



COMUNE DI SCILLA (RC)



AMMODERNAMENTO DEL PORTO DI SCILLA E DELLE INFRASTRUTTURE DI COLLEGAMENTO

Progetto Definitivo

A. RELAZIONI E STUDI AMBIENTALI

A.04

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Data:

12-04-2022

Scala:



PROJECT MANAGER

ing. Giuseppe Bernardo

PROGETTISTI

ing. Giuseppe Bernardo
ing. Domenico Condelli
ing. Vincenzo Secreti
ing. Roberta Chiara De Clario
arch. Pasquale Billari

GRUPPO DI LAVORO

ing. Giuseppe Cutrupi
arch. Francesca Gangemi



ing. Domenico Condelli

arch. Pasquale Billari



GEOLOGIA:

Geol. Giuseppe Cerchiaro

REVISIONI	Rev. n°	Data	Motivazione

R.U.P.	Visti/Approvazioni
--------	--------------------

Codice elaborato:

DNC144_PD_A.04_2022-04-12_R0_Piano di monitoraggio ambientale_BRZ.docx

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	CONTESTO NORMATIVO	6
2.1	<i>NORME COMUNITARIE</i>	6
2.2	<i>NORME NAZIONALI</i>	6
3.	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	9
3.1	<i>OBIETTIVI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</i>	9
3.2	<i>INDIRIZZI METODOLOGICI PER LA PREDISPOSIZIONE DEL PRESENTE P.M.A.</i>	9
3.3	<i>SINTESI PREVISIONI PROGETTUALI</i>	11
3.4	<i>INQUADRAMENTO DEI POSSIBILI SETTORI OGGETTO DI MONITORAGGIO</i>	12
3.4.1.	<i>Settore Antropico</i>	12
3.4.2.	<i>Settore Naturale</i>	12
3.4.3.	<i>Settore Fisico</i>	13
3.5	<i>COMPONENTI AMBIENTALI ANALIZZATE</i>	13
4.	IMPATTI SUI FATTORI AMBIENTALI	15
4.1	<i>AZIONI DI PROGETTO CHE GENERANO IMPATTI SUI FATTORI AMBIENTALI</i>	15
5.	COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO	17
5.1	<i>IDENTIFICAZIONE AREE DI INDAGINE</i>	17
5.2	<i>ARIA</i>	17
5.2.1	<i>Finalità del monitoraggio e parametri oggetto di rilevamento</i>	18
5.3	<i>ACQUE MARINE</i>	19
5.3.1	<i>Parametri oggetto di rilevamento e localizzazione</i>	20
5.3.2	<i>Criteri di scelta dei punti di monitoraggio</i>	20
5.3.3	<i>Articolazione temporale dei campionamenti</i>	21
5.3.4	<i>Parametri descrittivi (indicatori)</i>	21
5.4	<i>RUMORE</i>	23
5.4.1	<i>Frequenza del monitoