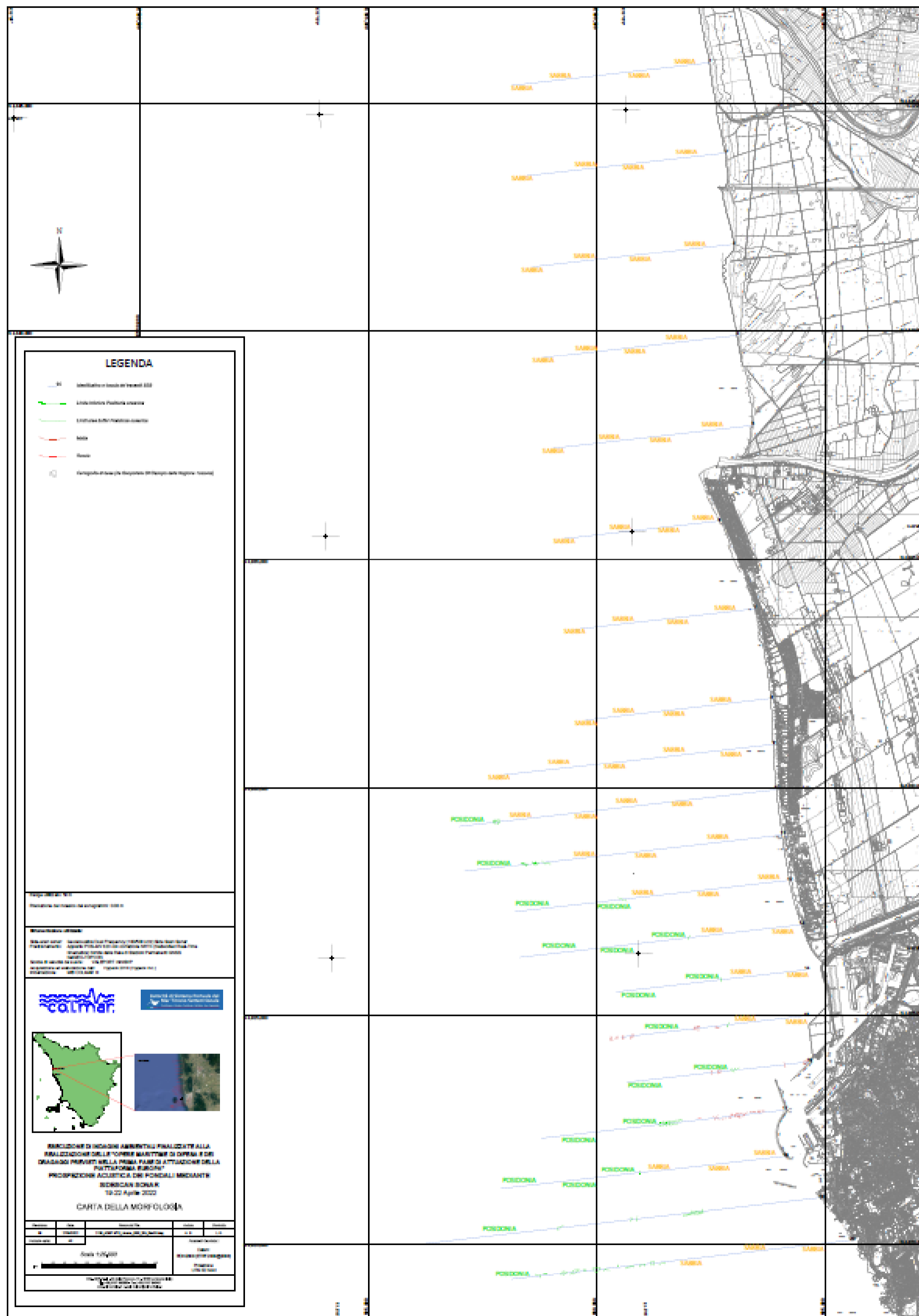


Figura 2 Localizzazione dei transetti SSS lungo la costa di Livorno e ricostruzione della distribuzione di *P. oceanica* nel tratto marino antistante Livorno

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

3.2 Indagini ROV

Nell'ambito delle indagini propedeutiche di maggio 2022 sono state eseguite indagini con Remotely Operated Vehicle (ROV) da COLMAR per visualizzare le aree di prateria potenziali per l'espianto delle talee (Aree 1, 2 e 3), il limite indicato nella mappatura di CIBM del 2017 di prateria presente tra il porto di Livorno e la secca della Meloria che per il tratto sud orientale si configura come limite inferiore, essendo le profondità sempre più profonde via via che ci si avvicina a costa, mentre nel tratto antistante lo scalmatore le profondità vanno via via diminuendo e lo stesso bordo della prateria si configura come limite superiore.

Le indagini ROV hanno inoltre incluso dei tratti di fondale in ambito portuale e nell'impronta di progetto. Nella figura che segue sono riportati i tracciati delle indagini ROV eseguite che sono inoltre riportate in Tavola 3 per un maggior dettaglio.

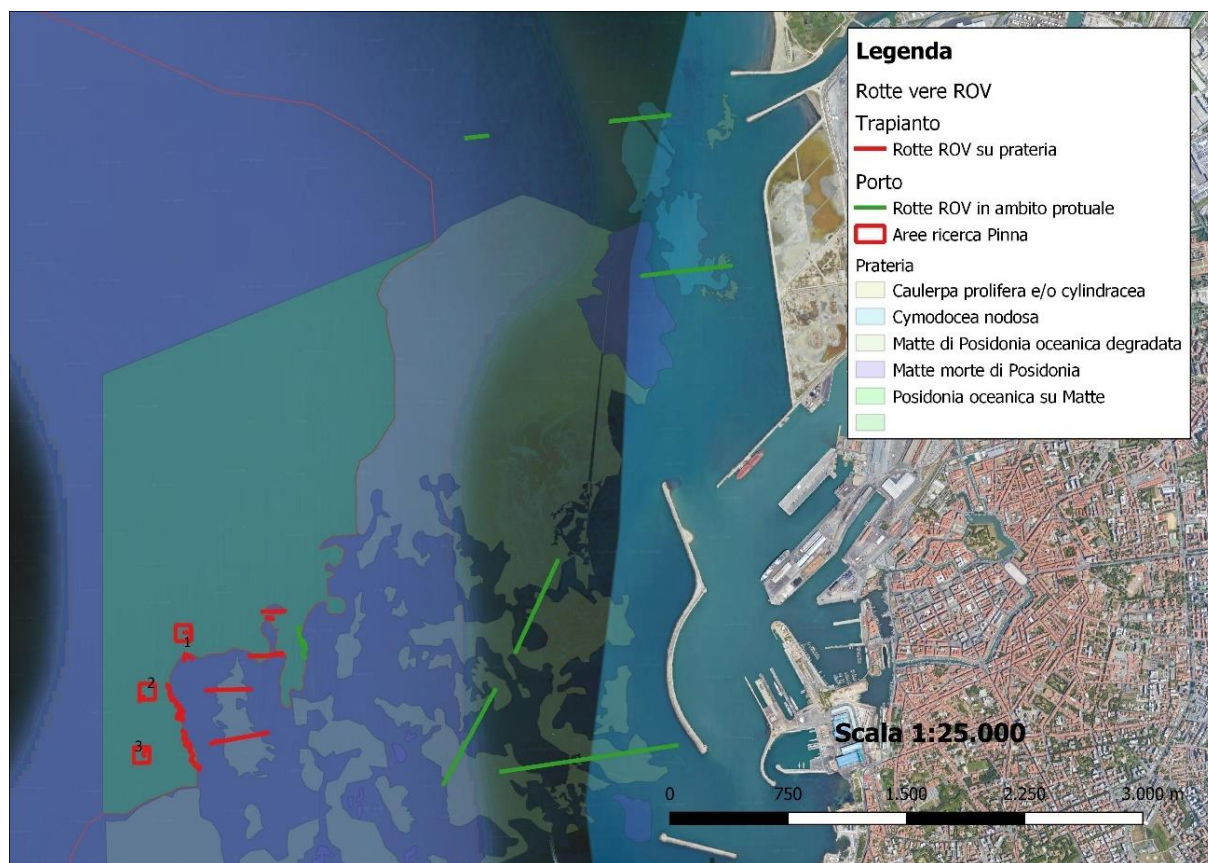


Figura 3 Transetti ROV eseguiti nel corso delle indagini da COLMAR

Di seguito si riportano le tabelle descrittive di alcuni transetti ROV dell'impronta di progetto eseguiti a livello portuale con indicate le presenze di prateria utilizzati per la ricostruzione della distribuzione di *P. oceanica* nell'area di indagine.

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx

Tabella 1 Transetto ROV Porto 3: risultati e coordinate WGS84

Lat	Long	Target	Depth
43.5417098	10.2734145	foglie morte su sabbia	17.5
43.5417193	10.2734830	sabbia	17.6
43.5417346	10.2737278	matte morta	17.5
43.5418686	10.2748206	sabbia	17.9
43.5418783	10.2750960	matte morta con rete fantasma	17.8
43.5419106	10.2753856	sabbia	17.7
43.5422138	10.2785596	matte morta	16.4
43.5422571	10.2788051	sabbia	16
43.5422716	10.2791393	sabbia	16
43.5422880	10.2791405	sabbia	16
43.5422873	10.2792575	matte morta	15.6
43.5423303	10.2796890	foglie morte su sabbia e ciuffi di PO isolati	15.4
43.5423315	10.2797703	sabbia	15.3
43.5423540	10.2799688	matte morta con ciuffi PO	15.2
43.5425285	10.2814168	matte morta	15.2
43.5425385	10.2818050	matte morta con ciuffi PO	13.7
43.5425966	10.2824041	sedimento grossolano	15
43.5425923	10.2824708	matte morta	14.8
43.5425963	10.2825370	sabbia	14.7
43.5426165	10.2826395	PO su matte e roccia organogena	13.2
43.5426726	10.2831998	roccia	13
43.5426881	10.2833366	matte morta	14.2
43.5426886	10.2834653	Sabbia	14.5
43.5427333	10.2840551	matte morta	14
43.5427548	10.2841431	matte morta	13.8
43.5427485	10.2840198	matte morta con roccia organogena	13.7
43.5428985	10.2856265	roccia organogena con <i>Codium</i> sp. e PO a ciuffi sparsi	11.7
43.5429430	10.2859721	roccia organogena con <i>Codium</i> sp.	12.4
43.5429648	10.2861915	organogeno, porifero incrostante, briozoi incrostanti e matte morta	12.3
43.5430341	10.2869163	sedimento grossolano	11.7
43.5430648	10.2871925	sedimento grossolano	11.4

*PO = Posidonia oceanica

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
--	---	--

Tabella 2 Transetto ROV Porto 4: risultati e coordinate WGS84

Lat	Long	Target	Depth
43.5410696	10.2688321	foglie morte su sabbia	20.5
43.5412380	10.2690018	matte morta	20
43.5415138	10.269201	sedimento grossolano	18
43.5415578	10.2692441	matte morta	17.7
43.54169996	10.2693536	sedimento grossolano	18.3
43.5418724	10.2694838	matte morta	18.5
43.5424428	10.2699391	sedimento grossolano	17
43.5425084	10.2699941	sabbia e matte morta	17
43.5425771	10.2700536	sabbia	17
43.5428108	10.2702188	sedimento grossolano e matte morta	17.4
43.5429876	10.2703658	sabbia	18
43.5445908	10.2716178	foglie morte su sabbia	17.8
43.5447718	10.2717493	matte morta	17.3
43.545034	10.2719528	sabbia	16.7
43.5455331	10.272337	matte morta	16
43.5463655	10.2730025	matte morta	14.7

Tabella 3 Transetto ROV Porto 5: risultati e coordinate WGS84

Lat	Long	Target	Depth
43.5485410	10.2746510	Foglie morte su sabbia	20
43.5485630	10.2746793	Matte morta	20
43.5486761	10.2747689	Ciuffi di PO su Matte	19
43.5486993	10.274779	Matte morta	19
43.5490161	10.27498773	sabbia	20.5
43.5491300	10.2750460	Oloturia, porifero su rocce, matte morta su sabbia	21
43.5492021	10.2751043	foglie morte su sabbia	21
43.5493738	10.2752110	Matte morta con rari ciuffi di PO	21
43.5496610	10.2754121	foglie su sabbia e sabbia	21
43.5504035	10.2758928	matte morta	20.5
43.5505655	10.2760086	sabbia	19.5
43.5508371	10.2761805	matte morta e PO	18
43.5509683	10.2762760	Foglie morte su sabbia	19.5
43.5512713	10.2764680	matte morta e roccia	18.5
43.5513016	10.2764856	<i>Codium</i> sp., Porifero	18.4
43.5516435	10.2767215	Matte morta e ciuffi sparsi di PO	17.8
43.5517531	10.2767871	sabbia	18
43.5519943	10.2769363	matte morta e roccia con rari ciuffi di PO	18.5
43.5536530	10.2780458	matte morta e roccia con rari ciuffi di PO	17

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

Tabella 4 Transetto ROV Porto 7: risultati e coordinate WGS84

Lat	Long	Target	Depth
43.5485410	10.2746510	matte morta	7.8
43.5699635	10.2864865	CN**	7.8
43.5700053	10.2870506	rocce organogene, <i>Codium</i> sp.	7.4
43.5700205	10.2870903	rocce organogene, briozoo incrostante	7.4
43.5700113	10.2870698	<i>Paracentrotus lividus</i>	7.2
43.5700286	10.2874248	CN	7.6
43.5700495	10.2875806	matte morta	7.6
43.5700473	10.2877173	sabbia	7.6
43.5700525	10.2877995	CN	7.6
43.5700620	10.2878540	matte morta	7.6
43.5700693	10.2879648	CN	7.5
43.5701903	10.2895775	CN su matte morta	6.7
43.5702160	10.2900938	rocce	6.5
43.5702211	10.2901221	CN su rocce e matte morta	6.7
43.5702571	10.2905326	rocce organogene rete fantasma	6.1
43.5702686	10.2906766	CN su rocce e matte morta	6.2
43.5702880	10.2909290	sabbia	6.2
43.5702963	10.2910020	CN	6
43.5703148	10.2913968	sabbia	5.8
43.5703135	10.2914636	CN	6
43.5703633	10.2918616	CN	5.7
Lat	Long	Target	Depth
43.5485410	10.2746510	matte morta	7.8
43.5699635	10.2864865	CN**	7.8
43.5700053	10.2870506	rocce organogene, <i>Codium</i>	7.4
43.5700205	10.2870903	rocce organogene, briozoo incrostante	7.4
43.5700113	10.2870698	<i>Paracentrotus lividus</i>	7.2
43.5700286	10.2874248	CN	7.6
43.5700495	10.2875806	matte morta	7.6
43.5700473	10.2877173	sabbia	7.6
43.5700525	10.2877995	CN	7.6
43.5700620	10.2878540	matte morta	7.6
43.5700693	10.2879648	CN	7.5
43.5701903	10.2895775	CN su matte morta	6.7
43.5702160	10.2900938	rocce	6.5
43.5702211	10.2901221	CN su roce e matte morta	6.7
43.5702571	10.2905326	rocce organogene rete fantasma	6.1
43.5702686	10.2906766	CN su roce e matte morta	6.2
43.5702880	10.2909290	sabbia	6.2
43.5702963	10.2910020	CN	6
43.5703148	10.2913968	sabbia	5.8

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
--	---	--

43.5703135	10.2914636	CN	6
43.5703633	10.2918616	CN morta	5.7

** *Cymodocea nodosa*

3.3 Prelievo di campioni di prateria per la raccolta di informazioni in grado di caratterizzare la prateria e la fenologia delle piante

3.3.1 Aree di campionamento

Il monitoraggio della prateria è stato condotto quanto più possibile, viste le finalità del monitoraggio, in accordo con quanto riportato nel protocollo di indagine previsto da ISPRA per le praterie di *P. oceanica* che prevede di eseguire rilievi ogni 3 anni dei limiti delle praterie oggetto di monitoraggio.

Nelle aree su cui si era ipotizzato il prelievo di talee per l'esecuzione delle operazioni di trapianto sono state eseguite indagini per acquisire informazioni lungo transetti prestabiliti, nuovi dati acustici sulla morfologia del substrato e sulla facies a *Posidonia oceanica*, per identificare la tipologia di limite della prateria e la loro estensione e raccogliere la documentazione videofotografica a supporto ad alta definizione e georeferenziata.

Oltre alle indagini strumentali, per verificare lo stato ecologico dell'habitat di prateria sono state necessarie anche alcune indagini fenologiche che hanno incluso prelievi dal fondale di campioni di piante e di sedimento.

Conformemente a quanto indicato nelle attuali metodiche di campionamento dell'habitat di prateria per la definizione dello stato ecologico, si è eseguito inoltre un monitoraggio di tipo gerarchico presso l'area n. 2, individuata sulla base dei rilievi precedenti, e un campionamento su transetto orizzontale lungo il margine della prateria in corrispondenza di quest'area (limite inferiore di area 2).

Nelle altre due stazioni (Aree 1 e 3) sono state eseguite, oltre a riprese videofotografiche del fondale, prelievi di materiale dal fondo per l'esecuzione delle principali misure biometriche delle piante e ne è stata rilevata la densità.

Le attività di indagine sono state condotte a maggio del 2022, di seguito si riportano i principali risultati ottenuti dalle indagini svolte.

Per dettagli si rimanda al documento 1233_PD-C-011_2.

3.3.1.1 Area 1

Presso la stazione denominata AREA 1 lo studio si è limitato ad una caratterizzazione della prateria adottando una strategia di campionamento ridotta ed effettuando quindi:

- 3 repliche per le misure di densità dei fasci
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi

Oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, è stata annotata la presenza di eventuali fioriture, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria, effettuando stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, matte morta, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*.

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx

La prateria è risultata avere una densità dell'80 % come si evince dalla tabella che segue dove sono riportati in sintesi i risultati delle indagini condotte nella stazione.

Tabella 5 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 1 Profondità: 10 m

LIVORNO - AREA 1 Profondità: 10 m			
Latitudine 43°32,9949'N		Longitudine 10°14,9157' E	
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>		Media	Err. Std.
Struttura:	Substrato di insediamento: matte Densità assoluta (N medio di fasci/m ²)	366,67	26,10
	Copertura%	80,00	
	Densità relativa	293,34	
	Indice di conservazione CI	0,8	
	Indice di sostituzione SI	prateria monospecifica	
	Profondità limite inferiore	>15 m e <25 m	di acque poco trasparenti
	Tipologia limite inferiore	Regressivo	Regressione non recente
Fenologia:	Superficie fogliare media per fascio (cm ²)	278,55	29,61
	L.A.I.	10,21	
	N° foglie Totali	35,00	
	Numero medio di foglie/fascio	5,83	0,31
	Num foglie adulte	2,83	0,17
	Num foglie intermedie	2,67	0,21
	Num foglie giovanili	0,33	0,21
	Lungh foglie adulte (cm)	47,55	4,76
	Lungh foglie intermedie (cm)	57,55	4,99
	Lungh foglie giovanili (cm)	1,17	0,83
	Larg foglie adulte (cm)	1,00	0,00
	Larg foglie intermedie (cm)	0,98	0,02
	Larg foglie giovanili (cm)	0,30	0,19
	% tessuto bruno delle foglie adulte	0,27	
	% apici delle foglie rotti (Coefficiente A)	48,57	

Nelle immagini che seguono si riportano alcune fotografie eseguite nel corso delle indagini ROV sull'area 1 nel corso del maggio 2022. Da esse si può osservare una copertura omogenea della prateria con presenza di piante in buon stato di conservazione.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

18/05/2022 14:27



18/05/2022 14:30



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_1.docx

13/05/2022 14:23



13/05/2022 14:29



Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx



Figura 4 Immagini riprese con il ROV nel corso delle indagini propedeutiche svolte nel corso di maggio 2022 nell'Area 1

3.3.1.2 Area 2

La strategia di campionamento utilizzata in quest'area ha previsto il prelievo di campioni in più aree per il calcolo dell'indice PREI e la valutazione delle condizioni ecologiche del sito che può rappresentare la prateria studiata.

Analogamente a quanto previsto dal DM 260/2010 si è eseguito un campionamento di tipo gerarchico sulla base delle indicazioni ottenute dalle indagini eseguite con la strumentazione acustica (MBES e SSS) e con le videoriprese ROV.

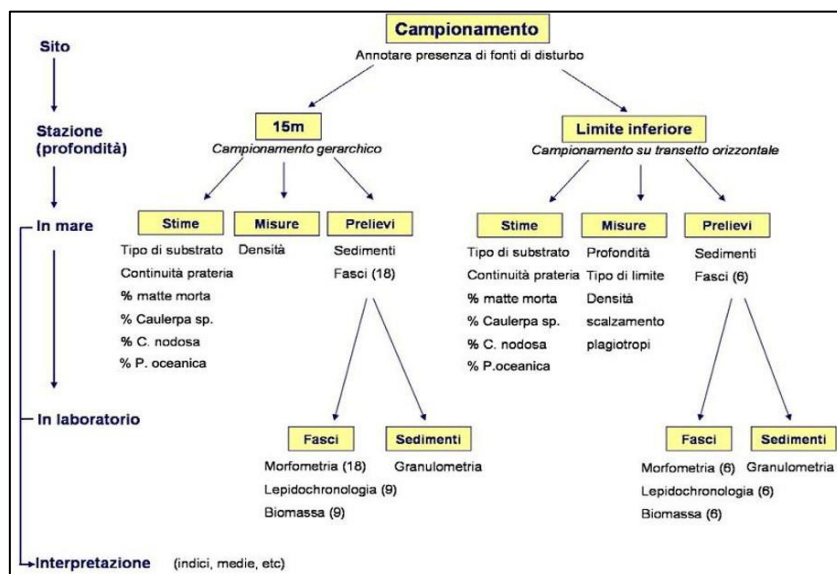


Figura 5 Schema di campionamento per l'indagine delle praterie a *P. oceanica* condotto nell'Area 2

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

La strategia di campionamento gerarchica prevista e applicata alla stazione "AREA 2" ha incluso il campionamento in 3 sub-aree di 400 m² circa ciascuna, distanziate di 10m tra loro, in ciascuna delle quali sono stati effettuati i seguenti prelievi:

- 3 repliche per le misure di densità dei fasci;
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi.

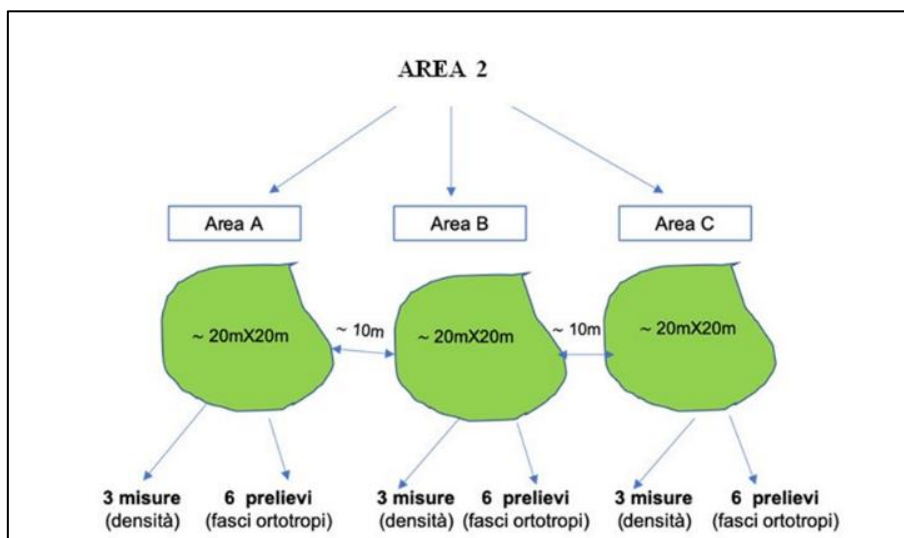


Figura 6 Strategia di campionamento gerarchica, richiesta per il monitoraggio di *P. oceanica* sulla stazione posizionata presso l'AREA 2

Per ciascuna delle 3 sub-aree, oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, è stata annotata la presenza di eventuali fioriture, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria, effettuando stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, *matte morta*, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*. E' stato inoltre effettuato il prelievo dei sedimenti superficiali (2 cm) mediante carotiere manuale.

In corrispondenza della stazione AREA 2, è stato inoltre indagato un limite della prateria precedentemente individuato mediante indagine ROV, la strategia di campionamento è stata realizzata lungo un transetto orizzontale (i.e. transetto di 50-60 m) effettuando le seguenti indagini:

- 6 repliche per le conte di densità dei fasci;
- 6 prelievi di fasci ortotropi;

Le repliche sono state realizzate secondo tecniche di campionamento casuali lungo il transetto e distanziate tra loro minimo 1 m. Sono state annotate la presenza di fioriture, la profondità, il tipo di limite, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria, ed effettuate stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, *matte morta*, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*. Inoltre, è stato stimato lo scalzamento e il portamento dei rizomi.

Nella stazione sul limite indagato, inoltre, è stato effettuato il prelievo dei sedimenti superficiali (2 cm) mediante carotiere manuale.

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx

Nelle tabelle che seguono si riportano i principali risultati delle analisi condotte in campo presso l'area 2.

Tabella 6 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 2 Profondità: 13 m

LIVORNO - AREA 2 Profondità: 13 m					
Latitudine		43°32,8043'N	Longitudine		10°14,7510' E
AREA 2(1)					
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>			Media	Err. Std.	
Struttura:	Substrato di insediamento: matte				
	Densità assoluta (N medio di fasci/m ²)		422,92	46,54	
	Copertura%		80,00		
	Densità relativa		338,34		
	Indice di conservazione CI		0,8		
	Indice di sostituzione SI		prateria monospecifica		
	Profondità limite inferiore		>15 m e <25 m	di acque poco trasparenti	
	Tipologia limite inferiore		Regressivo	Regressione non recente	
Fenologia:	Superficie fogliare media per fascio (cm ²)		190,87	23,13	
	L.A.I.		8,07		
	N° foglie Totali		34,00		
	Numero medio di foglie/fascio		5,67	0,33	
	Num foglie adulte		3,17	0,17	
	Num foglie intermedie		2,17	0,17	
	Num foglie giovanili		0,33	0,21	
	Lungh foglie adulte (cm)		37,37	3,30	
	Lungh foglie intermedie (cm)		48,89	5,31	
	Lungh foglie giovanili (cm)		0,33	0,21	
	Larg foglie adulte (cm)		0,90	0,02	
	Larg foglie intermedie (cm)		0,88	0,02	
	Larg foglie giovanili (cm)		0,17	0,10	
	% tessuto bruno delle foglie adulte		0,67		
	% apici delle foglie rotti (Coefficiente A)		35,29		
Biomassa:	Peso foglie (g)		0,828	0,128	
	Peso epifiti (g)		0,068	0,028	
AREA 2(2)					
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>			Media	Err. Std.	
Struttura:	Substrato di insediamento: matte				
	Densità assoluta (N medio di fasci/m ²)		416,67	22,05	
	Copertura%		80,00		
	Densità relativa		333,34		
	Indice di conservazione CI		0,8		
	Indice di sostituzione SI		prateria monospecifica		
	Profondità limite inferiore		>15 m e <25 m	di acque poco trasparenti	
	Tipologia limite inferiore		Regressivo	Regressione non recente	
Fenologia:	Superficie fogliare media per fascio (cm ²)		243,12	17,16	
	L.A.I.		10,13		
	N° foglie Totali		31,00		
	Numero medio di foglie/fascio		5,17	0,60	
	Num foglie adulte		2,67	0,33	
	Num foglie intermedie		2,5	0,34	
	Num foglie giovanili		0,00	0,00	
	Lungh foglie adulte (cm)		48,36	2,59	
	Lungh foglie intermedie (cm)		58,97	3,17	
	Lungh foglie giovanili (cm)		0,00	0,00	
	Larg foglie adulte (cm)		0,97	0,02	

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx

	Larg foglie intermedie (cm)	0,92	0,02
	Larg foglie giovanili (cm)	0,00	0,00
	% tessuto bruno delle foglie adulte	0,15	
	% apici delle foglie rotti (Coefficiente A)	25,81	
Biomassa:	Peso foglie (g)	0,895	0,055
	Peso epifiti (g)	0,029	0,009
AREA 2 (3)			
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>		Media	Err. Std.
Struttura:	Substrato di insediamento: matte		
	Densità assoluta (N medio di fasci/m ²)	445,83	64,18
	Copertura%	80,00	
	Densità relativa	356,66	
	Indice di conservazione CI	0,8	
	Indice di sostituzione SI	prateria monospecifica	
	Profondità limite inferiore	>15 m e <25 m	di acque poco trasparenti
	Tipologia limite inferiore	Regressivo	Regressione non recente
Fenologia:	Superficie fogliare media per fascio (cm ²)		14,96
	L.A.I.	271,62	
	N° foglie Totali	12,11	
	Numero medio di foglie/fascio	34,00	
	Num foglie adulte	5,67	0,21
	Num foglie intermedie	3,33	0,21
	Num foglie giovanili	2,33	0,21
	Lungh foglie adulte (cm)	0,00	0,00
	Lungh foglie intermedie (cm)	46,08	3,49
	Lungh foglie giovanili (cm)	63,89	4,60
	Larg foglie adulte (cm)	0,00	0,00
	Larg foglie intermedie (cm)	0,98	0,02
	Larg foglie giovanili (cm)	0,90	0,00
	% tessuto bruno delle foglie adulte	0,00	0,00
	% apici delle foglie rotti (Coefficiente A)	0,07	
	Biomassa:	Peso foglie (g)	1,03
	Peso epifiti (g)	0,053	0,011

Nelle immagini che seguono si riportano alcune fotografie eseguite nel corso delle indagini ROV sull'area 2 nel corso del maggio 2022. Da esse si può osservare una copertura omogenea della prateria con presenza di piante in buon stato di conservazione.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

13/05/2022 14:07



13/05/2022 14:07



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

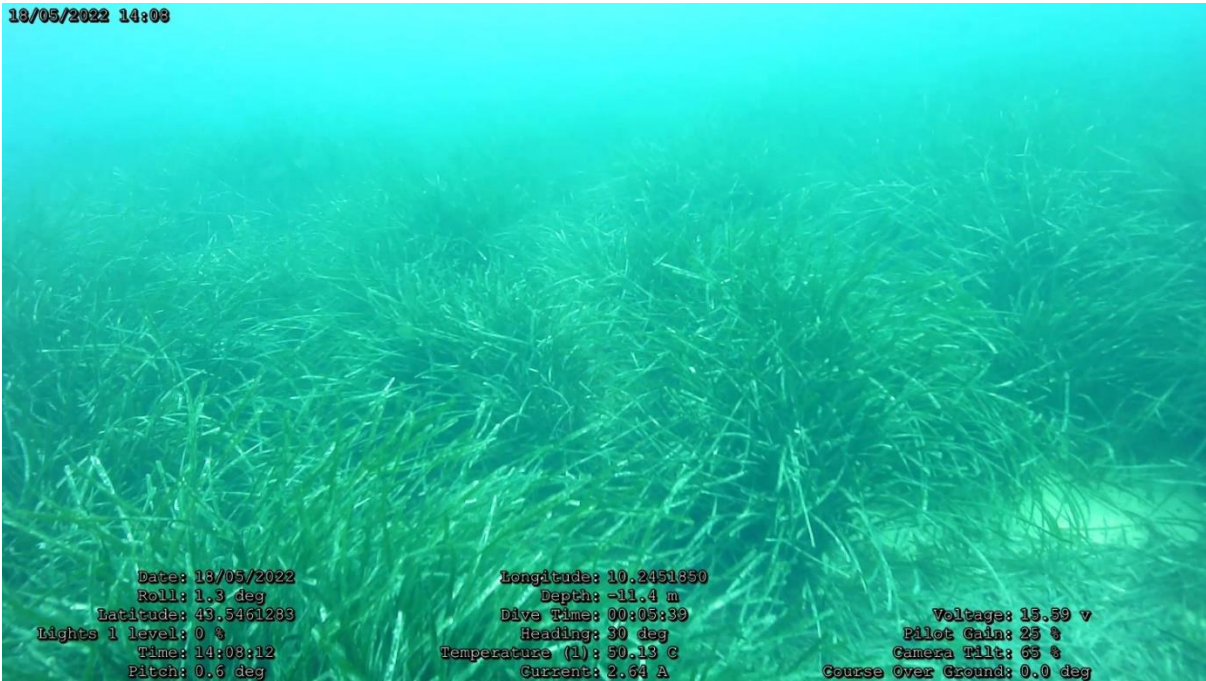
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_1.docx

13/05/2022 14:03



13/05/2022 14:09



Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx



Figura 7 Immagini riprese con il ROV nel corso delle indagini propedeutiche svolte nel corso di maggio 2022 nell'Area 2

Nella tabella che segue si riportano i risultati delle indagini condotte sul transetto orizzontale presso il limite inferiore della prateria, mentre nelle immagini a seguire si riportano le immagini del limite rilevate con il ROV.

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

Tabella 7 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 2 Limite inferiore

Livorno - Area LIMITE Profondità: 17 m			
Latitudine 43°32,8018'N		Longitudine 10°14,8429' E	
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>		Media	Err. Std.
Struttura:	Substrato di insediamento: matte	339,58	30,52
	Densità assoluta (N medio di fasci/m ²)		
	Copertura%	75,00	
	Densità relativa	254,69	
	Indice di conservazione CI	0,75	
	Indice di sostituzione SI	prateria monospecifica	
	Profondità limite inferiore	>15 m e <25 m	di acque poco trasparenti
	Tipologia limite inferiore	Regressivo	Regressione non recente
Fenologia:	Superficie fogliare media per fascio (cm ²)	306,41	22,48
	L.A.I.	10,40	
	N° foglie Totali	35,00	
	Numero medio di foglie/fascio	5,83	0,31
	Num foglie adulte	3	0,36
	Num foglie intermedie	2,83	0,17
	Num foglie giovanili	0	0
	Lungh foglie adulte (cm)	49,19	1,72
	Lungh foglie intermedie (cm)	64,80	3,72
	Lungh foglie giovanili (cm)	0	0,00
	Larg foglie adulte (cm)	0,99	0,02
	Larg foglie intermedie (cm)	0,97	0,02
	Larg foglie giovanili (cm)	0,00	0,00
	% tessuto bruno delle foglie adulte	0,15	
	% apici delle foglie rotti (Coefficiente A)	28,57	
Biomassa:	Peso foglie (g)	1,105	0,112
	Peso epifiti (g)	0,071	0,022

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

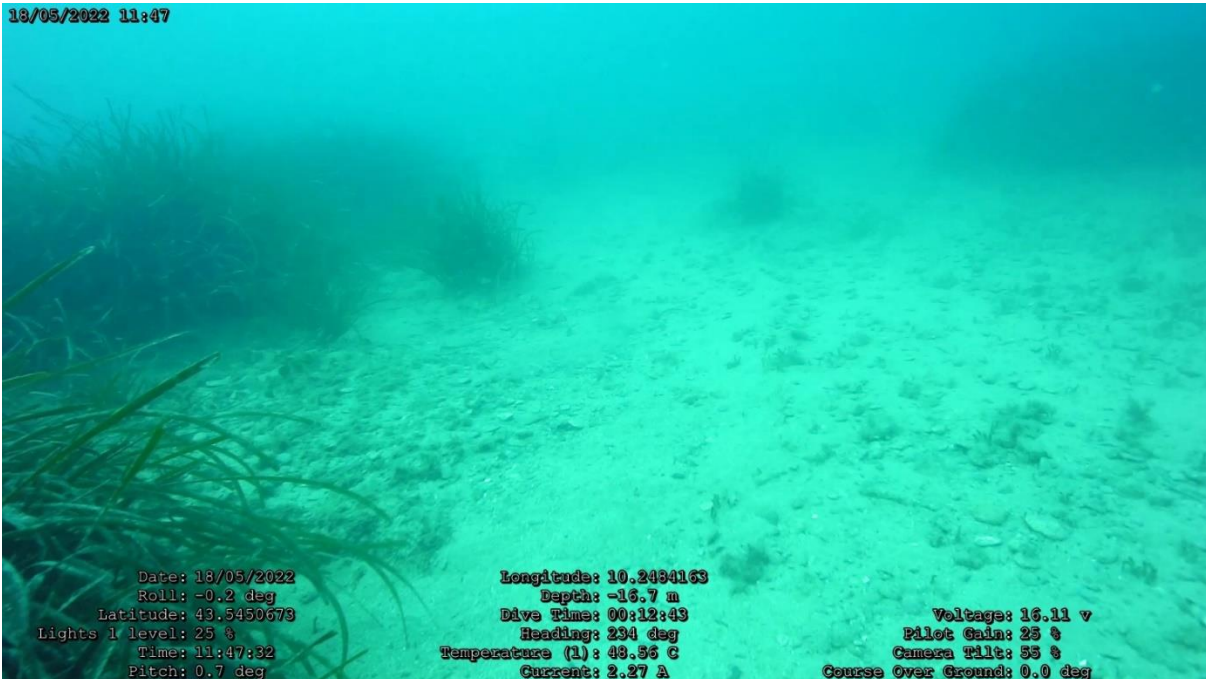
Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

18/05/2022 11:47



18/05/2022 11:51



Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx



Figura 8 Immagini del lime inferiore riprese con il ROV il 18 maggio 2022

3.3.1.3 Area 3

Presso la stazione denominata AREA 3 lo studio si è limitato ad una caratterizzazione della prateria adottando una strategia di campionamento ridotta ed effettuando quindi:

- 3 repliche per le misure di densità dei fasci

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi

Oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, è stata annotata la presenza di eventuali fioriture, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria, effettuando stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, matite morta, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*.

Tabella 8 Riepilogo dei risultati di Livorno - AREA 3 Profondità: 13 m

LIVORNO - AREA 3 Profondità: 13 m			
Latitudine 43°32,5771'N		Longitudine 10°14,7117' E	
Prateria di <i>Posidonia oceanica</i>		Media	Err. Std.
Struttura:	Substrato di insediamento: matite		
	Densità assoluta (N medio di fasci/m ²)	437,50	46,07
	Copertura%	75,00	
	Densità relativa	328,13	
	Indice di conservazione CI	0,75	
	Indice di sostituzione SI	prateria monospecifica	
	Profondità limite inferiore	>15 m e <25 m	di acque poco trasparenti
	Tipologia limite inferiore	Regressivo	Regressione non recente
Fenologia:	Superficie fogliare media per fascio (cm ²)	147,53	14,88
	L.A.I.	6,45	
	N° foglie Totali	30,00	
	Numero medio di foglie/fascio	5,00	0,36
	Num foglie adulte	2,50	0,22
	Num foglie intermedie	2,33	0,21
	Num foglie giovanili	0,17	0,17
	Lungh foglie adulte (cm)	35,11	3,38
	Lungh foglie intermedie (cm)	40,74	5,69
	Lungh foglie giovanili (cm)	0,33	0,33
	Larg foglie adulte (cm)	0,88	0,02
	Larg foglie intermedie (cm)	0,87	0,02
	Larg foglie giovanili (cm)	0,15	0,15
	% tessuto bruno delle foglie adulte	0,12	
% apici delle foglie rotti (Coefficiente A)	16,67		

Nelle immagini che seguono si riportano alcune fotografie eseguite nel corso delle indagini ROV sull'area 3 nel corso del maggio 2022. D esse si può osservare una copertura omogenea della prateria con presenza di piante in buona stato di conservazione.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

18/05/2022 14:31



18/05/2022 13:46



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_1.docx

18/05/2022 13:47



18/05/2022 13:47



Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx



Figura 9 Immagini riprese con il ROV nel corso delle indagini propedeutiche svolte nel corso di maggio 2022 nell'Area 3

3.3.1.4 Indice PREI area 2

Al fine di poter valutare lo stato ecologico della prateria presente al largo della costa livornese che sarà oggetto delle attività di trapianto è stato si riporta il calcolo dell'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index,

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

Gobert et al., 2009), eseguito da COLMAR, che rappresenta l'indice nazionale di classificazione dell'EQB Angiosperme secondo il DM 260/10.

Il PREI integra a livello informativo gli effetti di differenti cause riconducibili agli impatti delle attività antropiche quali le alterazioni fisiche, chimiche e biologiche, indotte da agenti inquinanti nelle acque e nei sedimenti, o da significative alterazioni fisico-morfologiche del tratto costiero. L'indice multi-metrico prevede l'utilizzo di cinque principali descrittori: la densità della prateria (fasci m²); la superficie fogliare fascio, (cm² fascio-1); il rapporto tra la biomassa degli epifiti (mg fascio-1) e la biomassa fogliare fascio (mg fascio-1); la profondità del limite inferiore e la tipologia del limite inferiore.

La modalità di calcolo del PREI prevede l'applicazione della seguente equazione

$$RQE=(RQE'+0.11)/(1+0.10)$$

Dove:

- $RQE' = (N \text{ densità} + N \text{ superficie fogliare fascio} + N \text{ biomassa epifiti/biomassa fogliare} + N \text{ limite inferiore})/3.5$
- $N \text{ densità} = \text{valore misurato} - 0 / \text{valore di riferimento} - 0$ in cui "0" viene considerato il valore di densità indicativo di condizioni pessime
- $N \text{ superficie fogliare fascio} = \text{valore misurato} - 0 / \text{valore di riferimento} - 0$ in cui "0" viene considerato il valore di superficie fogliare fascio indicativo di pessime condizioni
- $N \text{ biomassa epifiti/biomassa fogliare} = (1 - (\text{biomassa epifiti/biomassa fogliare})) * 0.5$
- $N \text{ limite inferiore} = (N' - 12) / (\text{valore di riferimento profondità} - 12\text{m})$ in cui 12 m viene considerata la profondità minima del limite inferiore indicativa di pessime condizioni. $N' = \text{profondità del limite inferiore misurata} + \lambda$ Dove:
 - Limite progressivo $\lambda = 3$
 - Limite erosivo $\lambda = 3$
 - Limite regressivo $\lambda = -3$
 - Limite netto $\lambda = 0$

Per valutare il tipo di limite va considerata la dinamica più recente espressa dal limite inferiore indagato. In caso di limite regressivo (Pergent et al., 1995) si potrà assegnare la tipologia stabile in presenza di prove documentate di recente stabilità.

Il valore di quest'indice varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). Il risultato finale dell'applicazione dell'Indice PREI non fornisce un valore assoluto, ma direttamente il rapporto di qualità ecologica (RQE).

Nel sistema di classificazione lo stato ecologico cattivo corrisponde ad una recente non sopravvivenza di *P. oceanica*, ovvero, alla sua scomparsa da meno di cinque anni.

Tabella 9 Limiti di classe per lo stato ecologico delle praterie di *Posidonia oceanica* espressi in termini di RQE

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx

RQE	STATO ECOLOGICO
1 – 0.775	Elevato
0.774 – 0.550	Buono
0.594 – 0.325	Sufficiente
0.324 – 1.00	Scarso
< 0.100 - 0	Cattivo
Condizioni di riferimento	
Densità	599 fasci m ⁻²
Superficie fogliare fascio	310 cm ² fascio ⁻¹
Biomassa epifiti/Biomassa fogliare	0
Profondità del limite inferiore	38 m

I risultati del calcolo dell'indice PREI per le tre stazioni campionate all'interno dell'area 2 mostra uno stato di qualità buono come è possibile osservare nella tabella che segue.

Tabella 10 Risultati del calcolo dell'indice PREI per le stazioni dell'area 2

Località	STAZ	Descrittori	valori	PREI				
				N	EQR'	EQR	class EQR	
Livorno	AREA 2(1)	Densità (fascio/m2)	422,92		0,71	0,542	0,592	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	190,87	0,62				
		Prof limite inf (m)	18	0,12				
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	68	0,46				
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	828					
		Tipo di limite (λ) (*)	-3					
	AREA 2(2)	Densità (fascio/m2)	416,67	0,70	0,594	0,640	BUONO	
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	243,12	0,78				
		Prof limite inf (m)	18 29	0,12				
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)		0,48				
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	895					
		Tipo di limite (λ) (*)	-3					
	AREA 2(3)	Densità (fascio/m2)	445,83	0,74	0,631	0,674	BUONO	
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	271,62	0,88				
		Prof limite inf (m)	18 53	0,12				
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)		0,47				
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1030					
		Tipo di limite (λ) (*)	-3					

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

4 INDAGINI INTEGRATIVE ESEGUITE IN ADEMPIMENTO ALLE RICHIESTE DEGLI ENTI PER GLI INTERVENTI PER L'HABITAT DI PRATERIA ESEGUITE NEL 2023

Il presente capitolo costituisce la descrizione sintetica delle attività di indagine condotte in adempimento alle richieste integrative degli enti per la realizzazione delle opere di progetto di prima fase della Piattaforma Europa e di quelle accessorie (Trapianto di prateria di Posidonia) inviate a seguito della presentazione dello Studio di Impatto Ambientale. Le opere accessorie prevedono attività di trapianto di praterie di *Posidonia oceanica* per una superficie totale di ca. 6000 m². Le argomentazioni sono riprese da quanto prodotto da COLMAR srl nelle relazioni di campo e nelle relazioni presentate con i risultati delle indagini (documento 1233_PD-C-015(20)_0 e 1233_PD-C-015(23)_0)

Le attività di indagine integrative condotte nel 2023 hanno previsto:

- rilievi Side Scan Sonar a copertura totale nell'area compresa tra l'impronta di progetto e il sito Natura 2000 IT5160018 Secche della Meloria;
- esecuzione di indagini video fotografiche mediante Remotely Operated Vehicle (ROV) su più aree a coprire l'area di progetto;
- esecuzione di indagini video fotografiche mediante Remotely Operated Vehicle (ROV) su aree di potenziale impianto ipotizzate nel corso del 2022 e di una ennesima area di potenziale impianto di prateria situata presso il Transetto 2;
- campionamenti manuali e prelievo di campioni di prateria per la raccolta di informazioni in grado di caratterizzare la prateria e la fenologia delle piante presenti su tre gruppi di tre stazioni localizzate lungo un ipotetico transetto costa largo nell'area antistante l'area di progetto;
- esecuzione di indagini video fotografiche mediante Remotely Operated Vehicle (ROV) su più aree di fondale caratterizzato dalla presenza di substrati duri e potenziale presenza di habitat di coralligeno così come indicato dalla mappatura delle biocenosi eseguita nell'ambito del progetto GIONHA nel tratto meridionale della costa livornese.

Tutte le indagini sono state eseguite dalla ditta COLMAR e da MAREA Studio Associato del dott. Stefano Acunto con l'ausilio dello Studio del dott. Emiliano Molin.

4.1 Rilievi Side Scan Sonar a copertura totale presso il tratto marino tra l'area di progetto e il sito Natura 2000 IT5160018

Sono state eseguite misure acustiche mediante strumentazione Side Scan Sonar che sono risultate necessarie per la ricostruzione della mappa di distribuzione della prateria di fanerogame nell'area di progetto e nel tratto marino antistante. Di seguito si riporta la figura con i risultati emersi dalle indagini mentre per un maggiore dettaglio si rimanda alla relativa Tavola 1233_PD-C-108_0.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

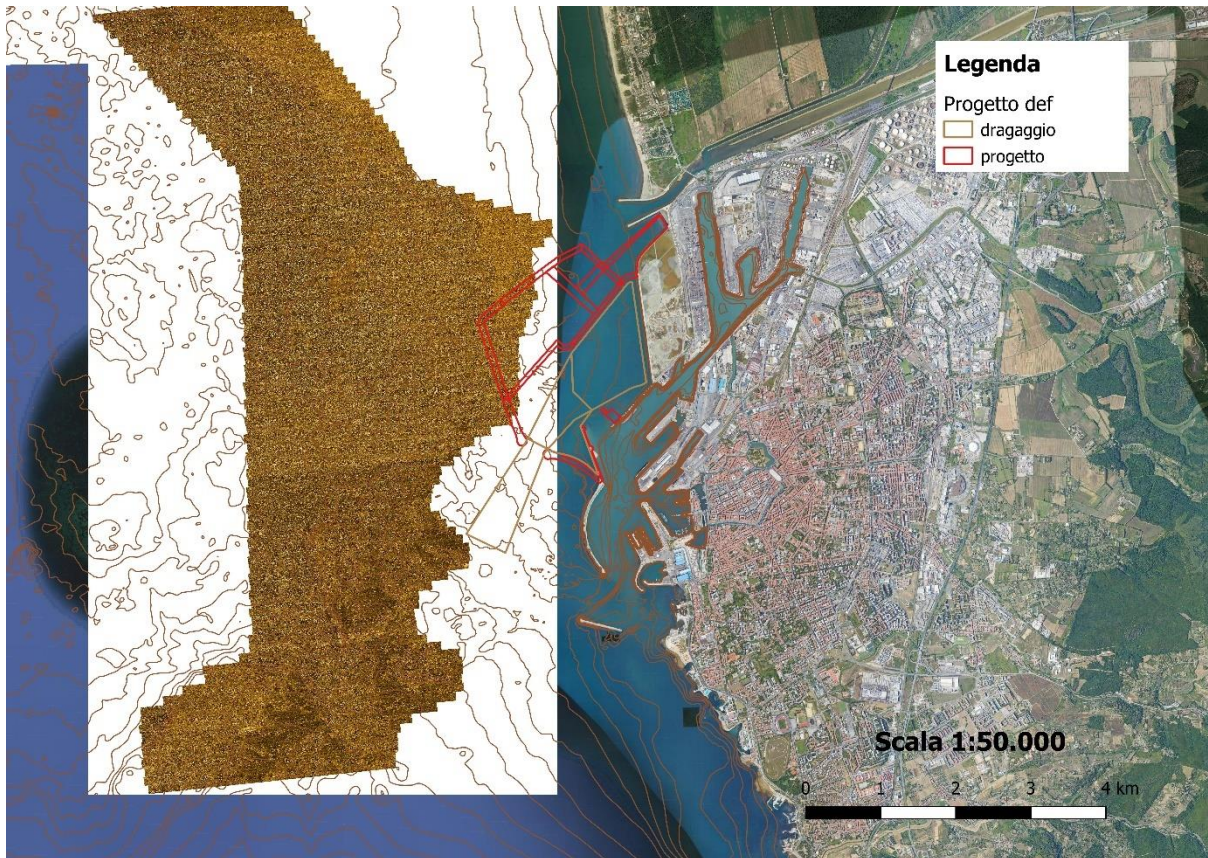


Figura 10 Area di rilievo con Side Scan Sonar a copertura totale rilevata nel 2023 da COLMAR

4.2 Indagini ROV condotte a giugno del 2023 nell'area di impronta di progetto

Nell'ambito delle indagini condotte a Giugno 2023 sono state eseguite indagini con Remotely Operated Vehicle (ROV) da COLMAR per visualizzare le aree di prateria presenti all'interno dell'area di impianto di progetto e nelle immediate vicinanze e in allontanamento da essa .

Il limite indicato nella mappatura di CIBM del 2017 del grande poligono di prateria presente tra il porto di Livorno e la secca della Meloria che per il tratto sud-orientale si configura come limite inferiore, essendo le profondità sempre più profonde via via che ci si avvicina a costa, nel tratto antistante lo scalmatore le profondità vanno invece via via diminuendo e lo stesso bordo della prateria si configura come limite superiore è stato confermato dalle indagini.

Le indagini ROV hanno inoltre incluso dei tratti di fondale in ambito portuale. Nella figura che segue sono riportati i tracciati delle indagini ROV eseguite che sono inoltre riportate in 1233_PD-C-108_0 per un maggior dettaglio.

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

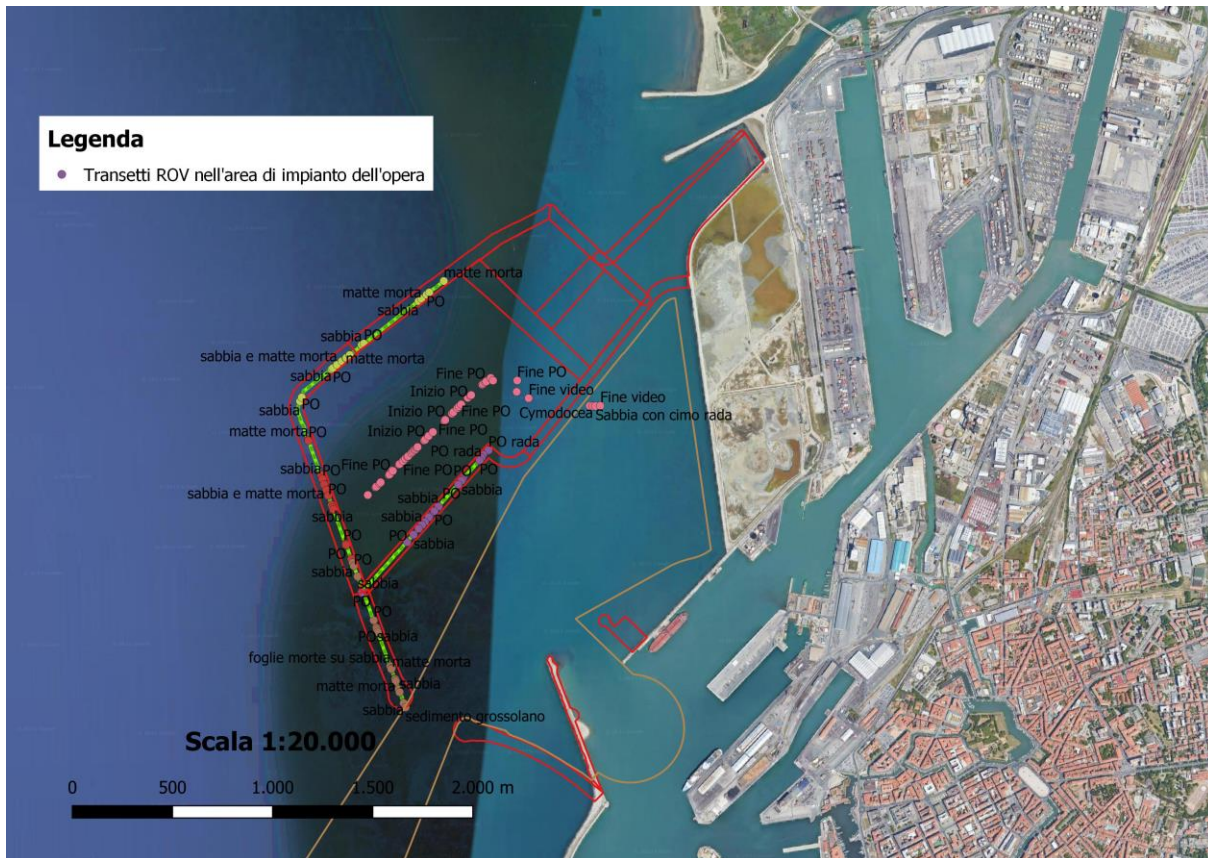


Figura 11 Transetti ROV nell'area di impianto dell'opera

I risultati delle indagini nell'impronta delle opere hanno evidenziato la presenza di aree di prateria di *Posidonia oceanica* discontinua, rada e non in equilibrio (Pergent, 1995; Buia et al, 2003) con un peggioramento nelle aree più interne.

4.3 Indagini ROV condotte a giugno del 2023 nelle potenziali aree di impianto

Nel corso delle indagini condotte a giugno del 2023 sono stati eseguiti profili ROV nelle aree di potenziale impianto individuate nel corso delle indagini del 2022 e in un'ulteriore area individuata sulla base delle indagini precedenti e della mappatura CIBM condotta nel 2017.

Nella figura che segue e nella relativa tavola allegata si riportano le linee ROV eseguite, mentre di seguito si riportano alcune immagini delle aree potenziali di trapianto della linea transetto 2 che è risultata essere la più idonea (per le considerazioni sulle aree di impianto si rimanda a quanto riportato al par.6.2.2).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_1.docx

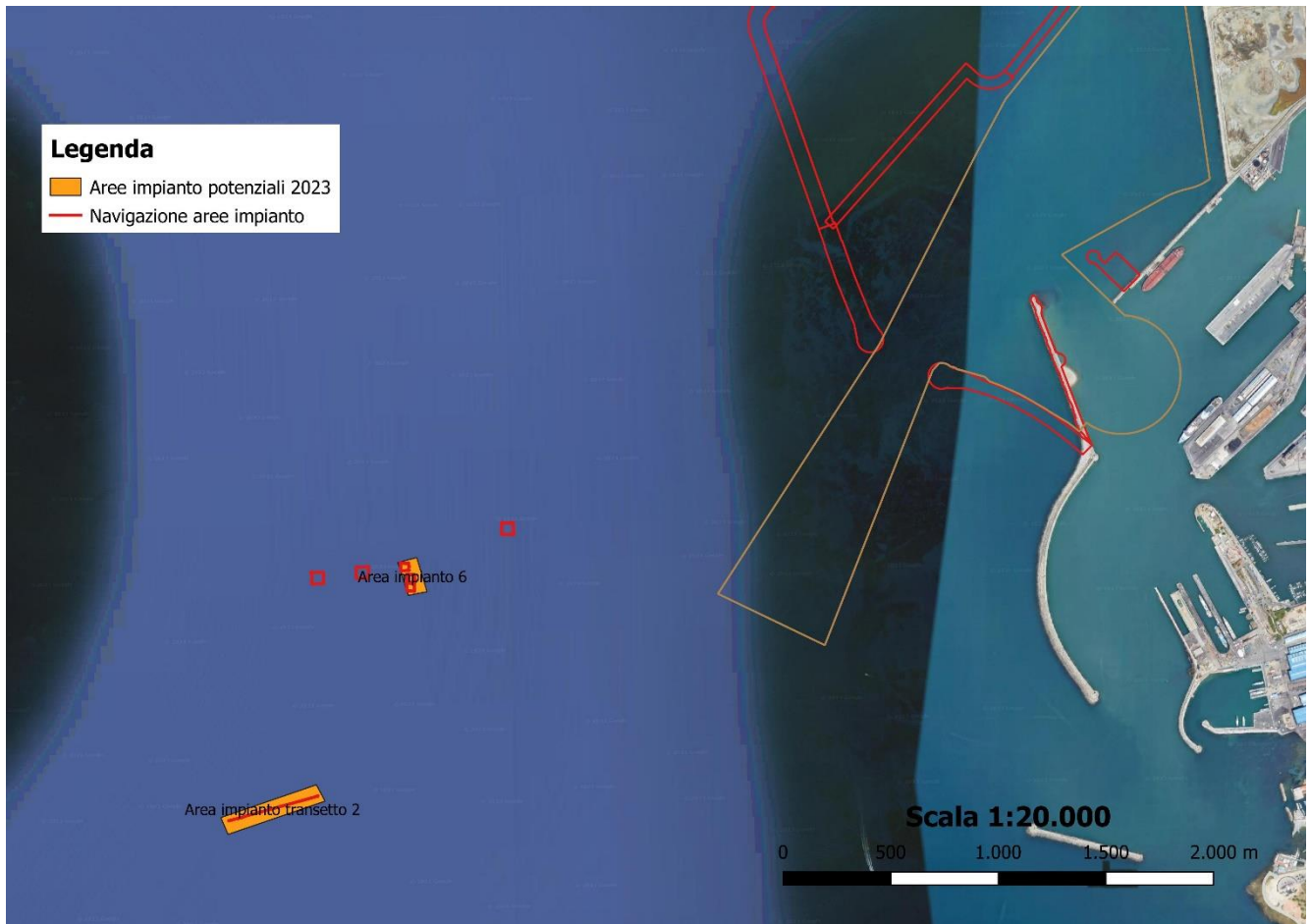
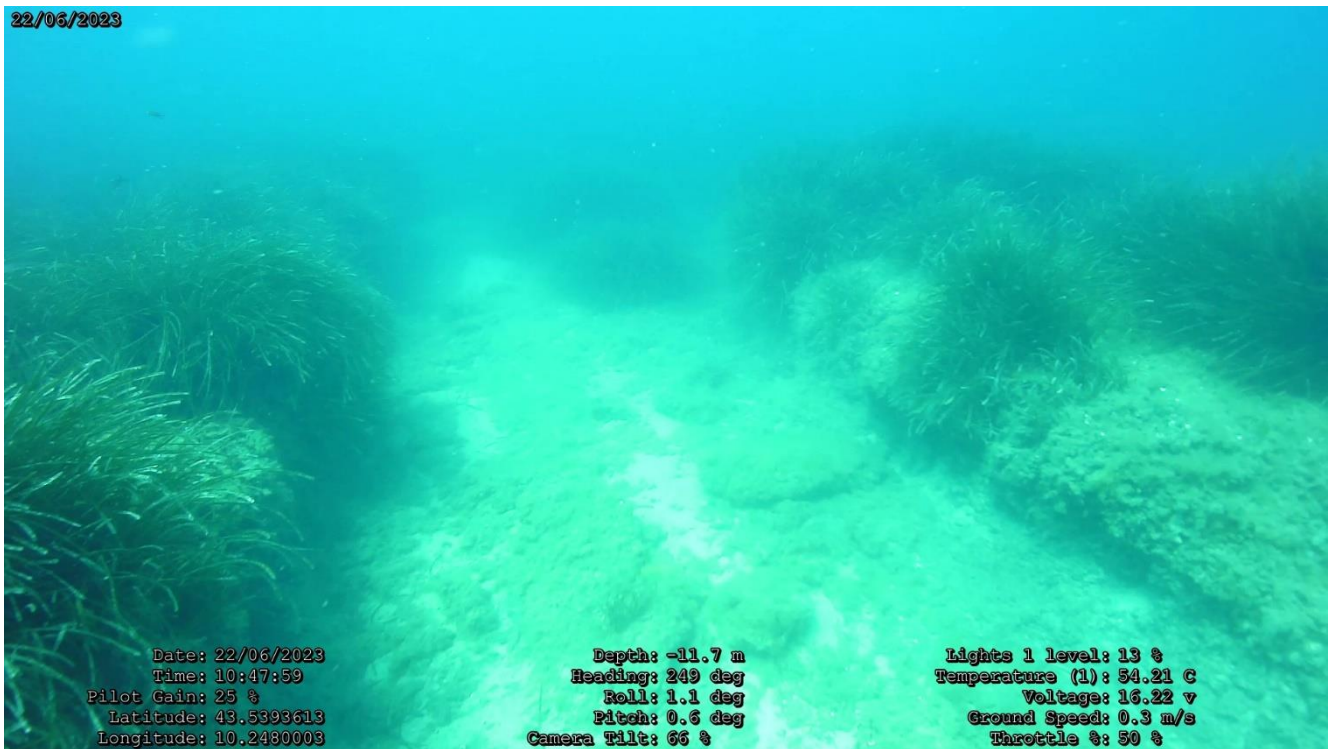


Figura 12 Linee ROV sulle aree di impianto potenziali

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_1.docx

22/06/2023



22/06/2023



Figura 13 Immagini riprese dai transetti ROV di alcune aree di potenziale impianto della prateria lungo il transetto 2

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

4.4 Prelievo di campioni di prateria per la raccolta di informazioni in grado di caratterizzare la prateria e la fenologia delle piante

4.4.1 Aree di campionamento

In adempimento a quanto richiesto dal MASE, al fine di caratterizzare la prateria di *Posidonia oceanica* antistante il porto di Livorno, sulla base delle informazioni pregresse messe a disposizione dalla committenza e dai rilevamenti acustici e video espressamente eseguiti, sono state individuate un totale di 9 stazioni di campionamento. Tre stazioni (4, 5 e 6) sono state posizionate in un settore della prateria definita dalle indagini precedenti in buone condizioni. Altre 3 stazioni (1, 2 e 3) sono state collocate in un settore di prateria precedentemente definito degradato al fine di valutarne lo stato attuale di conservazione e sono comprese tra l'area della Meloria e l'impronta di progetto. Infine, le stazioni 7, 8 e 9 sono collocate nell'area di impronta dell'opera, per confermare la presenza di *P. oceanica* osservata nei rilievi ROV del 2023 in un'area dove si riteneva fosse assente e valutarne lo stato di conservazione.

Tale attività è stata condotta quanto più possibile, viste le finalità dei rilievi, in accordo con quanto riportato nel protocollo di indagine previsto da ISPRA per le praterie di *P. oceanica*. In particolare, per ogni gruppo di tre stazioni ne è stata scelta una su cui eseguire, oltre alle analisi fenologiche e biometriche, il calcolo dell'indice PREI.

Nella figura che segue si riporta la distribuzione delle stazioni con evidenziate in giallo quelle in cui è stato eseguito anche il calcolo dell'indice PREI.

Le attività di indagine sono state condotte da COLMAR e MAREA Studio Associato del dott. Stefano Acunto e dal dott. Luigi Piazzì a giugno del 2023, di seguito si riportano i principali risultati ottenuti dalle indagini svolte, per il dettaglio delle modalità di campionamento ed analisi si rimanda alla relazione delle attività.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

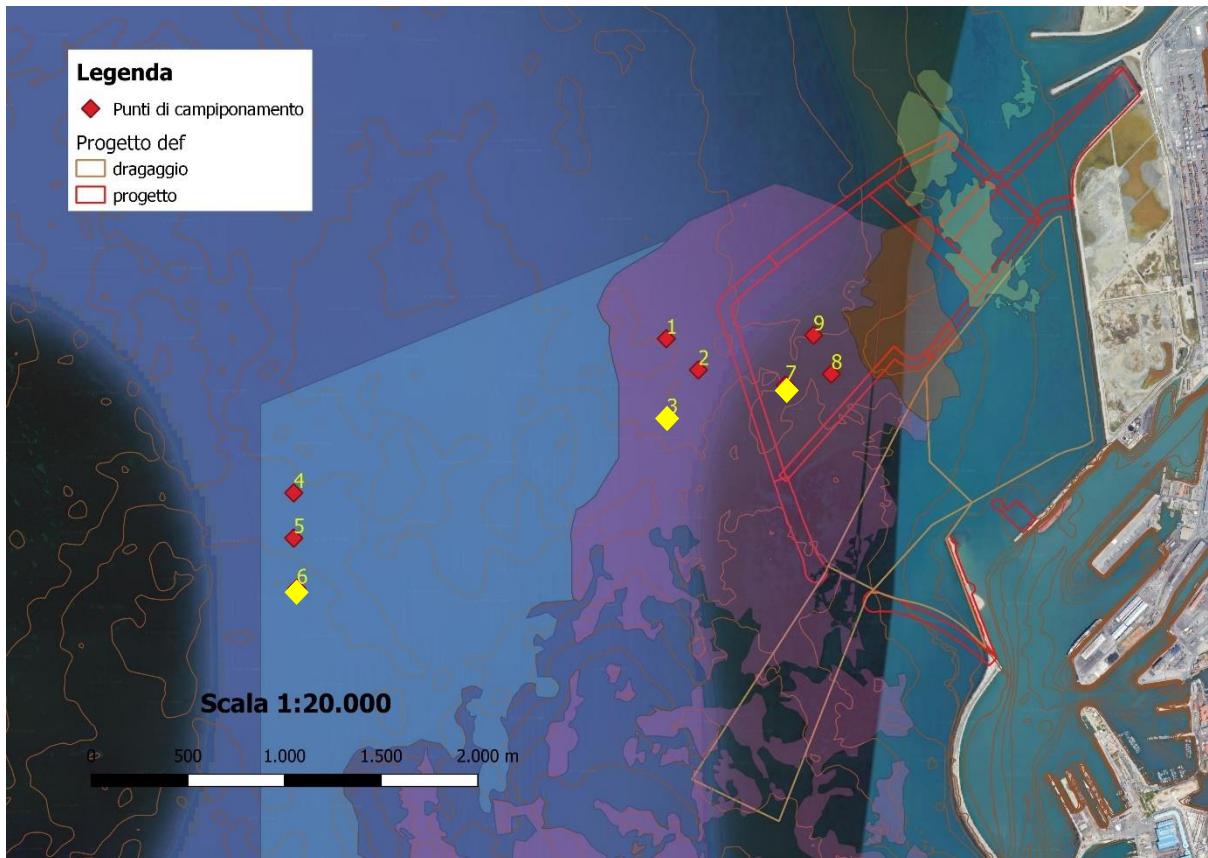


Figura 14 Stazioni di campionamento con evidenziate in giallo le stazioni su cui sono stati calcolati gli indici PREI

4.4.1.1 Area stazioni 1, 2 e 3

Presso le stazioni 1 e 2 lo studio si è limitato ad una caratterizzazione della prateria adottando una strategia di campionamento ridotta ed effettuando quindi misure di densità dei fasci e misure dei fasci ortotropi.

Oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, è stata annotata la presenza di eventuali fioriture, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria, effettuando stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, matte morta, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*.

Nella stazione 3 sono invece stati calcolati gli indici PREI per le tre repliche previste dalla metodica.

La prateria nelle tre stazioni di campionamento è risultata avere una densità compresa tra il 75% e il 90%; ciò si evince dalle tabelle che seguono dove sono riportati in sintesi i risultati delle indagini condotte nelle tre stazioni.

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

Tabella 11 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 1

LIVORNO							
Stazione 1	43° 34.047'N	10° 16.116'E	Profondità: 9 m	Data di campionamento: 29/06/2023			
	Posidonia	Matte					
Copertura %	75	25				Dens di riferimento 10 m: 349	
Substrato	MATTE						
DENSITA'	Q1	Q2	Q3		Densità (N medio di fasci/m2):	352,0833333	Tipo III (rada)
N fasci per quadrato (40x40 cm):	52	54	63		DEV ST	36,62165798	
N fasci per m2:	325	337,5	393,75		Err STD	21,14414433	

Tabella 12 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 2

LIVORNO							
Stazione 2	43° 33.959'N	10° 16.237'E	Profondità: 8,5 m	Data di campionamento: 29/06/2023			
	Posidonia	Matte					
Copertura %	85	15				Dens di riferimento 10 m: 349	
Substrato	MATTE						
DENSITA'	Q1	Q2	Q3		Densità (N medio di fasci/m2):	300	Tipo III (rada)
N fasci per quadrato (40x40 cm):	48	42	54		DEV ST	37,5	
N fasci per m2:	300	262,5	337,5		Err STD	21,65127021	

Tabella 13 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 3 nelle tre repliche che verranno poi utilizzate per il calcolo dell'indice PREI

LIVORNO							
Stazione 3(1) PREI	43° 33.825'N	10° 16.114'E	Profondità: 9 m	Data di campionamento: 28/06/2023			
	Posidonia	Matte					
Copertura %	85	15				Dens di riferimento 10 m: 349	
Substrato	MATTE						
DENSITA'	Q1	Q2	Q3		Densità (N medio di fasci/m2):	200	Tipo IV (molto rada)
N fasci per quadrato (40x40 cm):	29	32	35		DEV ST	18,75	
N fasci per m2:	181,25	200	218,75		Err STD	10,8256351	
LIVORNO							
Stazione 3(2) PREI	43° 33.825'N	10° 16.114'E	Profondità: 9 m	Data di campionamento: 28/06/2023			
	Posidonia	Matte					
Copertura %	90	10				Dens di riferimento 10 m: 349	
Substrato	MATTE						
DENSITA'	Q1	Q2	Q3		Densità (N medio di fasci/m2):	358,3333333	Tipo III (rada)
N fasci per quadrato (40x40 cm):	63	54	55		DEV ST	30,83051789	
N fasci per m2:	393,75	337,5	343,75		Err STD	17,80052996	
LIVORNO							
Stazione 3(3) PREI	43° 33.825'N	10° 16.114'E	Profondità: 9 m	Data di campionamento: 28/06/2023			
	Posidonia	Matte					
Copertura %	80	20				Dens di riferimento 10 m: 349	
Substrato	MATTE						
DENSITA'	Q1	Q2	Q3		Densità (N medio di fasci/m2):	208,3333333	Tipo IV (molto rada)
N fasci per quadrato (40x40 cm):	38	33	29		DEV ST	28,18281096	
N fasci per m2:	237,5	206,25	181,25		Err STD	16,27183081	

4.4.1.2 Area stazioni 4, 5 e 6

Presso le stazioni 4 e 5 lo studio si è limitato ad una caratterizzazione della prateria adottando una strategia di campionamento ridotta ed effettuando quindi misure di densità dei fasci e misure dei fasci ortotropi.

Oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, è stata annotata la presenza di eventuali fioriture, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria, effettuando stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, matte morta, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*.

Nella stazione 6 sono invece stati calcolati gli indici PREI per le tre repliche previste dalla metodica.

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx

La prateria nelle tre stazioni di campionamento è risultata avere una densità compresa tra l'85% e il 90%; ciò si evince dalle tabelle che seguono dove sono riportati in sintesi i risultati delle indagini condotte nella stazione.

Tabella 14 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 4

LIVORNO Stazione 4	43° 33.633'N	10° 14.676'E	Profondità: 9 m	Data di campionamento: 29/06/2023
	Posidonia	Matte		
Copertura %	85	15		Dens di riferimento 10 m: 349
Substrato	MATTE			
DENSITA'	Q1	Q2	Q3	Densità (N medio di fasci/m2): 352,0833333 Tipo III (rada)
N fasci per quadrato (40x40 cm):	49	56	64	DEV ST 46,90970937
N fasci per m2:	306,25	350	400	Err STD 27,08412781

Tabella 15 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 5

LIVORNO Stazione 5	43° 33.507'N	10° 14.673'E	Profondità: 9 m	Data di campionamento: 29/06/2023
	Posidonia	Matte		
Copertura %	85	15		Dens di riferimento 10 m: 349
Substrato	MATTE			
DENSITA'	Q1	Q2	Q3	Densità (N medio di fasci/m2): 272,9166667 Tipo IV (molto rada)
N fasci per quadrato (40x40 cm):	52	49	30	DEV ST 74,56470903
N fasci per m2:	325	306,25	187,5	Err STD 43,05121769

Tabella 16 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 3 nelle tre repliche che verranno poi utilizzate per il calcolo dell'indice PREI

LIVORNO Stazione 6(1) PREI	43° 33.366'N	10° 14.682'E	Profondità: 10 m	Data di campionamento: 28/06/2023
	Posidonia	Matte		
Copertura %	90	10		Dens di riferimento 10 m: 349
Substrato	MATTE			
DENSITA'	Q1	Q2	Q3	Densità (N medio di fasci/m2): 393,75 Tipo III (rada)
N fasci per quadrato (40x40 cm):	58	65	66	DEV ST 27,2431184
N fasci per m2:	362,5	406,25	412,5	Err STD 15,72928314
LIVORNO Stazione 6(2) PREI	43° 33.366'N	10° 14.682'E	Profondità: 10 m	Data di campionamento: 28/06/2023
	Posidonia	Matte		
Copertura %	90	10		Dens di riferimento 10 m: 349
Substrato	MATTE			
DENSITA'	Q1	Q2	Q3	Densità (N medio di fasci/m2): 302,0833333 Tipo III (rada)
N fasci per quadrato (40x40 cm):	67	40	38	DEV ST 101,2294218
N fasci per m2:	418,75	250	237,5	Err STD 58,44654837
LIVORNO Stazione 6(3) PREI	43° 33.366'N	10° 14.682'E	Profondità: 10 m	Data di campionamento: 28/06/2023
	Posidonia	Matte		
Copertura %	85	15		Dens di riferimento 10 m: 349
Substrato	MATTE			
DENSITA'	Q1	Q2	Q3	Densità (N medio di fasci/m2): 270,8333333 Tipo IV (molto rada)
N fasci per quadrato (40x40 cm):	53	21	56	DEV ST 121,2457044
N fasci per m2:	331,25	131,25	350	Err STD 70,00329353

4.4.1.3 Area stazioni 7, 8 e 9

Presso le stazioni 8 e 9 lo studio si è limitato ad una caratterizzazione della prateria adottando una strategia di campionamento ridotta ed effettuando quindi misure di densità dei fasci e misure dei fasci ortotropi.

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

Oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, è stata annotata la presenza di eventuali fioriture, il tipo di substrato, la continuità della prateria, la composizione della prateria, effettuando stime percentuali di copertura relative a: *P. oceanica*, matte morta, *Cymodocea nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Caulerpa cylindracea* e *Caulerpa taxifolia*.

Nella stazione 7 sono invece stati calcolati gli indici PREI per le tre repliche previste dalla metodica.

La prateria nelle tre stazioni di campionamento è risultata avere una densità compresa tra il 25% e il 90%; ciò si evince dalle tabelle che seguono dove sono riportati in sintesi i risultati delle indagini condotte nella stazione.

Tabella 17 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 7 nelle tre repliche che verranno poi utilizzate per il calcolo dell'indice PREI

LIVORNO									
Stazione 7(1) PREI		43° 33.913'N	10° 16.571'E	Profondità: 8 m	Data di campionamento: 28/06/2023				
	Posidonia	Matte							
Copertura %	90	10						Dens di riferimento 10 m: 349	
Substrato	MATTE								
DENSITA'	Q1	Q2	Q3		Densità (N medio di fasci/m2):	375	Tipo III (rada)		
N fasci per quadrato (40x40 cm):	45	74	61		DEV ST		90,78649404		
N fasci per m2:	281,25	462,5	381,25		Err STD		52,41714436		
LIVORNO									
Stazione 7(2) PREI		43° 33.913'N	10° 16.571'E	Profondità: 8 m	Data di campionamento: 28/06/2023				
	Posidonia	Matte							
Copertura %	90	10						Dens di riferimento 10 m: 349	
Substrato	MATTE								
DENSITA'	Q1	Q2	Q3		Densità (N medio di fasci/m2):	312,5	Tipo III (rada)		
N fasci per quadrato (40x40 cm):	53	43	54		DEV ST		38,01726581		
N fasci per m2:	331,25	268,75	337,5		Err STD		21,94992253		
LIVORNO									
Stazione 7(3) PREI		43° 33.913'N	10° 16.571'E	Profondità: 8 m	Data di campionamento: 28/06/2023				
	Posidonia	Matte							
Copertura %	90	10						Dens di riferimento 10 m: 349	
Substrato	MATTE								
DENSITA'	Q1	Q2	Q3		Densità (N medio di fasci/m2):	360,4166667	Tipo III (rada)		
N fasci per quadrato (40x40 cm):	66	65	42		DEV ST		84,85588273		
N fasci per m2:	412,5	406,25	262,5		Err STD		48,99300388		

Tabella 18 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 8

LIVORNO									
Stazione 8		43° 33.942'N	10° 16.748'E	Profondità: 10 m	Data di campionamento: 28/06/2023				
	Posidonia	Matte							
Copertura %	35	65						Dens di riferimento 10 m: 349	
Substrato	MATTE								
DENSITA'	Q1	Q2	Q3		Densità (N medio di fasci/m2):	381,25	Tipo III (rada)		
N fasci per quadrato (40x40 cm):	54	61	68		DEV ST		43,75		
N fasci per m2:	337,5	381,25	425		Err STD		25,25981524		

Tabella 19 Riepilogo dei risultati di Livorno per la stazione 9

LIVORNO									
Stazione 9		43° 34.051'N	10° 16.682'E	Profondità: 11 m	Data di campionamento: 28/06/2023				
	Posidonia	Matte							
Copertura %	25	75						Dens di riferimento 10 m: 349	
Substrato	MATTE								
DENSITA'	Q1	Q2	Q3		Densità (N medio di fasci/m2):	275	Tipo IV (molto rada)		
N fasci per quadrato (40x40 cm):	41	39	52		DEV ST		43,75		
N fasci per m2:	256,25	243,75	325		Err STD		25,25981524		

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
--	---	--

4.4.1.4 Indice PREI per la stazione interna all'area di progetto (7), per la stazione intermedia rispetto al progetto e alla Meloria (3) e per la stazione prossima alla secca della Meloria (6)

Al fine di poter valutare lo stato ecologico della prateria presente al largo della costa livornese che sarà interessata dalle opere di progetto è stato calcolato l'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index, Gobert et al., 2009), che rappresenta l'indice nazionale di classificazione dell'EQB Angiosperme secondo il DM 260/10 (1233_PD-C-015(20)_0 Relazione tecnica dott. Stefano Acunto, 2023). Per la metodica si rimanda al par. 3.3.1.4.

In tutte e tre le stazioni l'indice ha evidenziato uno stato ecologico BUONO secondo quanto previsto dalla normativa nazionale.

Tabella 20 Valore dell'indice PREI nella stazione 6 posta nel settore prossimo alle Secche della Meloria

Località	STAZ	descrittori	valori	PREI RC BIPO			
				N	EQR'	EQR	class EQR
	AREA 6(1)	Densità (fascio/m2)	393,75	0,66	0,620	0,663	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	292,17	0,94			
		Prof limite inf (m)	18	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	120	0,45			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1300				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				
	AREA 6(2)	Densità (fascio/m2)	302,08	0,50	0,601	0,647	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	316	1,02			
		Prof limite inf (m)	18	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	100	0,47			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1470				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				
	AREA 6(3)	Densità (fascio/m2)	270,83	0,45	0,591	0,638	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	381,17	1,23			
		Prof limite inf (m)	18	-0,08			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	130	0,46			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1840				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				
EQR MEDIO PER STAZIONE 6			CLASSIFICAZIONE STATO ECOLOGICO				
0,634			BUONO				

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx

Tabella 21 Valore dell'indice PREI nella stazione 3 posta nel settore di transizione tra la Meloria e l'area di impronta del progetto

Località	STAZ	descrittori	valori	PREI RC BIPO			
				N	EQR'	EQR	class EQR
	AREA 3(1)	Densità (fascio/m2)	200	0,33	0,569	0,617	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	332,17	1,07			
		Prof limite inf (m)	18	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	90	0,47			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1460				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				
	AREA 3(2)	Densità (fascio/m2)	358,33	0,60	0,637	0,679	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	326,67	1,05			
		Prof limite inf (m)	18	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	120	0,46			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1520				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				
	AREA 3(3)	Densità (fascio/m2)	208,33	0,35	0,504	0,558	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	319	1,03			
		Prof limite inf (m)	18	-0,08			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	90	0,47			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1290				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				

EQR MEDIO PER STAZIONE 3	CLASSIFICAZIONE STATO ECOLOGICO
0,618	BUONO

Tabella 22 Valore dell'indice PREI nella stazione 7 posta nel settore di impronta dell'opera

Località	STAZ	descrittori	valori	PREI RC BIPO			
				N	EQR'	EQR	class EQR
Livorno	AREA 7(1)	Densità (fascio/m2)	375	0,63	0,591	0,638	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	274,50	0,89			
		Prof limite inf (m)	18	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	200	0,44			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1740				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				
	AREA 7(2)	Densità (fascio/m2)	312,5	0,52	0,538	0,589	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	259,33	0,84			
		Prof limite inf (m)	18	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	200	0,41			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1110				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				
	AREA 7(3)	Densità (fascio/m2)	360,42	0,60	0,499	0,553	BUONO
		Superficie fogliare (cm2/fascio)	194,67	0,63			
		Prof limite inf (m)	18	0,12			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	230	0,40			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1160				
		Tipo di limite (λ) (*)	-3				

EQR MEDIO PER STAZIONE 7	CLASSIFICAZIONE STATO ECOLOGICO
0,593	BUONO

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

4.4.1.5 Conclusioni

L'analisi dei risultati riguardanti la copertura della prateria di *Posidonia oceanica* prospiciente l'area portuale di Livorno svolta nell'ambito della relazione di MAREA Studio Associato del dott. Acunto ha evidenziato che la prateria colonizza il fondo marino in modo discontinuo soprattutto nei settori più prossimi alla linea di costa ed al porto.

Tale discontinuità in termini di copertura si accentua nell'area di impronta dell'opera in progetto dove alcune stazioni di campionamento (ST8 e ST9) fanno registrare tra i valori di copertura della pianta più bassi tra quelli rilevati in tutti i settori analizzati e pari rispettivamente al 35% ed al 25%, con la rimanente parte di fondo occupata da matre morta e/o radure sabbiose. La distribuzione della pianta in questo stesso settore di prateria appare tutt'altro che omogenea, infatti, presso la stazione ST7 si registra comunque una copertura pari al 90 %.

Presso il settore di transizione, tra l'area di impronta dell'opera e le Secche della Meloria, la prateria diventa sempre più continua con valori che oscillano tra il 75% e l'85%.

Infine, presso il settore più lontano dalla costa e vicino alla Meloria la prateria conferma la sua distribuzione prevalentemente continua, intervallata solo da radure sabbiose, con coperture che oscillano tra l'85% e il 90%, valori di copertura paragonabili a quanto riscontrato nell'indagine del 2022 presso la stazione di campionamento AREA 2, localizzata poco più a Sud di questo gruppo di stazioni, dove la copertura registrata era dell'80%.

4.5 Indagini Remotely Operated Vehicle (ROV) su aree di fondale caratterizzato dalla presenza di substrati duri

Sono stati eseguiti specifici rilievi ROV in aree in cui lo studio GIONHA aveva evidenziato la presenza di habitat di coralligeno. I rilievi ROV svolti hanno evidenziato la presenza di alcune specie afferenti all'habitat. Nella figura che segue si riporta la mappa con la localizzazione dei transetti ROV eseguiti impostati sulla base della mappatura GIONHA e nel prosieguo si riportano le tabelle con i target che è stato possibile individuare dai video ROV con alcune immagini del fondale.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

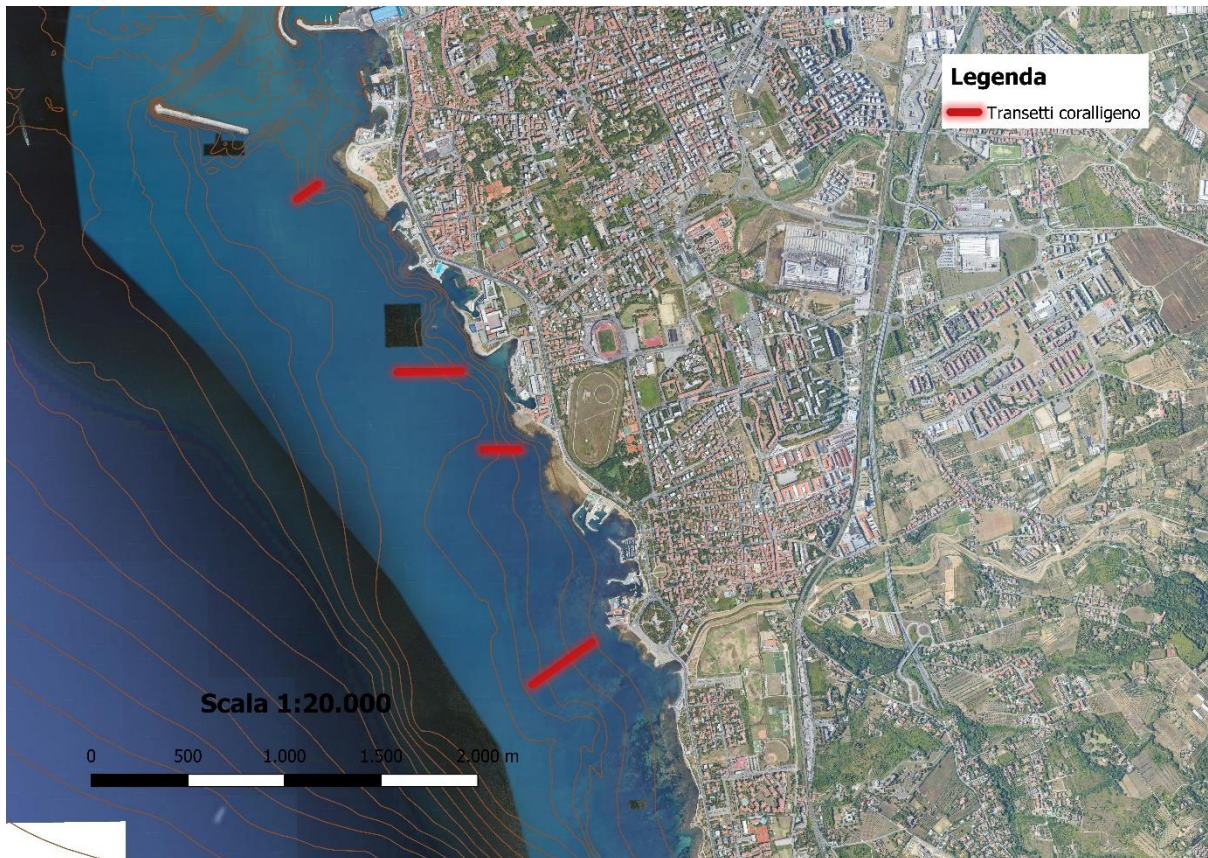


Figura 15 Trasetti ROV nell'area indicata dal progetto GIONHA come potenzialmente interessata dalla presenza di habitat di substrato duro e coralligeno

Nelle foto e nelle tabelle che seguono si riportano alcuni target individuati durante le riprese ROV e alcune immagini delle aree monitorate.

Le indagini eseguite ed i risultati ottenuti hanno suggerito l'inserimento di specifici rilievi degli habitat di substrato duro da condursi in accordo per quanto possibile con quanto richiesto da ISPRA (2020) poiché siamo in condizioni di presenza di specie anche afferenti al coralligeno ma che sono localizzate su superfici frammentate ed orizzontali e su batimetrie poco elevate (tra i 10 e i 20 m).

Pérès e Picard (1964) identificano quest'habitat come coralligeno di orizzonte inferiore della roccia litorale che si sviluppa ad una profondità che può essere anche molto inferiore a quella del piano circalitorale.

Tra la componente vegetale osservata ritroviamo delle specie appartenenti al gruppo delle alghe Corallineaceae e le Peyssoneliaceae; sono, inoltre, presenti alghe verdi quali *Codium* sp. e *Halimeda tuna*.

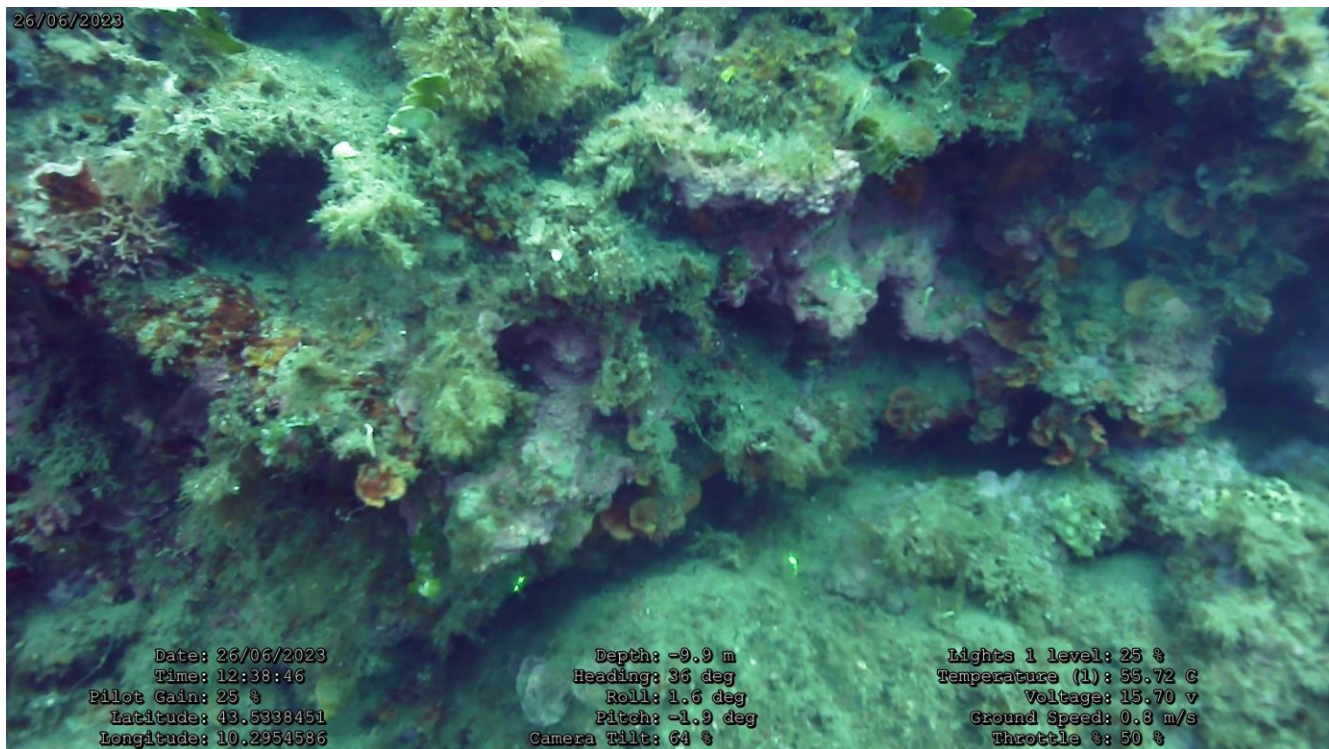
Tra la componente animale si segnala la presenza di qualche specie di porifero massivo e incrostante (dalle riprese video non è tuttavia possibile risalire ad un livello superiore di determinazione), di briozoi eretti e incrostanti. Pur rilevando comunque nessuna incidenza dei fattori perturbativi di progetto (in fase di cantiere e di esercizio) nell'ambito territoriale a sud del porto di Livorno, cautelativamente, al fine di meglio caratterizzare le biocenosi è stato comunque previsto dal PMA di progetto una specifica

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
--	---	--

attività di rilievo di questi habitat di substrato duro presenti nel litorale sud di Livorno su più stazioni lungo i transetti oggetto del presente rilievo ROV.

Tabella 23 Transetto habitat substrato duro n 1: target e coordinate WGS84

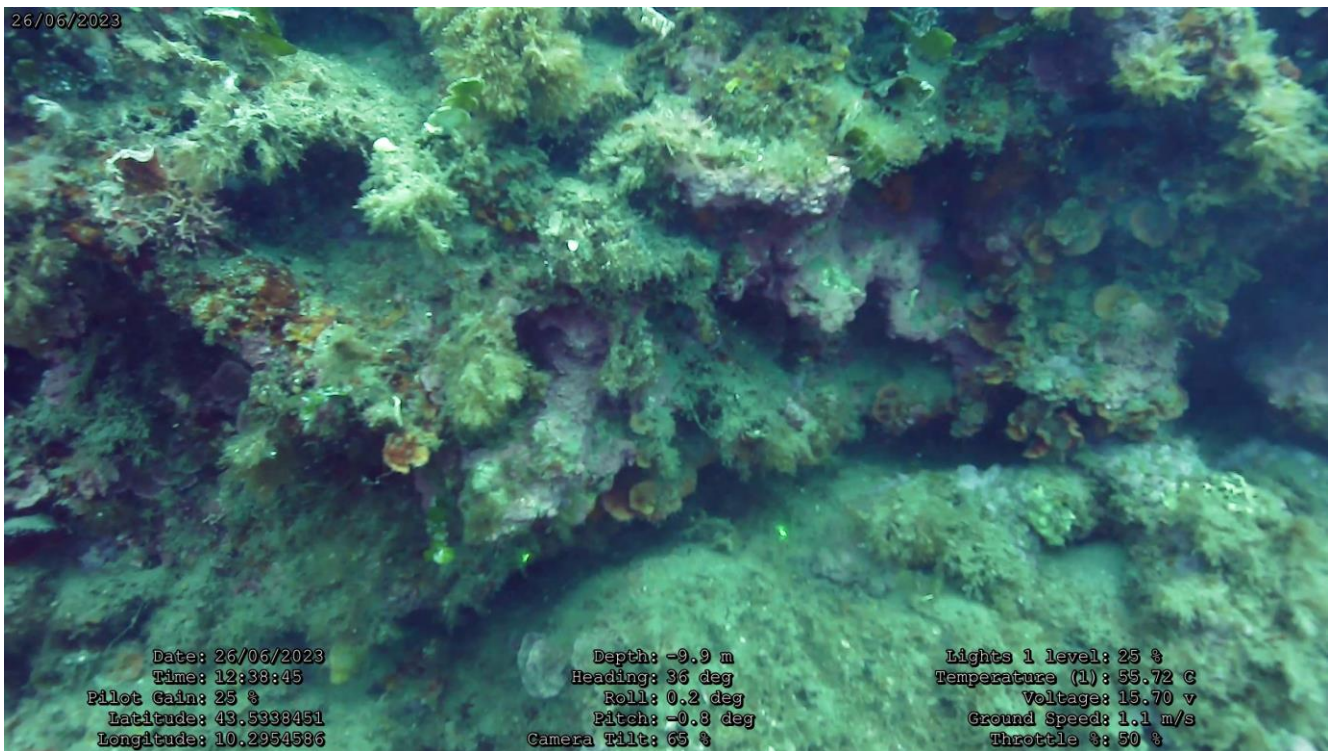
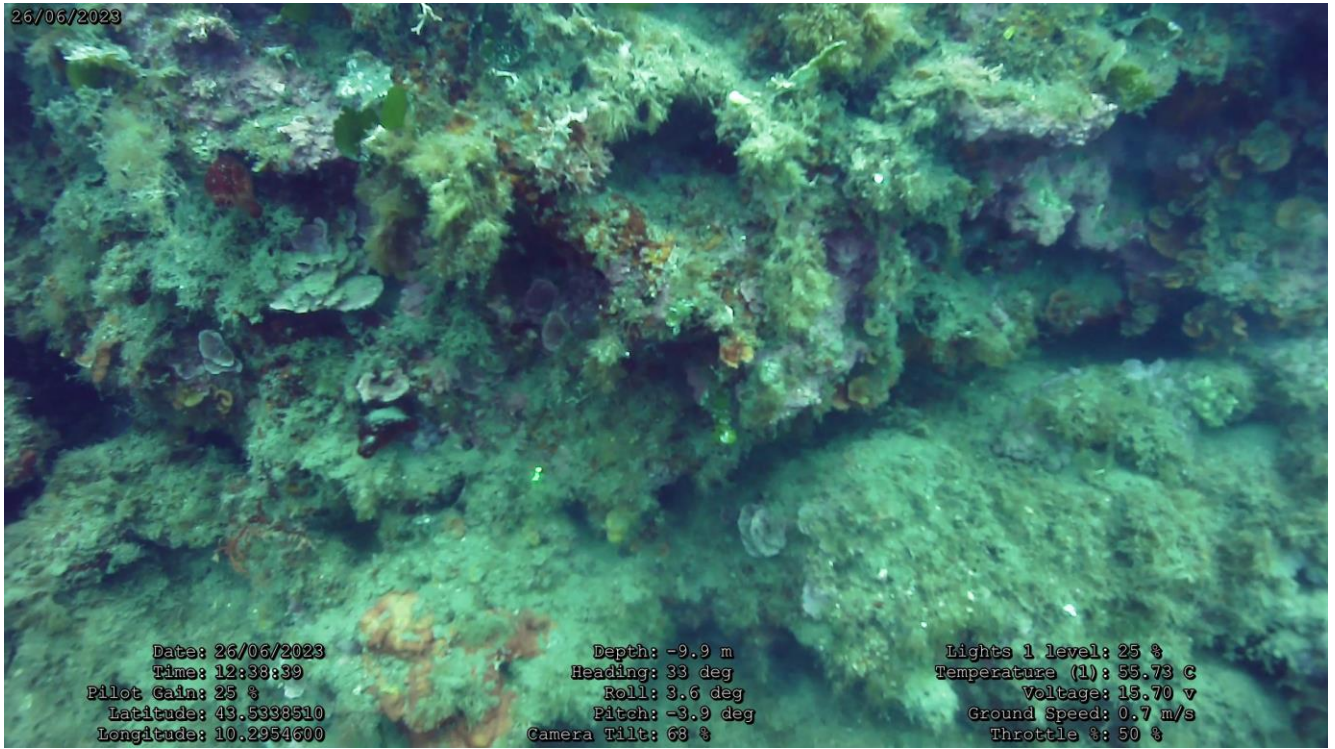
Lat	Long	Target	Depth
43.5334815	10.29478860	Matte morta ciuffi di PO e sedimento grossolano	12
43.5336390	10.2950455	PO	10
43.5337278	10.2952346	PO su roccia calcarea (organogena)	10
43.5338543	10.2954533	Roccia organogena con <i>Peyssonnelia</i> sp e Rhodophyta calcaree incrostanti e PO	10
43.5338786	10.2955071	Sabellide, <i>Halimeda tuna</i> e PO	9
43.5338861	10.2955318	Rhodophyta calcaree incrostanti e PO	9



Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx



Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx



Figura 16 Immagini riprese dal ROV lungo la linea del transetto 1

Tabella 24 Transetto habitat substrato duro n 3: target e coordinate WGS84

Lat	Long	Target	Depth
43.5254215	10.30101230	Rocce organogene con Rhodophyta calcaree incrostanti, <i>Codium sp.</i>	10.5
43.5254210	10.3010401	Rocce organogene con Rhodophyta calcaree incrostanti e <i>Peyssonnelia sp.</i>	11
43.5254220	10.3010761	<i>Peyssonnelia sp</i>	11.5
43.5254280	10.3011011	<i>Porifero massivo</i>	11.6
43.5254265	10.3012026	Rocce organogene con Rhodophyta calcaree incrostanti, <i>Halimeda tuna</i> e <i>Peyssonnelia sp</i>	
43.5254161	10.3013308	Rocce organogene con Rhodophyta calcaree incrostanti su sedimento grossolano	16.5

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

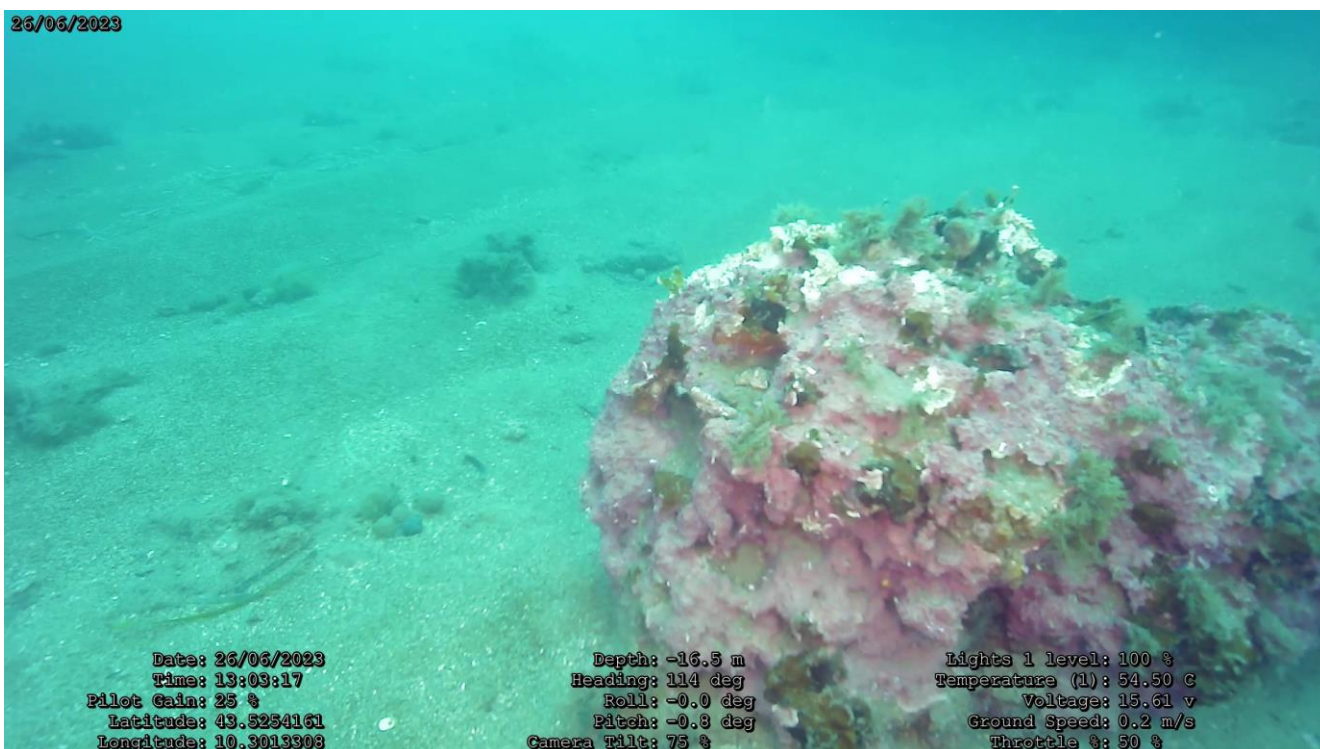
Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_1.docx



Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx



Figura 17 Immagini riprese dal ROV lungo la linea del transetto 3

Tabella 25 Transetto habitat substrato duro n 4: target e coordinate WGS84

Lat	Long	Target	Depth
43.5217441	10.30639410	PO	10.5
43.5217485	10.3064816	PO su sedimento grossolano	11.2
43.5217438	10.3067358	Roccia organogena su PO su sedimento grossolano	11.2
43.5217371	10.3070750	Roccia su isola sabbiosa con sedimento grossolano con Rhodophyta calcaree incrostanti, <i>Halimeda tuna</i> , <i>Peyssonnelia</i> sp, Porifero incrostante	10.6
43.5217461	10.3071033	PO	10.3
43.5217576	10.3073841	Porifero incrostante	10.4
43.5217428	10.3079333	PO	9.1

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

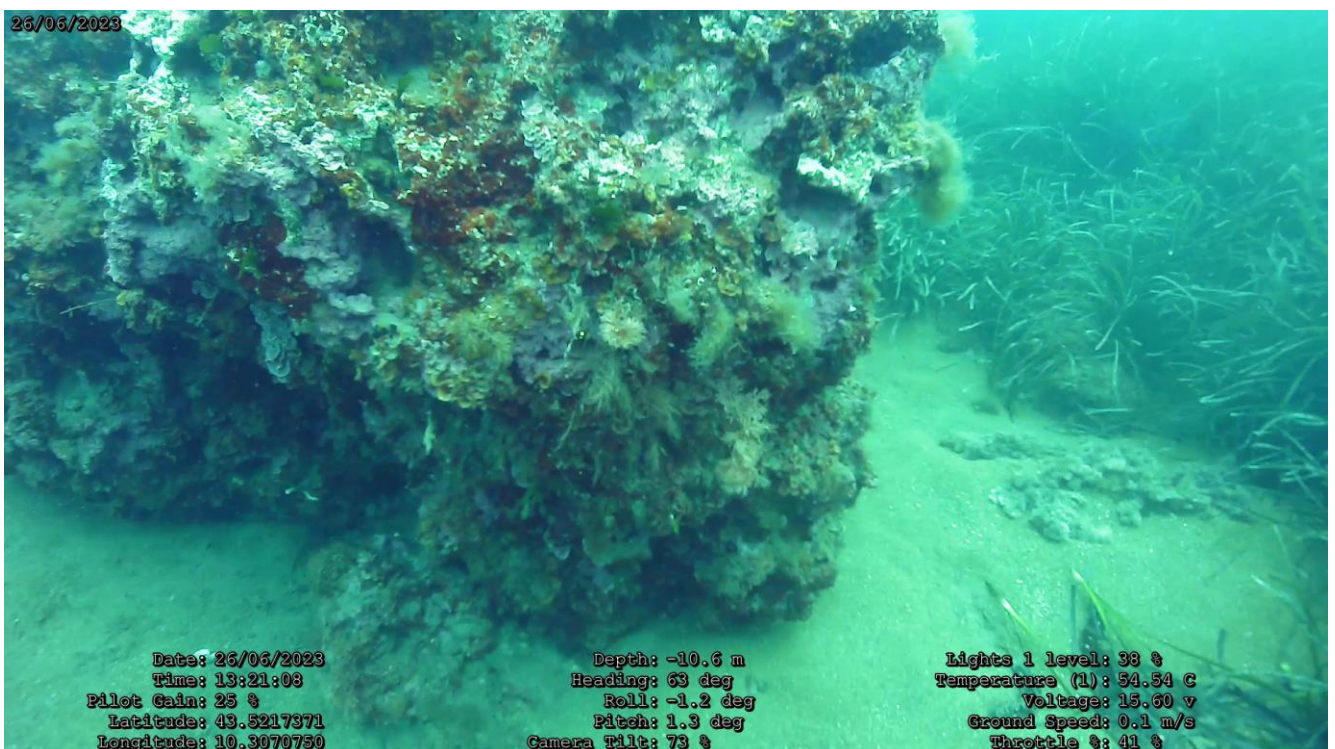
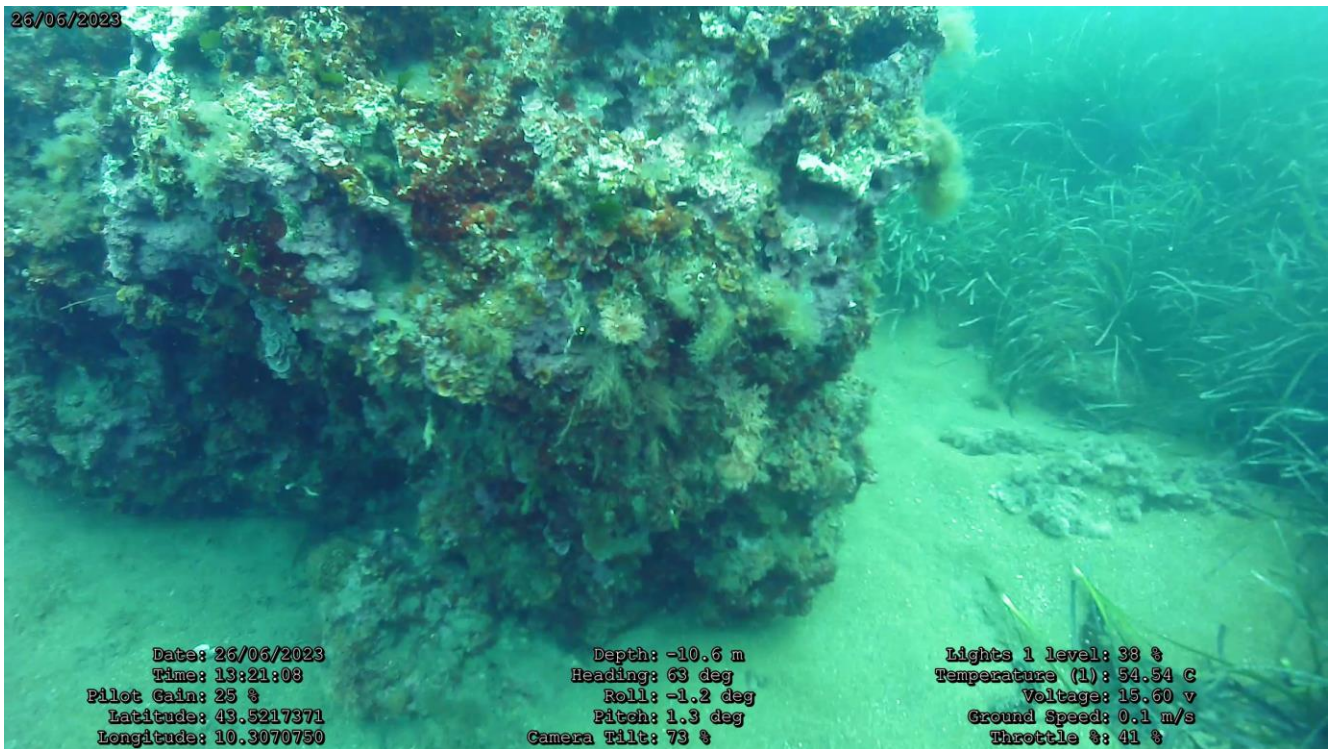


Figura 18 Immagini riprese dal ROV lungo la linea del transetto 4

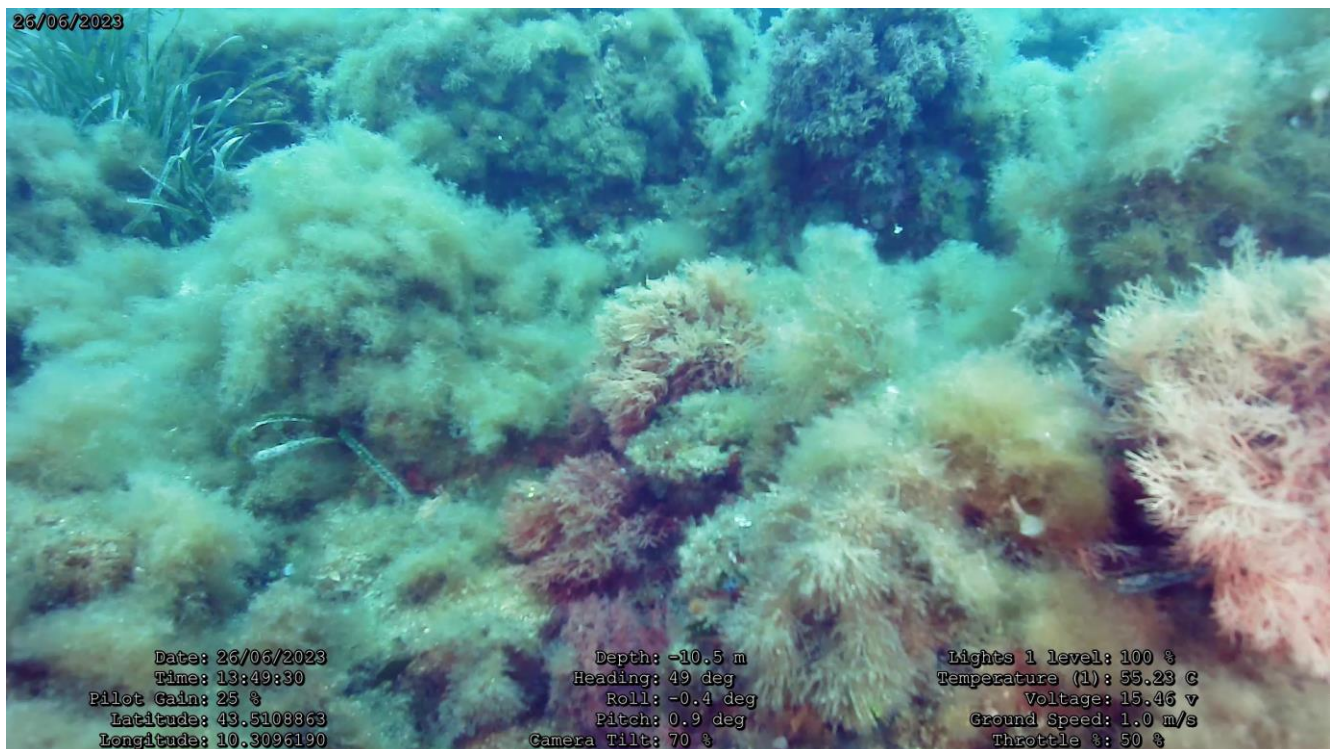
Tabella 26 Transetto habitat substrato duro n 4: target e coordinate WGS84

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx

Lat	Long	Target	Depth
43.5107260	10.30933210	Roccia con PO	9.7
43.5110005	10.3097861	Rhodophyta calcaree incrostanti, <i>Peyssonnelia</i> sp.	8.6
43.5111213	10.3100563	<i>Codium</i> sp.	6.5
43.5112351	10.3102486	<i>Codium</i> sp.	6
43.5112443	10.3102635	Roccia con alghe fotofile	5.8



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_1.docx

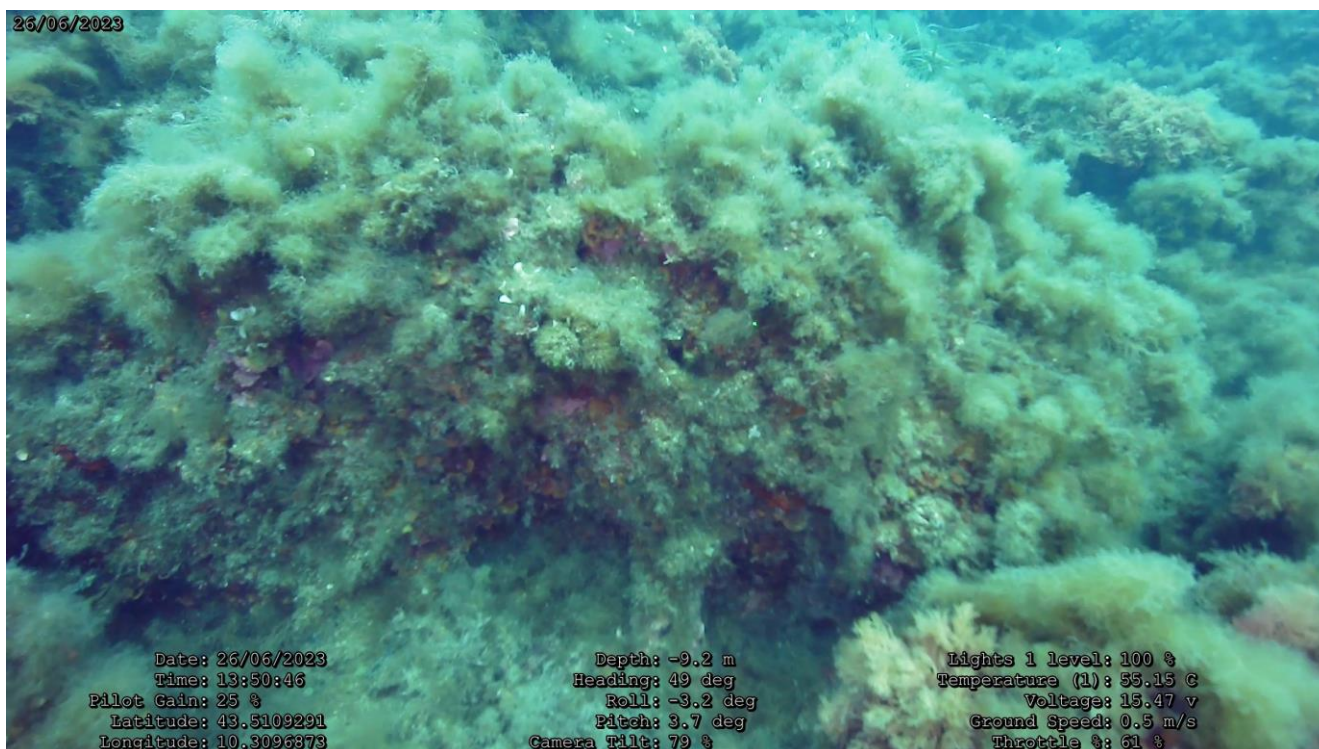


Figura 19 Immagini riprese dal ROV lungo la linea del transetto 5

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
--	---	--

5 DISTRIBUZIONE DELLA PRATERIA

Al fine di valutare la distribuzione della prateria di *Posidonia* presente lungo la costa antistante il Porto di Livorno sono state considerate le seguenti indagini:

- Mappatura delle biocenosi bentoniche condotta nell'ambito del Progetto GIONHA;
- mappatura delle biocenosi di prateria redatta da CIBM nel 2017)
- indagini acustiche con SSS e MBES condotte nel 2019;
- indagini acustiche con SSS eseguite nel corso di Maggio 2022;
- indagini ROV eseguite nel corso del 2022;
- indagini di campo e prelievo di campioni eseguito a maggio 2022 dal COLMAR srl;
- indagini acustiche con SSS eseguite nel corso di giugno 2023 ;
- indagini ROV eseguite nel corso del 2023 ;
- indagini di campo e prelievo di campioni eseguito a giugno 2023 dal COLMAR srl .

Si rimanda alle tavole grafiche 1233_PD-C-101 e 1233_PD-C-108_0.

Sulla base delle indagini elencate è stato possibile verificare una certa correlazione tra i rilievi condotti da CIBM nel 2017 e le successive indagini in termini di distribuzione delle piante; alcune differenze, già ipotizzate nel 2022, sono state confermate nel corso delle indagini condotte nel 2023 per quanto concerne la densità e lo stato della prateria nelle aree più vicine alla costa.

Le analisi fenologiche condotte sulle piante prelevate nelle stazioni nel 2023, in aree precedentemente classificate come degradate, sono risultate, seppure con **densità rada e in disequilibrio** (Pergent et al., 1995; Buia et al., 2003), in uno stato di **conservazione buono** secondo l'indice PREI che è utilizzato per l'EQR stato ecologico ed è risultato in tutte le stazioni con uno stato buono, sebbene in gran parte delle stazioni la **densità** sia risultata di tipo **rado**.

Nelle aree sottoposte alle indagini sono state rilevate aree in cui lo stato della prateria è risultata in uno stato migliore rispetto a quanto rilevato nel 2017 sulla base delle densità e sulla base degli indici PREI calcolati nei diversi settori analizzati.

Generalmente la prateria ha cicli piuttosto lenti, tuttavia si segnala la drastica diminuzione dell'afflusso di acque dolci e relative plume di torbida dallo scolmatore avvenuto nel corso dell'ultimo quinquennio che può aver determinato condizioni migliori per gli habitat situati in prossimità della sua foce.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

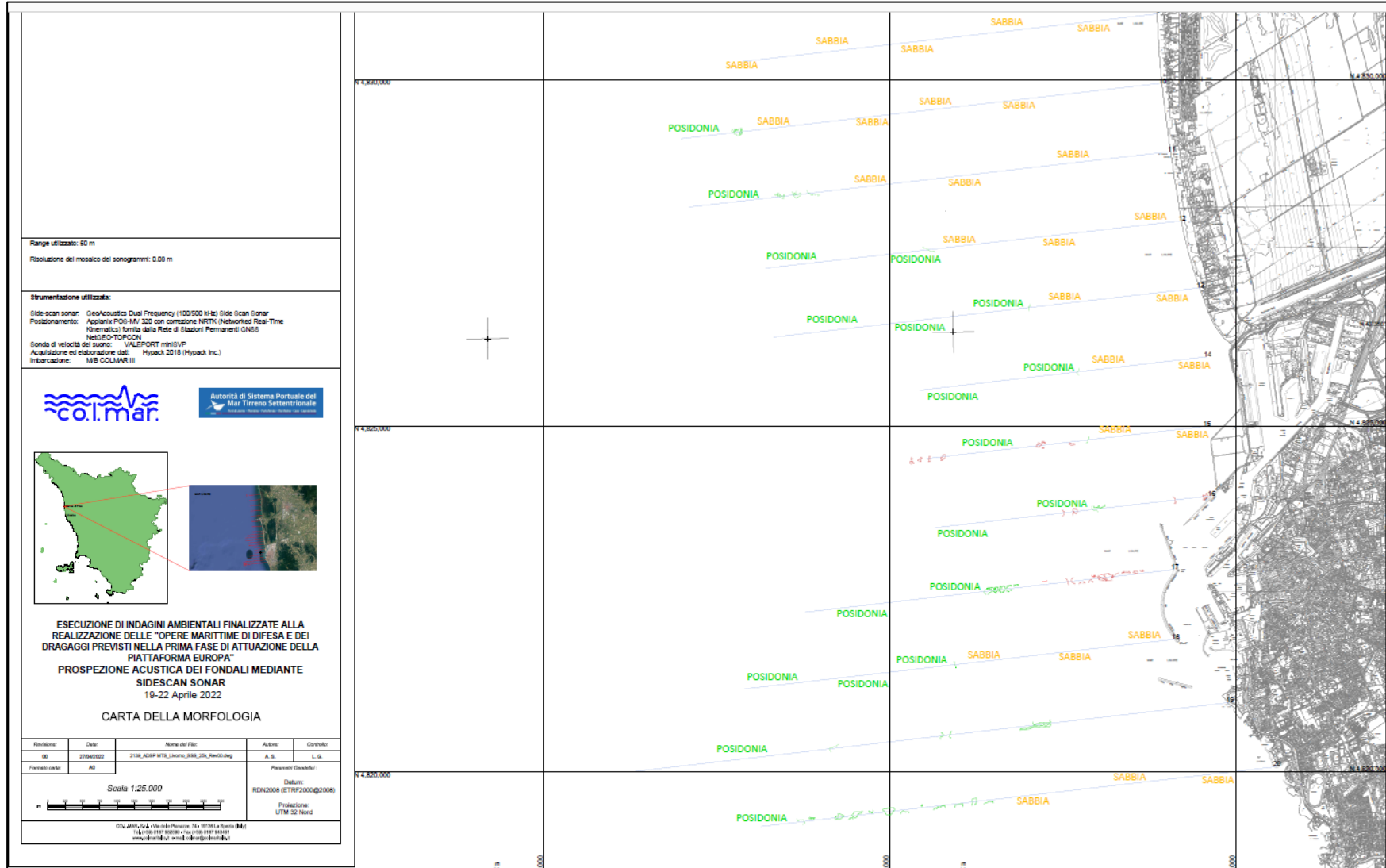


Figura 20 Distribuzione della *P. oceanica* sulla base dei rilievi condotto da COLMAR nel 2022

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_1.docx

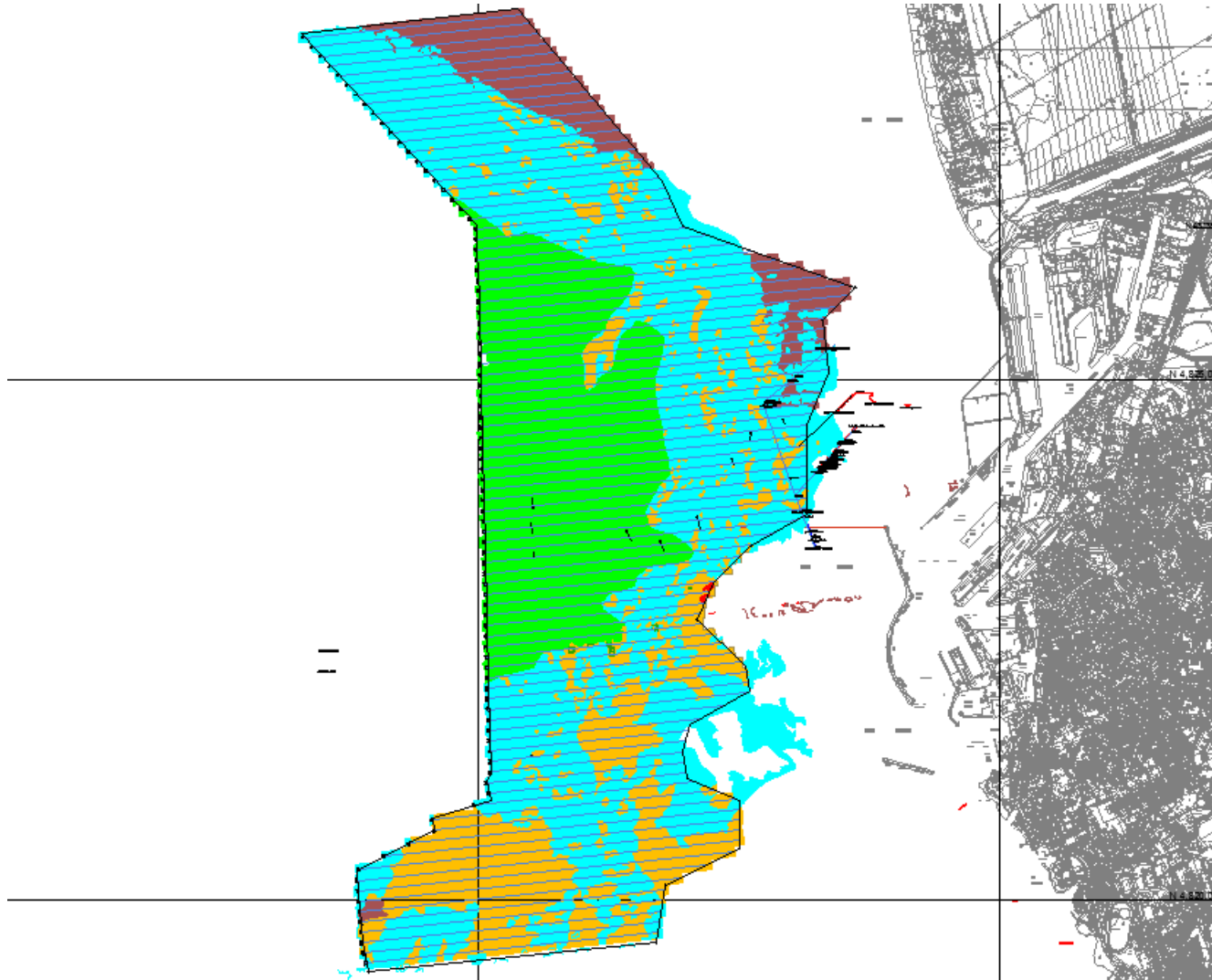


Figura 21 Distribuzione della *P. oceanica* sulla base dei rilievi condotto da COLMAR nel 2023

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
--	---	--

I rilievi condotti nel 2022 sul limite della prateria caratterizzata da una densità densa (Pergent et al., 1995) confermano quanto evidenziato nel 2017 con il limite principale che ha subito limitati cambiamenti; le aree dove nel 2022 si è ipotizzato l'espianto delle talee sono visivamente risultate di buona qualità, qualità che è stata confermata dalle indagini condotte sulle principali caratteristiche fenologiche delle piante che sono riportate in seguito (cfr. par. 3.3.1).

Per quanto concerne le indagini ROV condotte nel 2023, queste hanno confermato quanto già rilevato nel corso delle indagini del 2022; per quanto concerne il poligono posto dinnanzi al limite monitorato della prateria nel 2022 e che nella precedentemente mappatura era stato indicato come prateria degradata, si è constatata una sua espansione e uno stato di qualità apparente migliore rispetto a quanto emerso in passato.

Il rilievi condotti unitamente alle misure analitiche eseguite sulle piante hanno evidenziato la presenza di aree di prateria, in alcuni casi più rada, ma in altri di buona qualità secondo l'indice PREI ancorché classificata come in disequilibrio e rada secondo Buia et al. (2003) secondo Pergent et al. (1995).

Per quanto concerne i transetti eseguiti in **ambito portuale**, questi hanno confermato la presenza **di aree di prateria rada** in alcuni tratti dove le batimetrie lo consentano; spesso, inoltre, queste aree sono localizzate su roccia che si eleva dal fondale favorendo quindi l'esposizione alla luce delle piante e, al tempo stesso, limitando la sedimentazione sulle piante dovuta al trasporto solido e alla risospensione dei sedimenti.

6 PROPOSTA DI TRAPIANTO

6.1 Tipologie di trapianto considerate in fase di progettazione

Per la scelta della tecnica di trapianto da proporre, sono state inizialmente considerate tutte quelle riportate nel manuale "Conservazione e gestione della naturalità degli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto di praterie di *Posidonia oceanica*" (ISPRA, 2014). Successivamente, si è fatto riferimento al più recente ed aggiornato "Manuale delle tecniche e delle procedure operative per il trapianto di *Posidonia oceanica*" sviluppato, con la collaborazione dei massimi esperti italiani in tema di trapianto e riforestazione di Posidonia, nell'ambito del progetto LIFE SEPOSSO (LIFE 16 GIE/IT/000761) (Bacci e La Porta, 2022).

Le prime esperienze di trapianto di *P. oceanica*, realizzate impiegando tecniche generalmente utilizzate per rafforzare e migliorare lo stato di conservazione di praterie di altre fanerogame marine, non ebbero un esito positivo. Le ulteriori esperienze, a partire da quelle condotte dalla scuola francese di Georges Cooper e dal gruppo dei *Jardiniers de la Mer* (Augier et al., 1996; Cooper, 1982) e le successive sperimentazioni, realizzate soprattutto in Italia, hanno, nel tempo, mostrato risultati più incoraggianti (Scardi et al., 2023; Calvo et al., 2021; AA.VV., 2020).

L'esperienza maturata dagli insuccessi pregressi, le nuove scoperte sulla biologia della pianta, l'impiego di nuove tecnologie, nonché la disponibilità di dati di monitoraggio dei trapianti su lunghi periodi ha, successivamente, permesso di realizzare trapianti di Posidonia sempre più efficaci e sostenibili (Bacci e La Porta, 2022; Boudouresque et al., 2021; Piazzini et al., 2021; Bacci et al., 2019; Badalamenti et al., 2015).

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

Nel tempo sono state ideate e sperimentate ulteriori modalità di ancoraggio, come geostuoie e biostuoie, sempre con maggiore attenzione alla sostenibilità ambientale della tecnica (Acunto et al., 2023; 2017; Frau et al., 2023; Piazzì et al., 2021).

6.1.1 Trapianto *posidonia* mediante biostuoie

Tra le principali tecniche di trapianto di talee di *P. oceanica* utilizzate nell'ambito di attività di restoring ambientale o di compensazione di danni arrecati alle praterie da opere marino-costiere sottoposte a Valutazione d'Impatto Ambientale, si colloca la tecnica delle Biostuoie (o geocompositi biodegradabili) (Bacci T., La Porta B., 2022). L'utilizzo dei geocompositi biodegradabili è stata utilizzata in diverse sperimentazioni su piccole superfici, ma anche ormai largamente adottata in opere di ripristino o compensative su media ed ampia scala dove, accanto alla sua efficacia è stata verificata la sua completa compatibilità con l'ambiente e con la prateria circostante (AAVV, 2021; Acunto et al., 2023 e 2017; Frau et al., 2023; Maltese et al., 2021; Monnier et al., 2022; Piazzì et al., 2021).

Le biostuoie favoriscono oltre che l'ancoraggio di talee e germogli anche l'intrappolamento di sedimento, la stabilizzazione del substrato e la colonizzazione di un popolamento algale simile a quello della matte. Questo aspetto è particolarmente importante in quanto viene favorito il ripristino di struttura e funzioni di un ecosistema simile a quello delle praterie naturali. Pertanto, l'impiego di stuoie biodegradabili rappresenta un metodo di trapianto particolarmente sostenibile da un punto di vista ecologico e quindi idoneo per progetti su ampia scala.

Descrizione sintetica della tecnica

La tecnica qui descritta nasce dall'idea di utilizzare materiali e metodi già impiegati con successo in ambiente terrestre in opere di ingegneria naturalistica. In queste applicazioni vengono utilizzate piante vive per interventi antierosivi e di consolidamento, in genere in abbinamento con altri materiali (legno, terra, roccia, geotessili, reti zincate ecc.). Tecniche e materiali sono di uso comune in ambiente terrestre e fluviale e, a partire dalle prime sperimentazioni su sabbia e matte (Cinelli et al., 2007a; 2007b; Cinelli et al., 2014) ed una successiva applicazione su vasta scala realizzata su sabbia come misura di compensazione conseguente alla Valutazione di Impatto Ambientale di un opera portuale (Acunto et al., 2015), le più recenti e soddisfacenti applicazioni in ambiente marino risalgono al 2016 (Acunto et al., 2017; Frau et al., 2023; Piazzì et al., 2021) e al 2019 (Acunto et al., 2023; Piazzì et al., 2021).

La tecnica prevede come supporto di ancoraggio per talee, semi e/o germogli di *P. oceanica* l'utilizzo di geocompositi "R.E.C.S.® - Cocco" (Reinforced Erosion Control System). Si tratta di tappeti costituiti da una rete in fibra naturale 100% di cocco (biostuoia) fissata, già durante la fase produttiva, ad un elemento di rinforzo metallico costituito da una rete esagonale a doppia torsione (8 x 10 cm) (fig. 1). La biostuoia ha una massa areica di 700 g/m² e presenta una buona resistenza meccanica alla trazione longitudinale (= 20 kN/m).

I geocompositi vengono normalmente venduti in rotoli di dimensioni 50 x 2 m (fig. 2) dai quali, essendo facilmente sezionabili, possono essere ricavate stuoie tagliate su misura a seconda delle esigenze dell'utilizzatore. Stuoie di dimensioni variabili tra i 5 m ed i 12,5 m di lunghezza per 2 m di larghezza hanno dato ottime garanzie di stabilità e tenuta (fig. 3).

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

Le stuoie, che faranno da supporto alle piante, vengono stese sul fondo ed ancorate al substrato mediante semplici picchetti costituiti da tondini metallici lunghi circa 100 - 120 cm e sezione di diametro da 1 a 1,4 cm.



Figura 22 Dettaglio dei geocompositi "R.E.C.S.® - Cocco"



Figura 23 Rotoli di geocomposito R.E.C.S.® - Cocco da 50 m X 2 m.

Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_1.docx



Figura 24 Geocomposito R.E.C.S.® - Cocco in situ ad un anno dal trapianto presso il Comune di Rio (Isola d'Elba, LI)

La scelta dei geocompositi “ R.E.C.S.® – Cocco” qui proposti appare la migliore in considerazione della loro completa biodegradabilità associata comunque ad un'ottima resistenza all'usura che permette loro di conservare la loro funzione di trattenere le piante *in situ* per un periodo (dalle sperimentazioni realizzate ad oggi, superiore a 48 mesi) che si è dimostrato essere ampiamente sufficiente a garantire la stabilizzazione e l'attecchimento di talee e germogli al substrato di reimpianto.

Riguardo il posizionamento sul fondo, oltre alla corretta scelta del sito e del substrato di installazione, operativamente è necessario che le stuoie aderiscano il più possibile al fondo, evitando sollevamenti sia ai margini che nelle loro parti centrali, per minimizzare l'attrito opposto ai movimenti delle acque e facilitare il radicamento delle piante al substrato primario. A tale fine, si propone di utilizzare stuoie di almeno 5 m di lunghezza, in quanto tagli più corti comportano una minore flessibilità della rete metallica, e come substrato di installazione la *matte morta* di *P. oceanica* che si è dimostrato il fondo che fornisce le migliori garanzie di tenuta delle biostuoie ed attecchimento delle piante.

6.1.2 Trapianto di *posidonia* mediante picchetti

In associazione alla tecnica delle biostuoie, nel caso di superfici di *matte morta* ridotte (inferiori ai 10 m²) e piuttosto sparpagliate, si propone l'eventuale uso della tecnica che prevede l'utilizzo di picchetti per l'ancoraggio delle talee al substrato. Anche questa tecnica è descritta in Bacci e La Porta (2022).

La tecnica che prevede l'impiego di picchetti di varia natura, dimensione e forma vede il suo primo impiego in Fonseca et al. (1982) durante un trapianto di *Zoostera marina* Linnaeus 1753. Successivamente i picchetti furono utilizzati per il trapianto anche di altre fanerogame, come *Posidonia oceanica*, sia in interventi sperimentali volti a verificare l'efficacia del picchetto come sistema di ancoraggio e/o analizzare la sopravvivenza delle talee in differenti condizioni di profondità, substrato e pattern spaziali (Genot et al., 1994; Meinesz et al., 1993; Molenaar e Meinesz, 1995; Robello, 2019) sia in trapianti su vasta scala finalizzati al restauro ambientale (Castejon-Silvo et al., 2021).

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

Recentemente, la tecnica è stata utilizzata in un trapianto di *P. oceanica* all'isola del Giglio, nell'ambito di un piano di ripristino ambientale dell'area soggetta all'impatto del naufragio della Costa Concordia, avvenuta nel 2012 (Bacci et al., 2016; Mancini et al., 2019). Di seguito, viene descritta l'attività di trapianto mediante picchetti, facendo specifico riferimento al caso di studio dell'isola del Giglio (Bacci e La Porta, 2022).

Descrizione sintetica della tecnica

Il picchetto utilizzato all'isola del Giglio è formato da due tondini di ferro di 0,6 cm di diametro ciascuno, saldati tra loro in uno o più punti e ricurvi ad una delle due estremità a formare due archi che hanno lo scopo di fermare i rizomi di Posidonia. L'altra estremità del picchetto è appuntita per facilitarne la penetrazione all'interno del substrato. La resistenza alla trazione dei picchetti, misurata in immersione tramite un dinamometro a molla, è pari a 6 kg (59,5 N) su matte, più che sufficiente per assicurare una buona tenuta del rizoma.

Le dimensioni del picchetto sono: lunghezza di 30 cm, larghezza di 10 cm, ogni arco e largo 5 cm e alto 8 cm (fig. 4).

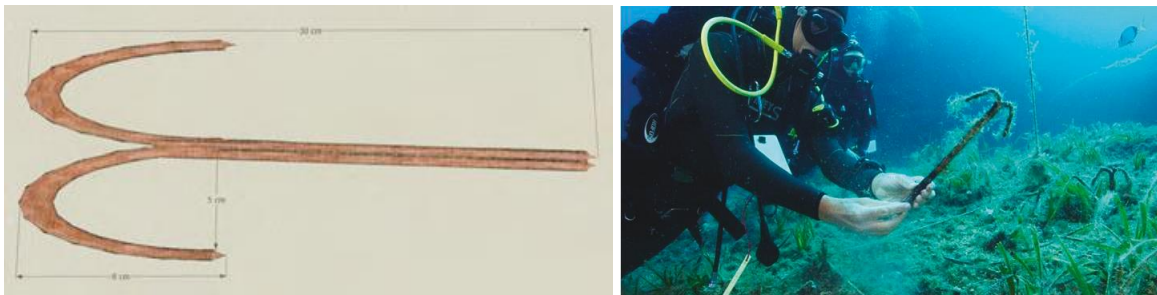


Figura 25 Picchetto utilizzato per il trapianto all'Isola del Giglio (GR). (Fonte Bacci e La Porta, 2022)

A partire da questo modello lungo 30 cm sono state sviluppate due varianti per l'utilizzo del picchetto in situazioni particolari. Il primo tipo, da utilizzare su matte con spessore ridotto, presenta dimensioni minori (20 cm) mentre il secondo si caratterizza per una lunghezza maggiore (50 cm) ed è idoneo per l'impiego su fondi mobili laddove necessario.

La tipologia di picchetti utilizzabile è comunque di vario tipo e, in alcuni casi, anche disponibile in commercio tra quelli utilizzati in orticoltura (fig. 5).

Il materiale ottimale per il trapianto è composto da rizomi preferibilmente plagiotropi lunghi 10-30 cm, portanti ognuno 2-4 fasci fogliari, preferibilmente con radici in buone condizioni. Le talee saranno trapiantate, all'interno di nuclei di impianto corrispondenti alle aree di matte morta identificate nell'indagine in immersione, vengono trapiantate un numero variabile da 3 a 10 talee (Piazzi et al. 2021).

Le talee fissate al substrato per mezzo di picchetti metallici (fig. 5) rappresentano un metodo di facile applicazione, a basso impatto ambientale e che ha mostrato alti tassi di sopravvivenza (Molenaar e Meinesz, 1995; ISPRA 2014).

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx



Figura 26 Picchetti e natelli da utilizzare per fissare e marcare la posizione delle talee; a dx esempio di trapianto di fasci di *posidonia* (da <https://medtrix.fr/le-projet-repic-debut-dune-politique-de-restauration-des-herbiers-sous-marins-a-posidonie-en-france/>)

6.2 Individuazione delle aree di espianto ed impianto delle talee di *P. oceanica*

In fase di progettazione preliminare si è proceduto ad identificare alcune aree potenziali di espianto e reimpianto di talee di *Posidonia oceanica* in fondali con battente compreso tra i 10 m e i 15 m di profondità, scelte sulla base di precedenti indagini e mappature dei fondali condotte da CIBM nel 2017. In conformità a quanto indicato dalla normativa e sulla base della variabilità stagionale della specie si è ritenuto tuttavia necessario eseguire una preliminare verifica del fondale per poter opzionare le aree idonee all'espianto/impianto anche tenendo conto dei modelli multicriterio indicati in ISPRA (2014) e, successivamente, nelle recenti linee guida sviluppate nell'ambito del LIFE-SEPOSSO.

Implementazione dell'Indice Preliminare di Idoneità al Trapianto (PTSI) nell'ambito del LIFE-SEPOSSO

Il PTSI utilizza le informazioni ambientali disponibili per la **pre-selezione** dei siti

	Parametri	Punteggi
A	Distribuzione attuale della prateria	0 = presenza 1 = assenza
B	Presenza/assenza di <u>tanatocenosi</u> a <i>Posidonia</i>	1 = zona non vegetata 2 = presenza di matte morta
C	Prossimità ad una prateria naturale	0 = Entro un buffer di 30 metri dalla prateria esistente 1 = buffer > di 30 metri
D	Intervallo batimetrico potenziale della prateria	0 = > del limite inferiore e < del limite superiore delle praterie presenti localmente 1 = tra limite superiore e la profondità media - <u>D.S.</u> delle praterie presenti localmente 1 = tra il limite inferiore e la profondità media + <u>D.S.</u> delle praterie presenti localmente 2 = <u>profondità media ± D.S.</u> delle praterie presenti localmente
E	Tipologia del substrato	0 = limo e roccia nuda 1 = sabbia 2 = matte, sabbia con <i>Cymodocea nodosa</i>
F	Qualità dell'acqua	0 = scarsa 1 = media 2 = elevata

Si calcola mediante la formula: **PTSI = A x B x C x D x E x F**

Tabella 27 Sistema multicriterio per la valutazione di siti idonei al trapianto di *P. oceanica* (da LIFE SEPOSSO)

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

Nel 2022 si è proceduto ad una caratterizzazione della prateria nelle potenziali aree di espianto posizionate nei pressi della potenziale area di impianto (Figura 28).

La necessità di individuare aree di espianto si basava sull'ipotetica assenza di piante idonee al trapianto nell'area di impronta dell'opera in progetto. Tale ipotesi si basava, a sua volta, sulla interpretazione della mappatura eseguita nel 2017 nella quale in legenda si riportava la presenza di una prateria "degradata". Già nel 2022 le indagini condotte solamente mediante ROV e non con prelievi diretti, avevano evidenziato la presenza di praterie di *P. oceanica* in aree non precedentemente rilevate nella mappatura del 2017 (come evidenziato nella figura riportata da COLMAR nella relazione "ESECUZIONE DI INDAGINI AMBIENTALI FINALIZZATE ALLA REALIZZAZIONE DELLE "OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA" PROSPEZIONE ACUSTICA DEI FONDALI MEDIANTE SIDESCAN SONAR 19-22 Aprile 2022." (cfr. Figura 2) (documento presente nel fascicolo delle indagini 1233_PD-C-011_2)

L'area nord localizzata di fronte allo scolmatore si era caratterizzata per la presenza di *P. oceanica* con una copertura relativamente omogenea come si può verificare dalle immagini di seguito riportate.



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

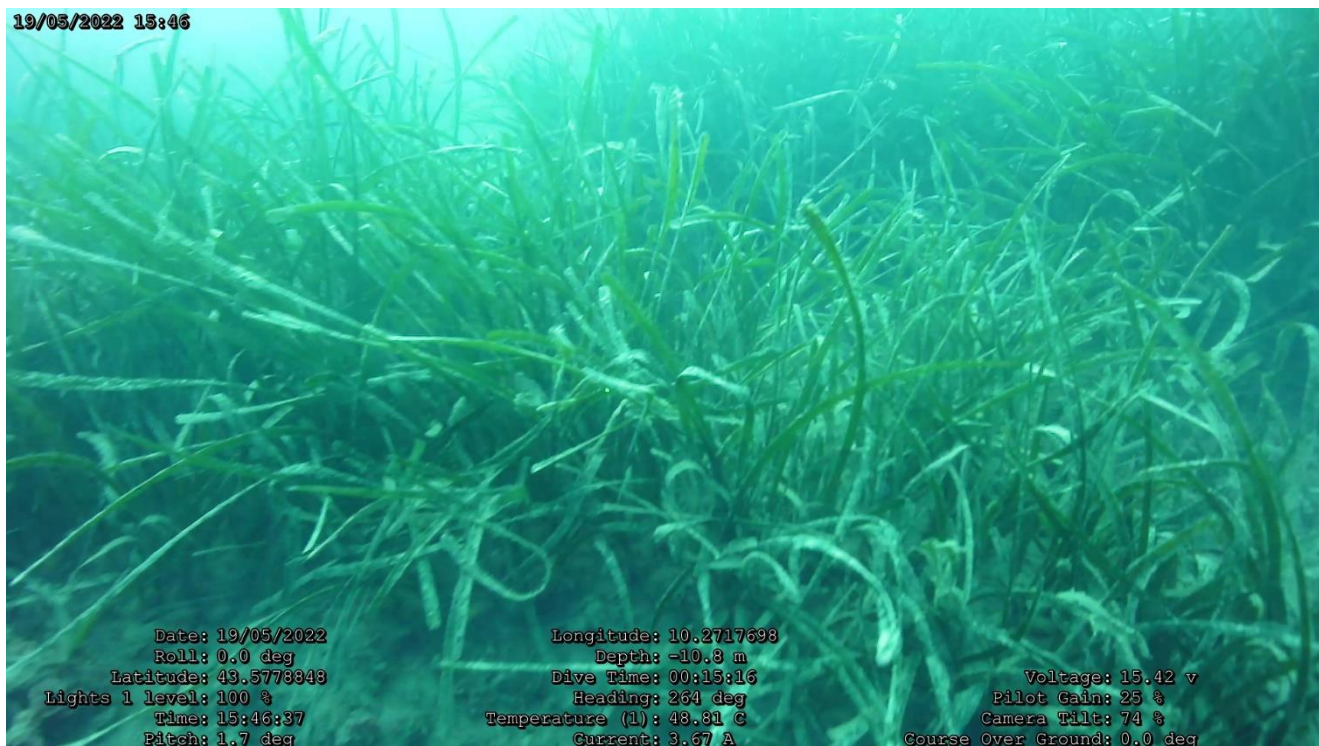
STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_1.docx

19/05/2022 15:45



19/05/2022 15:46



Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

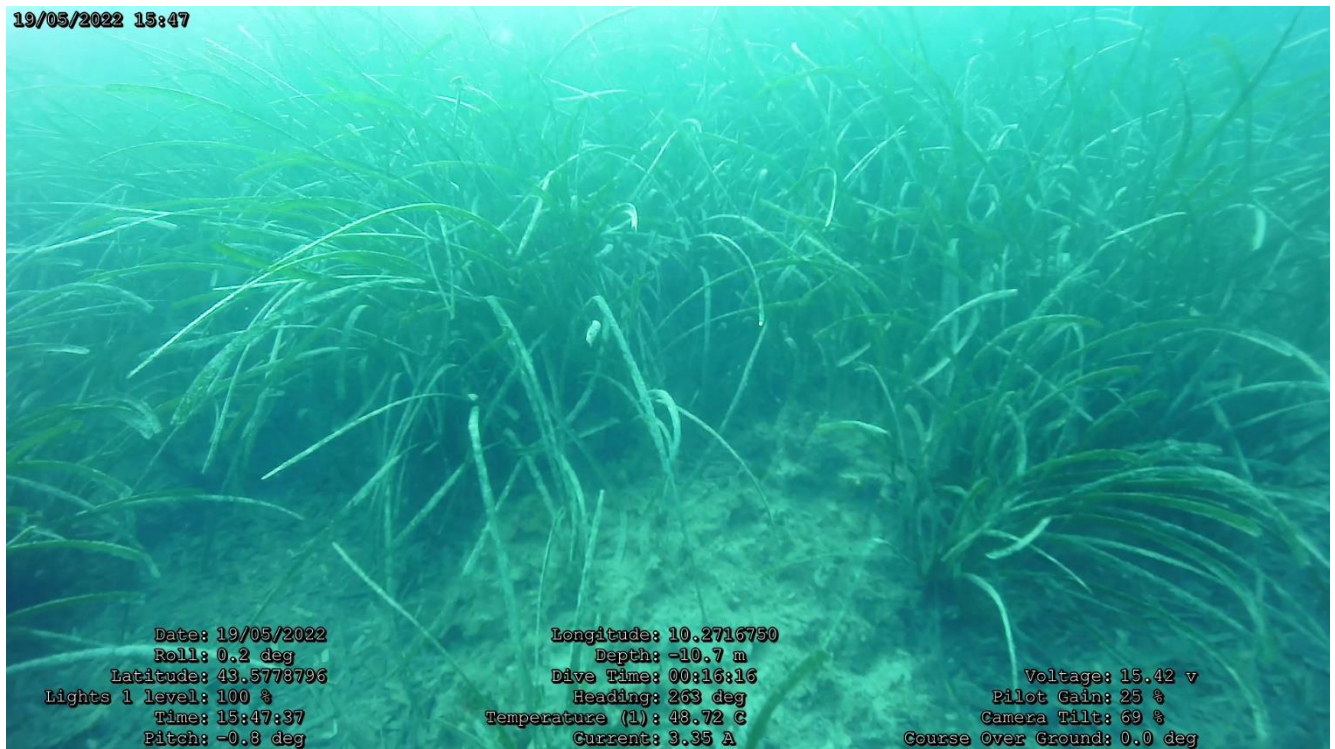


Figura 27 Prateria di *P. oceanica* presente lungo il transetto 10 porto sulla batimetrica dei 10 m

La mancanza di dati quantitativi legati al prelievo di campioni di fondale aveva portato a ritenere che non vi fossero sufficienti garanzie nel poter ipotizzare che le piante presenti potessero essere idonee al trapianto ed era stato ipotizzato la possibilità di prelevare le talee in quest'area solo a seguire di nuove indagini quantitative da effettuarsi nel corso della progettazione esecutiva.

Al contrario, il termine “degradata”, come riscontrato nelle indagini quantitative eseguite nel 2023 non solo mediante ROV ma anche mediante prelievo di campioni in immersione subacquea, si riferiva ad una **prateria sicuramente discontinua e frammentata** nella sua distribuzione, ma che nelle aree vegetate è costituita da piante tutto sommato in buono stato vegetativo perché adattate alle particolari condizioni ecologiche dell'area (si faccia riferimento alla relazione “Caratterizzazione delle praterie di *Posidonia oceanica* – Giugno 2023” redatta da MAREA Studio Associato - 1233_PD-C-015(20)_0).

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

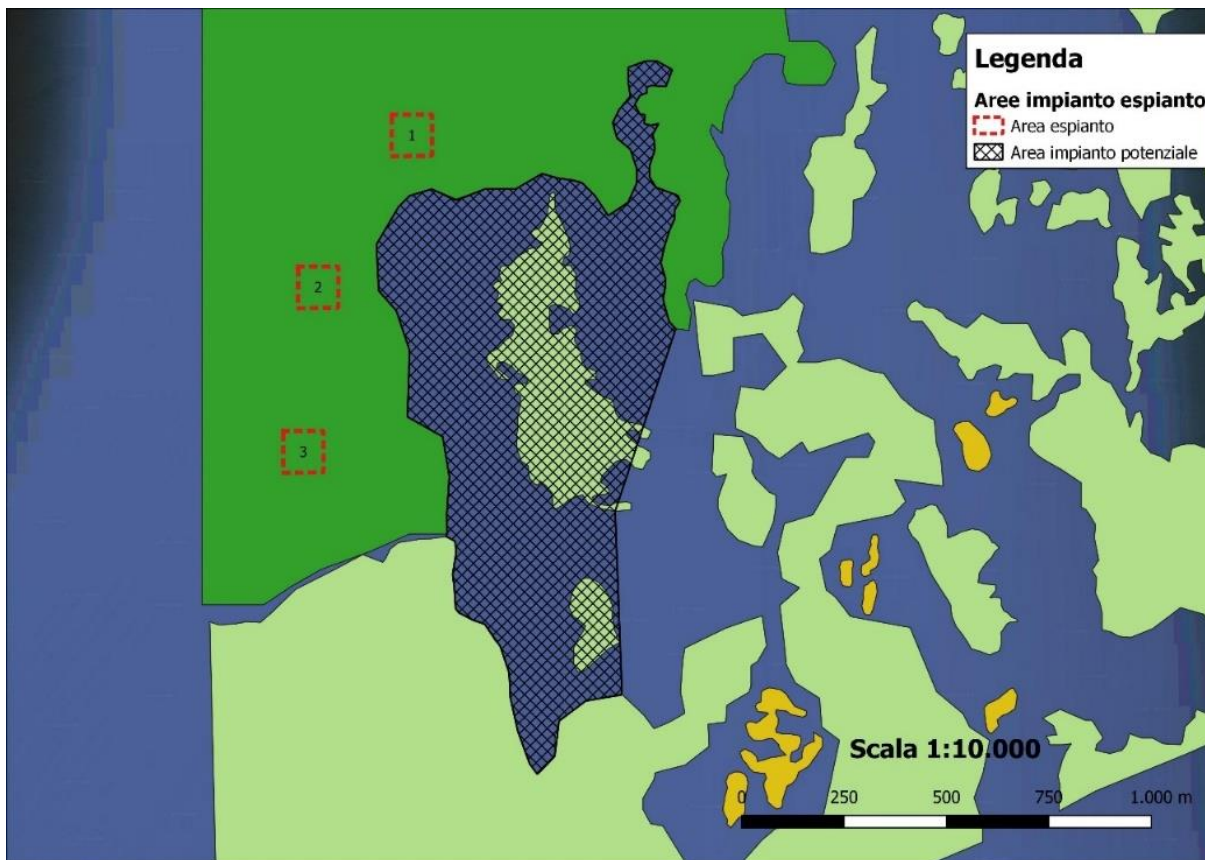


Figura 28 Aree di potenziale espianto e impianto individuate in fase di progettazione preliminare nel 2022.

6.2.1 Ulteriori aree di possibile espianto individuate a seguito delle indagini propedeutiche eseguite a maggio 2023

Le indagini condotte mediante Visual Census e ROV e mediante campionamento diretto del fondale nel corso del 2023 hanno confermato la presenza di praterie di *P. oceanica* in aree non precedentemente rilevate nelle indagini condotte da CIBM nel 2017 o indicate con presenza di prateria "degradata" come evidenziato nella figura riportata da COLMAR nella relazione "ESECUZIONE DI INDAGINI AMBIENTALI FINALIZZATE ALLA REALIZZAZIONE DELLE "OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA" PROSPEZIONE ACUSTICA DEI FONDALI MEDIANTE SIDESCAN SONAR 19-22 Aprile 2022." (cfr. Figura 2) (documento presente nel fascicolo delle indagini 1233_PD-C-011_2).

L'area localizzata di fronte allo scolmatore, interessata dalla sua *plume* e da valori di torbidità più elevati rispetto alla zona posta più sud, è caratterizzata dalla presenza di *P. oceanica* che si spinge verso terra e verso la foce del canale fino alla profondità di circa 8 m che rappresenta, almeno in questo settore il limite superiore della prateria.

L'area di impronta dell'opera in progetto occupa un settore di prateria in cui, come precedentemente riferito la copertura della pianta è risultata più discontinua e rada (Figura 29 e Figura 30) .

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx



Progetto:

Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:

Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:

STUDI AMBIENTALI

1233_PD-C-007_1.docx

22/06/2023



22/06/2023



Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

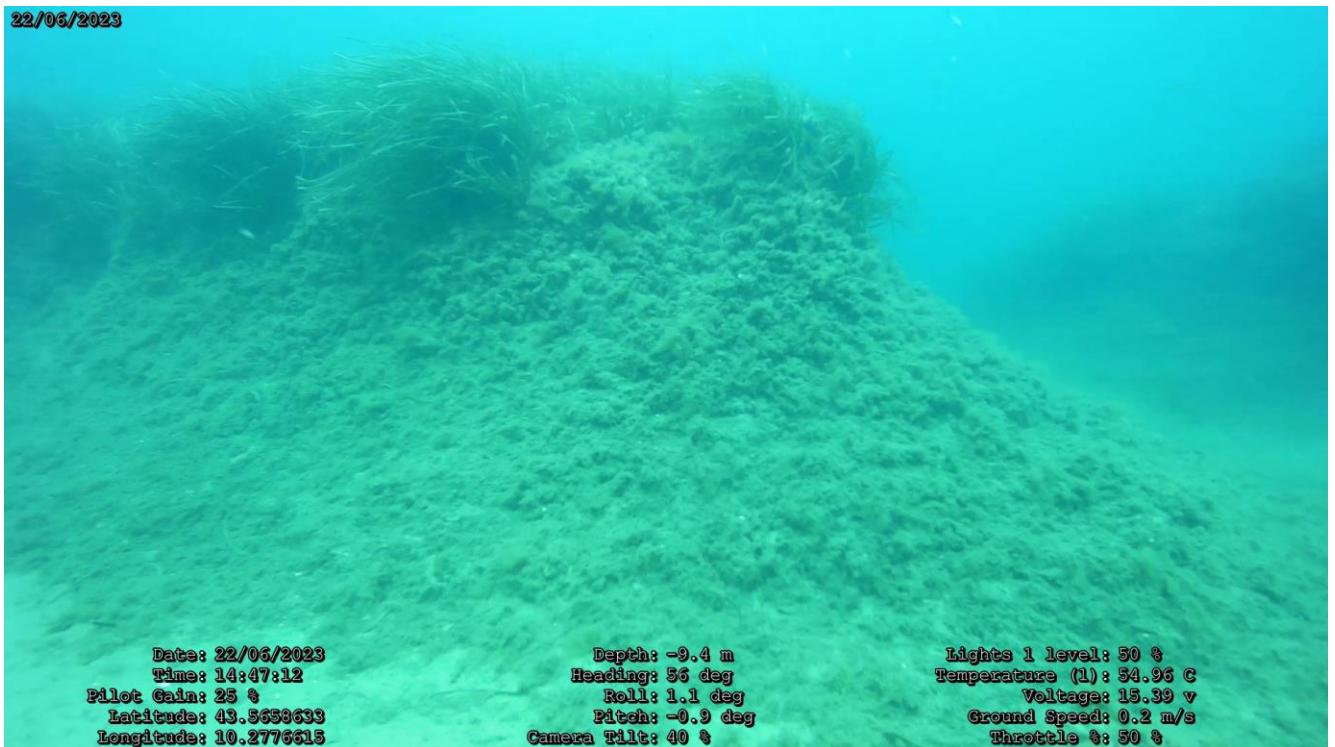


Figura 29 Immagini ROV riprese il 22 giugno 2023 lungo la Linea 1 presso l'impronta dell'opera



Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx



Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx



Figura 30 Immagini ROV riprese il 6 luglio 2023 presso l'impronta dell'opera

La copertura di *P. oceanica* è stata analizzata, oltre che mediante i video realizzati con il ROV anche in immersione durante le indagini di caratterizzazione della prateria eseguite da MAREA Studio Associato.

Progetto:
Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
STUDI AMBIENTALI
1233_PD-C-007_1.docx

Dall'analisi dei risultati ottenuti nel corso delle indagini sopra menzionate, è stato possibile concludere che la prateria di *Posidonia oceanica* prospiciente l'area portuale di Livorno colonizza il fondo marino in modo discontinuo soprattutto nei settori più prossimi alla linea di costa ed al porto.

Tale discontinuità si accentua nell'area di impronta dell'opera in progetto dove le stazioni di campionamento ST8 e ST9 hanno fatto registrare i valori di copertura della pianta più bassi tra quelli rilevati in tutti i settori analizzati e pari rispettivamente al 35% ed al 25%, con la rimanente parte di fondo occupata da matte morta e/o radure sabbiose. La distribuzione della pianta in questo stesso settore di prateria appare non omogenea, infatti, presso la stazione ST7 si registra comunque una copertura pari al 90%. Più a Nord ed avvicinandosi allo sbocco del canale scolmatore, presumibilmente per l'accentuarsi della torbidità e dello sbocco delle acque dolci portate dal canale, la prateria tende a scomparire (Figura 31).

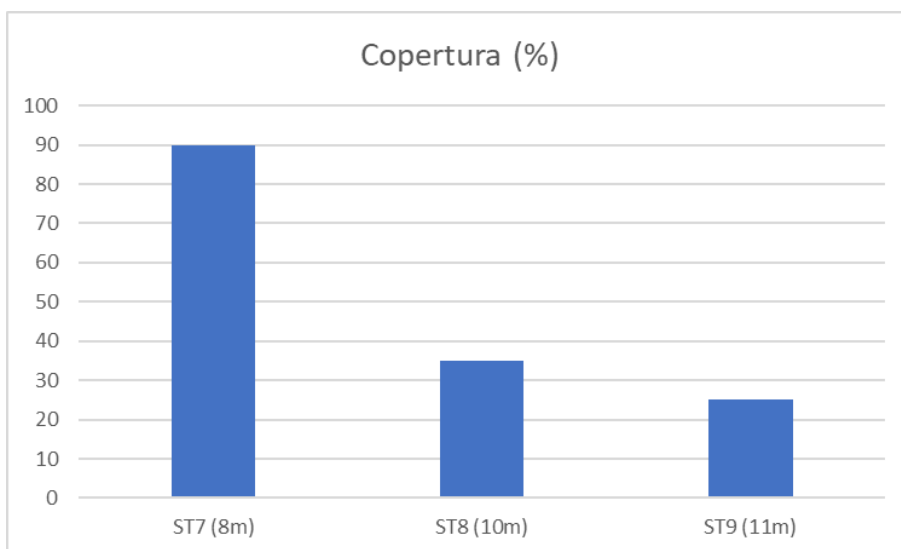


Figura 31 Andamento della copertura di *Posidonia oceanica* nelle tre stazioni di campionamento subacqueo poste nel settore di impronta dell'opera. (Fonte: Relazione MAREA Studio Associato).

Alla luce di quanto fin qui esposto, appare opportuno abbandonare l'ipotesi di utilizzo delle aree di espianto individuate nel 2022, una delle quali (AREA 2) verrà utilizzata come stazione di monitoraggio in corso e post opera e come area di controllo.

In un'ottica compensativa di progetto, invece, nell'area di impronta dell'opera potranno essere reperite tutte le talee necessarie per le varie fasi di trapianto. Le talee prelevate in quest'area adattate a condizioni ecologiche certamente non ottimali, potrebbero essere particolarmente idonee al trasferimento in un settore di prateria certamente meno disturbato, se non in condizioni ottimali, ed inoltre essere meno sensibili allo stress legato inevitabilmente alle operazioni di trapianto.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

6.2.2 Aree di impianto delle talee di *P. oceanica*

Nel corso delle indagini condotte con il ROV nel 2023 sono state ispezionate aree di fondale in corrispondenza delle aree di impianto interne alle zone ipotizzate come aree di impianto sulla base dei vecchi rilievi CIBM (2017).

Per quanto concerne il poligono su cui si era ipotizzato di rilevare le eventuali aree di reimpianto, i risultati delle indagini ROV eseguite nel 2022, hanno evidenziato che la prateria raggiunge il suo limite inferiore nel settore di mare di interesse ad una profondità media di 18 m e, almeno lungo i transetti monitorati, presenta una copertura che è risultata a tratti omogenea con piante apparentemente in buone condizioni.

Nel corso delle indagini condotte nel 2023 sono state eseguiti rilievi sulle potenziali aree di impianto ipotizzate nel 2022 ed è stato eseguito un rilievo lungo una nuova area potenziale di impianto (transetto 2) scelta sulla base delle batimetrie e delle informazioni pregresse (mappatura CIBM del 2017) di cui si riporta la planimetria nel seguito.

Il substrato a matite morta, particolarmente adatto alle tecniche di trapianto proposte (biostuoie e picchetti), lungo questi transetti sono quindi presenti in modo discontinuo e con estensioni non sempre sufficienti per il posizionamento delle biostuoie, che richiedono una superficie minima di fondo libero da vegetazione di circa 10 m², ma sono certamente adatte per la tecnica dei picchetti. Ne consegue che nella fase pilota del progetto di trapianto qui proposto (vedere il successivo paragrafo per i dettagli), verranno individuate anche tutte le aree idonee all'utilizzo di ciascuna delle differenti tecniche. Nel caso in cui non si riuscisse a coprire la superficie totale prevista di 6.000 m², saranno proposti aree di impianto alternativi anche, se necessario, presso località diverse sempre nella provincia di Livorno.

Per la scelta delle aree di impianto sono state utilizzate sia le informazioni passate sia quelle ricavate nelle più recenti indagini del 2022 e del 2023 e, al fine di poter coprire l'intera superficie richiesta di 6000 m², si è ipotizzato di eseguire le attività di impianto in tre aree di cui 2 di ca. 2500 m² ed 1 di 1000 m².

Nell'ipotesi riportata nella figura che segue (Figura 32) sono riportati due aree potenziali di impianto le cui coordinate centrali sono riportate nella tabella che segue, sulle quali si ritiene opportuno eseguire degli impianti pilota di piccole dimensioni e mediante entrambe le tecniche descritte al par. 6.1, questa fase pilota servirà per poter guidare gli esecutori nella scelta della metodica di trapianto e delle aree più adatte che garantiscano la maggiore efficacia in termini di sopravvivenza delle talee nel contesto del tratto marino interessato dagli interventi da attuarsi in una seconda fase progettuale.

Le altre aree potenziali di impianto ipotizzate sono risultate meno adatte a seguito delle indagini ROV svolte nel corso del 2023.

La realizzazione di tale fase pilota sarebbe la prima esperienza di questo tipo realizzata ed andrebbe incontro alle ripetute raccomandazioni dell'intera comunità scientifica che si occupa di trapianti e riforestazione di fanerogame marine come la *Posidonia oceanica*.

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx

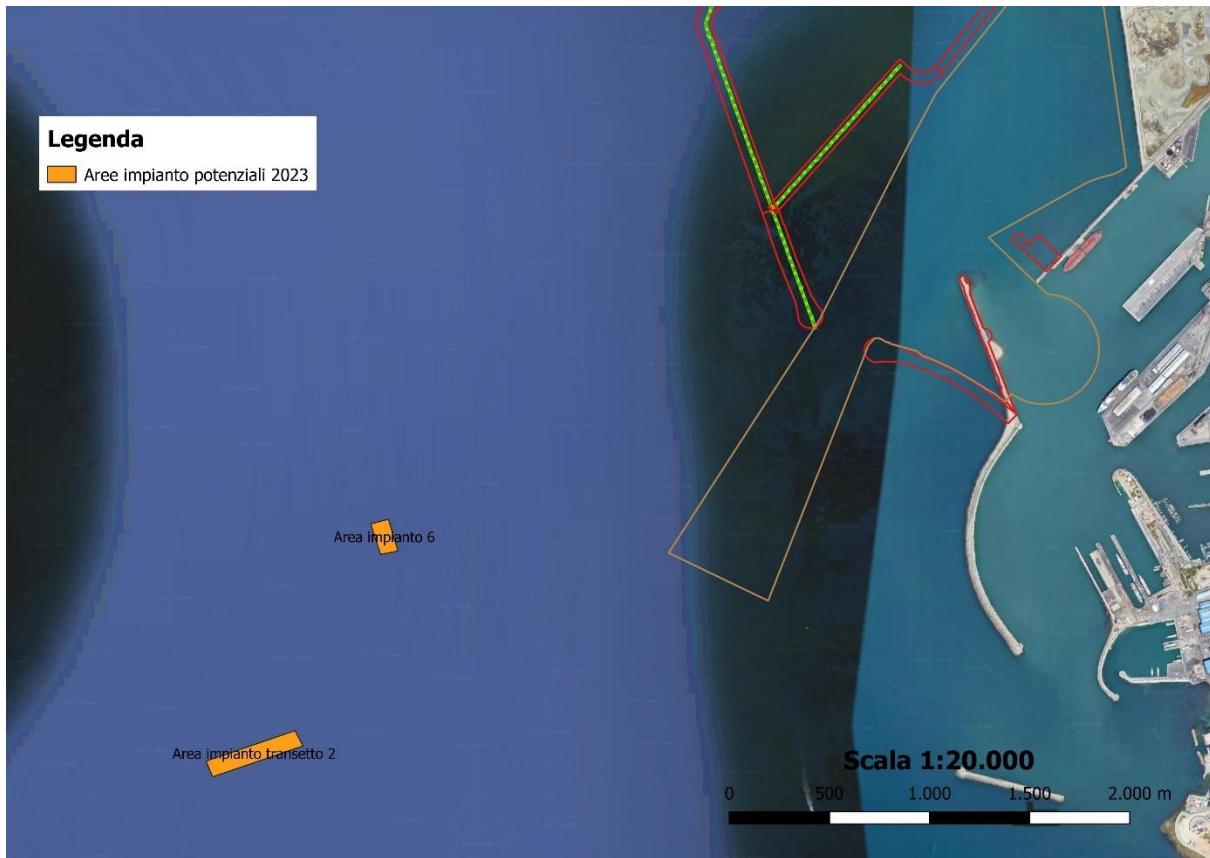


Figura 32 Aree di impianto potenziali sulla base dei rilievi ROV condotti nel 2023

Tabella 28 Coordinate geografiche WGS84 dei centroidi delle aree di impianto potenziale

Area potenziale di impianto	Lat WGS84	Long WGS84	Profondità*	Qualità dell'acque**	Fondale***	Idoneità (cfr. Tabella 27)
Sito n 1	43.54953	10.25887	12 m	2,7	Non vegetato: Sabbia	Poco idonea
Sito n 2	43.54863	10.25892	13 m	2,7	Non vegetato: Sabbia	Non idoneo
Sito n 3	43.54763	10.24899	12 m	2,7	Non vegetato: Sabbia	Poco idonea
Sito n 4	43.54771	10.25380	12 m	2,7	Non vegetato: Sabbia	Poco idonea
Sito n 5	43.54721	10.25473	12 m	2,7	Non vegetato: Sabbia	Poco idonea
Sito n 6	43.54646	10.25508	10 m	2,7	Non vegetato: Matte/Sabbia/Posidonia	Vi sono aree idonee all'interno del poligono
Area transetto 2	43.53903	10.24631	13 m	2.7	P. oceanica e matte morta	Vi sono aree idonee all'interno del poligono

*Profondità ricavate dalle quote batimetriche dell'area da verificare in fase di progettazione esecutiva

** Dati TRIX delle indagini ARPAT per la costa livornese del 2019

*** Informazioni del fondale ricavate dalle precedenti mappature, da quelle attuali da verifiche svolte mediante ROV nel 2023

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

6.3 Fasi dell'attività di trapianto

Si propone che l'attività di trapianto sia eseguita nel corso di due fasi distinte; in una prima fase di sperimentazione saranno eseguiti trapianti pilota delle tipologie descritte al paragrafo 5.1 al fine di poter valutare quali siano le modalità che meglio si adattano alle condizioni ecologiche e meteomarine del sito di intervento per un totale complessivo di ca. il 10% di quanto previsto.

In questa fase verranno identificate definitivamente tutte le aree necessarie a coprire il restante 90% della superficie da riforestare.

Nella fase successiva potranno essere eseguite le attività complessive per un totale di messa a dimora di un numero tra 60.000 e 120.000 talee che andranno ad occupare una superficie di ca. 6000 m² di superficie di fondo marino a matite morta.

Di seguito l'elenco delle fasi progettuali:

1. Fase pilota: messa a dimora di talee in impianti pilota di piccole dimensioni delle diverse metodiche di trapianto descritte al par 6.1 per un periodo indicativo di almeno un anno;
2. Fase esecutiva: Scelta della metodica più efficace e dei siti di impianto più idonei sulla base dei risultati ottenuti negli impianti pilota dopo il primo anno; Esecuzione del trapianto per l'intera superficie prevista con la metodica scelta e nelle aree risultate più idonee.
3. Fase di monitoraggio: Monitoraggio per una durata di minimo 5 anni dell'efficacia del trapianto secondo metodologie standard.

6.3.1 1 Fase pilota

Nel corso della fase pilota del trapianto si propone l'esecuzione delle due tipologie di trapianto descritte nelle 6 aree campione per un totale di ca. il 10 % delle superfici di trapianto complessive; in queste aree saranno quindi messe a dimora complessivamente ca. 100 m² per area.

Ad un anno dalla messa a dimora delle piante saranno eseguiti i rilievi finalizzati alla scelta delle metodiche migliori e dei siti più idonei in base al numero di fallanze riscontrato.

6.3.2 2 Fase di progetto

Sulla base delle migliori soluzioni emerse dalla fase pilota si procederà nelle aree risultate più idonee al trapianto complessivo previsto in sede di progettazione preliminare (pari a 5400 m²).

Le tecniche verranno scelte in base a quanto risultato dalla sperimentazione condotta nella prima fase progettuale e dalle metodiche che avranno avuto, dopo il primo anno, i migliori risultati in termini di sopravvivenza delle talee.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

6.4 Monitoraggio del trapianto

Di seguito si riportano alcune indicazioni relative alle attività di monitoraggio da eseguire sulle piante trapiantate riprese dal recente lavoro condotto nell’ambito del progetto Life SEPOSSO e dal relativo “Manuale per la pianificazione, realizzazione e monitoraggio dei trapianti di *Posidonia oceanica*” (La Porta & Bacci, 2022).

Il monitoraggio del trapianto dovrà essere condotto a intervalli regolari più ravvicinati nel corso del primo periodo successivo al termine del trapianto, sia pilota sia definitivo, (primi due anni dalla messa a dimora); i rilievi saranno più diradati nel lungo periodo e passeranno a semestrali fino al quinto anno dal trapianto (monitoraggio di medio termine) e annuali per un periodo ottimale auspicabile in 10 anni.

I parametri monitorati nel breve e medio periodo dovranno riguardare principalmente descrittori funzionali di un campione statisticamente significativo di talee trapiantate; il monitoraggio dovrà inoltre interessare le aree di espianto e le aree di prateria naturale vicine alle zone di trapianto per poter valutare se le modifiche in termini di copertura e qualità delle piante siano legate alle attività di trapianto o a fattori esterni. Nel corso dei rilievi di verifica dovranno essere innanzitutto monitorati i tassi di crescita delle piante e il numero di fallanze.

Nella Tabella 29 si riporta quanto indicato in La Porta & Bacci (2022) per le tempistiche delle attività di monitoraggio del trapianto di *P. oceanica*, mentre nella Tabella 30 si riportano i parametri biometrici da utilizzare per le valutazioni sullo stato delle azioni di trapianto.

Progetto:
 Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale

Livello progettazione:
 Studio pilota per il trapianto di *Posidonia oceanica*

Elaborato:
 STUDI AMBIENTALI
 1233_PD-C-007_1.docx

Tabella 29 Schema riassuntivo per la scelta dei parametri e delle frequenze di campionamento da adottare per monitorare un intervento di trapianto con talee di *Posidonia oceanica* (da La Porta & Bacci, 2022)

Area indagata	Parametro	Monitoraggio di Caratterizzazione	Monitoraggio a breve/medio termine		Monitoraggio a lungo termine
		Frequenza	Frequenza I e II Anno	Frequenza III - IV - V Anno	Frequenza dal VI al X Anno
Prateria donatrice	Copertura della prateria	una volta (prima dell'espianto)	In base alle finalità dello studio	In base alle finalità dello studio	In base alle finalità dello studio
	Densità dei fasci fogliari				
	Fenologia				
	Lepidocronologia				
	Flora e fauna associata				
Sito (in prossimità della prateria ricevente)	Temperatura	una volta (prima dell'espianto)	In base alle condizioni sito specifiche e alle finalità dello studio	In base alle condizioni sito specifiche e alle finalità dello studio	In base alle condizioni sito specifiche e alle finalità dello studio
	Salinità				
	Trasparenza dell'acqua				
	Intensità della luce				
	pH				
	Ossigeno				
	Carico di nutrienti				
	Particellato sospeso				
	Tasso di sedimentazione				
	Granulometria dei sedimenti				
	Contenuto sostanza organica				
	Regime idrodinamico locale				
Prateria ricevente	Copertura della prateria	una volta (prima dell'espianto)	Almeno una volta	Almeno una volta	Almeno due volte
	Densità dei fasci fogliari				
	Fenologia				
	Lepidocronologia				
	Flora e fauna associata				
Area di trapianto (nella prateria ricevente)	Tasso di sopravvivenza delle talee	-	ogni 3 mesi	-	-
	Produzione di radici				
	Allungamento del rizoma				
	Allungamento delle foglie		ogni 3 mesi	ogni 6 mesi	
	Copertura dell'area colonizzata dalle talee		ogni 3 mesi	ogni 6 mesi	ogni 12 mesi
	Formazione di nuovi fasci				
	Densità dei fasci fogliari		-	-	-
	Fenologia				
	Lepidocronologia				
Flora e fauna associata					

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

Tabella 30 Metriche e parametri per la verifica di un intervento di trapianto mediante talee di *Posidonia oceanica* (da La Porta & Bacci, 2022)

	Metriche e parametri per la verifica di un intervento di trapianto	Specifiche tecniche
Monitoraggio breve-medio termine	Andamento temporale del numero medio di fasci per unità campionaria in rapporto al numero iniziale di fasci (espresso in %).	Il numero di fasci complessivo per unità campionaria comprende sia i fasci trapiantati sia i nuovi fasci da essi originati. L'unità campionaria è l'unità in cui si conteggiano i fasci fogliari complessivi e può essere rappresentata dal modulo di ancoraggio ma anche da superfici standard entro cui le talee trapiantate sono ancorate.
	Andamento temporale del numero di unità campionarie perse in rapporto al numero totale di unità campionarie monitorate (espresso in %).	Il numero di unità campionarie perse comprende quelle con numero di fasci pari a zero. La stima dell'area trapiantata persa dovrebbe essere valutata anche attraverso le analisi di copertura.
	Andamento temporale del coefficiente di variazione, calcolato sul numero di fasci per unità campionaria.	Il coefficiente di variazione rappresenta un efficace indice di stabilità del trapianto, individuando il momento in cui la mortalità dei fasci non incide più sulla crescita, che diventa bilanciata indipendentemente dal livello di densità nell'unità campionaria (AA.VV., 2020a).
	Copertura dell'area colonizzata da <i>Posidonia oceanica</i> trapiantata.	Definita una superficie di monitoraggio, rappresentativa dell'area totale di trapianto, la copertura si esprime come la superficie di substrato colonizzata dalle talee di <i>Posidonia</i> in rapporto alla superficie trapiantata in partenza.
Monitoraggio di lungo termine	Densità assoluta media (espressa al m ²) dell'area di trapianto e della prateria naturale limitrofa.	La densità assoluta media, misurata secondo le metodologie utilizzate nelle praterie di <i>P. oceanica</i> naturali (Bacci et al., 2015; Pergent et al., 1995; Panayotidis et al., 1981; Giraud, 1977) rappresenta adeguatamente la dinamica del trapianto nel lungo periodo e permette un confronto con le dinamiche della prateria naturale limitrofa (AA.VV., 2020a).
	Copertura dell'area colonizzata da <i>Posidonia oceanica</i> trapiantata.	La copertura rappresenta un indicatore dell'esito complessivo del trapianto nel tempo. Definita come sopraindicato, a lungo termine, la copertura è un efficace indicatore per evidenziare, il livello complessivo di espansione del trapianto e le eventuali superfici perse.
	Fenologia e Lepidocronologia.	L'analisi fenologica e lepidocronologica riflettono il livello di maturità raggiunto nel tempo dal trapianto rapportato alla adiacente prateria naturale. La pianta, infatti, investe inizialmente maggiori risorse nei rizomi piuttosto che nel tessuto fogliare come invece accade nella prateria naturale, coerentemente con la necessità di espandersi nelle aree di trapianto e di aumentare l'attività fotosintetica nelle praterie naturali (AA. VV., 2020a).

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
--	---	--

7 BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2021. Report casi studio toscani relativamente all'attività di trapianto di *Posidonia oceanica*. LIFE SEPOSSO (LIFE 16 GIE/IT/000761) - Azione A.3/B.2, Roma.

AA.VV. LIFE SEPOSSO, 2020. Activity report about monitoring campaigns and their results. Report Action B2. <https://www.lifeseosso.eu>

Acunto S., Piazzi L., Leone L.M.; 2023. Ripristino delle praterie di *Posidonia oceanica* tramite tecniche di ingegneria naturalistica e l'uso di materiali biodegradabili. *Biol. Mar. Mediterr.*, in stampa.

Acunto, S.; Bacchetta, G.; Bordigoni, A.; Cadoni, N.; Cinti, M.F.; Duràn Navarro, M.; Frau, F.; Lentini, L.; Liggi, M.G.; Masala, V.; Meloni, F.; Pinna, R.; Podda, L.; Sanna, A.; 2017. The LIFE+ project " RES MARIS- Recovering Endangered habitatS in the Capo Carbonara MARIne area, Sardinia ": first results. *Plant Sociol.* 54, 85-95. DOI <https://doi.org/10.7338/pls2017541S1/11>.

Acunto S., Piazzi L., Cinelli F., De Biasi A. M., Pacciardi L., Ceraudo S., Fersini G., 2015. Transplantation of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* through naturalistic engineering techniques: value, weakness and further improvements. In: *Mediterranean Seagrass Workshop*, May 18 - 22, 2015, Oristano, Sardinia: PeerJ PrePrints. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.1051v1>

Augier H., Eugene C., Harmand-Desforages J. M., Sougy A., 1996. *Posidonia oceanica* re-implantation technology of the marine gardeners is now operational on a large scale. *Coastal Zone*

Bianchi C.N., Peirano A., 1995. Atlante delle fanerogame marine della Liguria. *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*. ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia: 1-146.

Bacci T., Penna M., Rende S. F., Trabucco B., Gennaro P., Bertasi F., Marusso V., Grossi L., Cicero A. M., 2016. Effects of Costa Concordia shipwreck on epiphytic assemblages and biotic features of *Posidonia oceanica* canopy. *Marine Pollution Bulletin*, 109(1): 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.012>

Bacci T., Scardi M., Calvo S., Tomasello A., Valiante L. M., Di Nuzzo F., Raimondi V., Assenzo M., Piazzi L., Cecchi E., Penna M., Gennaro P., Tomassetti P., Pampalone V., Bulleri C., Sozzi F., Zenone A., Bertasi F., Targusi M., Piazzi A., La Porta B., 2019. Il LIFE S.E.POS.S.O. monitora i trapianti di *Posidonia oceanica* (L.) Delile in Italia. *Biologia Marina Mediterranea*, 26(1): 132-135.

Bacci T., La Porta B., 2022. Manuale delle tecniche e delle procedure operative per il trapianto di *Posidonia oceanica*. LIFE SEPOSSO (LIFE16 GIE/IT/000761), Roma.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

Badalamenti F., Alagna A., Fici S., 2015. Evidences of adaptive traits to rocky substrates undermine paradigm of habitat preference of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. Scientific Reports, 5(1): 8804. <https://doi.org/10.1038/srep08804>

Blanc J.J., Jeudy De Grissac A., 1989. Réflexion géologique sur la régression des herbiers à Posidonies (départements du Var et des Bouches-du-Rhône). In: Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. Edits. Second International Workshop on Posidonia beds, GIS Posidonie Publisher, Marseille, Fr., 2: 273-285.

Boccalaro F., Cinelli F., Rende F., Burgassi M., Zanella M., 2008. Ingegneria naturalistica. Il ripristino delle praterie di *Posidonia oceanica*. Un mare di piante. ACER, 6/2008 : 57-61.

Boudouresque C.F., Meinesz A., 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. Parc National de PortCros, Parc Naturel Regional de la Corse, Cahiers, 4, pp. 79.

Boudouresque C.F., 2000. La restauration des écosystèmes à phanérogames marines. Restauration des écosystèmes côtiers, Dreves L., Chaussepied M. Edits., IFREMER publ., 29 : 65-85.

Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Tunesi L., 2006. Préservation et Conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. RAMOGE pub.: 1-202.

Boudouresque C.-F., Blanfuné A., Pergent G., Thibaut T., 2021. Restoration of Seagrass Meadows in the Mediterranean Sea: A Critical Review of Effectiveness and Ethical Issues. Water, 13(8): 1034. <https://doi.org/10.3390/w13081034>

Bourcier M., Nodot C., Jeudy De Grissac A., Tine J., 1979. Répartition des biocoenoses benthiques en fonction des substrats sédimentaires de la rade de Toulon (France). Téthys, 9(2): 103-112.

Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M., 2003. I sistemi a Fanerogame marine. Biologia Marina Mediterranea, 10: 145-198.

Calumpong H.P., Fonseca M.S., 2001. Seagrass transplantation and other seagrass restoration methods. In: Global Seagrass Research Methods. Eds: Short F.T. and Coles R.G. Elsevier Science. chapter 22: 425-442.

Castejon-Silvo I., Montanyes M., Burgos E., Terrados J., 2021. Ecosystem functioning recovery after restoration of seagrass *Posidonia oceanica*. In: 9th World Conference on Ecological Restoration Virtual Conference, June 21-24, 2021.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

Cinelli F., Boccalaro F., Rende F. S., Marina B. (2014). Tecnica di reimpianto mediante biostuoie e geostuoie. Manuali e Linee Guida. In: Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto delle praterie di *Posidonia oceanica*, ISPRA. 52-54 pp.

Cooper G. (1982). Reimplantation de *Posidonia oceanica*. Protection des implants. Bulletin d'Ecologie, 13(1): 65-73.

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.

Calvo S., Calvo R., Luzzu F., Raimondi V., Assenzo M., Cassetti F. P., Tomasello A., 2021. Performance Assessment of *Posidonia oceanica* (L.) Delile Restoration Experiment on Dead matte Twelve Years after Planting—Structural and Functional Meadow Features. *Water*, 13(5): 724. <https://doi.org/10.3390/w13050724>

Cinelli F., Boccalaro F., Burgassi M., Rende F., Piazzì L., Zanella M., 2007a. Utilizzo sperimentale in mare di sistemi tecnici già impiegati dall'ingegneria naturalistica terrestre. *Biologia Marina Mediterranea*, 14(2): 342-343.

Cinelli F., Boccalaro F., Burgassi M., Piazzì L., Rende F., Zanella M., 2007b. Technique de fixation des boutures de *Posidonia oceanica* (L.) Delile en Méditerranée : adaptation en milieu marin d'un système déjà utilisé sur terre. Atti del «Troisième Symposium Méditerranéen sur la Végétation Marine Marseille, 257-258.

Díaz-Almela E., Duarte C.M., 2008. Management of Natura 2000 habitats. 1120 *Posidonia* beds (*Posidonion oceanicae*). European Commission.

Fonseca M. S., Kenworthy W. J., Thayer G. W., 1982. A low-cost planting technique for eelgrass (*Zostera marina* L.). Coastal engineering technical aid. Coastal Engineering Research Center (U.S.), Engineer Research and Development Center (U.S.) <https://hdl.handle.net/11681/2832>

Frau F., Acunto S., Atzori F., Cinti M.F., 2023. Ripristino di una prateria di *Posidonia oceanica* mediante tecniche di ingegneria naturalistica nell'ambito del Progetto Europeo LIFE+ Res Maris. *Biol. Mar. Mediterr.*, in stampa.

Gennaro P., Piazzì L., Cecchi E., Montefalcone M., Morri C., Bianchi C.N. (Eds.), 2020. Monitoraggio e valutazione dello stato ecologico dell'habitat a coralligeno. Il coralligeno di parete. ISPRA, Manuali e Linee Guida n.191/2020.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

Genot I., Caye G., Meinesz A., Orlandini M. (1994). Role of chlorophyll and carbohydrate contents in survival of *Posidonia oceanica* cuttings transplanted to different depths. *Marine Biology*, 119(1): 23-29. <https://doi.org/10.1007/BF00350102>

Gobert, S., Sartoretto, S., Rico-Raimondino, V., Andral, B., Chery, A., Lejeune, P., Boissery, P., 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. *Mar. Poll. Bull.* 58, 17271733.

ISPRA, 2014. Conservazione e gestione della naturalità degli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto di praterie di *Posidonia oceanica* Manuali e Linee Guida: 106/2014.

La Porta B., Bacci T., 2022. Manuale per la pianificazione, realizzazione e monitoraggio dei trapianti di *Posidonia oceanica*. LIFE SEPOSSO (LIFE16 GIE/IT/000761), Roma.

Mancini G., Casoli E., Ventura D., Jona-Lasinio G., Criscoli A., Belluscio A., Ardizzone G. D. (2019). Impact of the Costa Concordia shipwreck on a *Posidonia oceanica* meadow: a multi-scale assessment from a population to a landscape level. *Marine Pollution Bulletin*, 148: 168-181. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.044>

Maltese S., Rende S.F., Pulcini M., Scarpato A. (2021) – Manuale di buone pratiche per il riutilizzo di semi e germogli spiaggiati e delle talee di *Posidonia oceanica* rimosse da mareggiate ed eventi di ancoraggio. SeaForest LIFE (LIFE17 CCM/IT/000121) – Azione C.5.1. 85 pp.

Meinesz A., Lefevre J.R., 1984. Régénération d'un herbier à *Posidonia oceanica* quarante années après sa destruction par une bombe dans la rade de Villefranche (Alpes-Maritimes). In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. edits. First International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, GIS Posidonie publisher., Marseille, Fr., 1: 39-44.

Meinesz, A., Caye, G., Loques, F., Macaux, S., 1990. Analyse bibliographique sur la culture des phanerogames marines. *Posidonia Newsl.* 3, 1–67.

Meinesz A., Caye G., Loques F., Molenaar H., 1991a. Restoration of damaged areas with transplantation of seaweeds and seagrasses in the Mediterranean: review and perspectives. *Oebalia*, 7(1): 131-142.

Meinesz A., Caye G., Loques F., Molenaar H., 1991b. Growth and development in culture of orthotropic rhizomes of *Posidonia oceanica*, *Aquatic Botany*, 39: 367-377.

Meinesz A., Molenaar H., Bellone E., Loques F., 1992. Vegetative reproduction in *Posidonia oceanica*. I Effects of rhizomes length and transplantation season in orthotropic shoots. *Marine Ecology P.S.Z.N.I.*, 13(2): 163-174.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

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 PortCros. *Botanica Marina*, 36: 209-216.

Molenaar H., 1992a. Etude de la transplantation de boutures de la Phanérogame marine *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Modélisation de l'architecture et du mode de croissance. Thèse Doct. Sci. Vie, Univ. Nice Sophia Antipolis, Fr.: 1-221.

Molenaar H., Meinesz A., 1992b. Transplantations de *Posidonia oceanica* (L.) Delile à Cannes. Méditerranée 2000 & Laboratoire Environnement Marin Littoral, Univ. Nice-Sophia Antipolis, Fr.: 1-27.

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(1-6): 313-322. <https://doi.org/10.1515/botm.1995.38.1-6.313>

Monnier B., André S., Pergent G., Pergent-Martini C., 2022. Transplantation des herbiers à *Posidonia oceanica* dans le golfe de Sant'Amanza (Bonifacio): Suivi 2022. Compte rendu de mission. Programme RENFORC, Université de Corse Pasquale Paoli (Equipe Ecosystèmes Littoraux) et GIS Posidonie Centre de Corse : 1-22.

Pasqualini, V., Pergent-Martini, C., Pergent, G., 1999. Environmental impacts identification along the Corsican coast (Mediterranean Sea) using image processing. *Aquatic Botany* 65, 311–320.

Peres J., 1984. La regression des herbiers a *Posidonia oceanica* In: Boudouresque CF, Jeudy de Grissac A, Olivier J (eds) First International Workshop on *Posidonia oceanica* beds. GIS Posidonie Publisher, Marseille, Fr., 1:445-454.

Pérès J. M. & J. Picard, 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique. Recueil des Travaux de la Station marine d'Endoume, 31 (47), 5-137.

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. *Mésogée* 54: 3–27.

Piazzì L., Mancusi C., Cecchi E., Scardi M., Ardizzone G., Acunto S., Bertasi F., La Porta B., Bacci T., 2021a. Report casi studio toscani relativamente all'attività di trapianto di *Posidonia oceanica*. Progetto LIFE SEPOSSO (Supporting Environmental governance for the POSidonica oceanica Sustainable transplanting Operations), LIFE16 GIE/IT/000761. Documento redatto con il contributo finanziario del Programma LIFE della Commissione Europea.

Progetto: Progettazione preliminare e definitiva delle opere marittime di difesa e dei dragaggi previsti nella nuova prima fase di attuazione della Piattaforma Europa, compreso lo studio di impatto ambientale e la valutazione di incidenza ambientale	Livello progettazione: Studio pilota per il trapianto di <i>Posidonia oceanica</i>	Elaborato: STUDI AMBIENTALI 1233_PD-C-007_1.docx
---	--	---

Piazzì L., Acunto S., Frau F., Atzori F., Cinti M.F., Leone L.M., Ceccherelli G., 2021b. Environmental engineering techniques to restore degraded mediterranean *Posidonia oceanica* meadows. *Water*, 13 (5): 661. DOI <https://doi.org/10.3390/w13050661>

Robello C., 2019. Efficacia di un intervento di trapianto di *Posidonia oceanica* (L.) Delile nel golfo di Rapallo 23 anni dopo. Tesi di Laurea Triennale in Scienze Naturali (Università degli studi di Genova). *Management in the Mediterranean. Ocean, Coastal Management*, 30(2): 297–307. [https://doi.org/10.1016/0964-5691\(95\)00064-X](https://doi.org/10.1016/0964-5691(95)00064-X)

Scardi M., Carannante F., Casola E., Dato P. D., Nuzzo F. D., Valiante L. M. (2023). Monitoraggio a lungo termine di due trapianti di *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1813. *Biologia Marina Mediterranea*, in stampa.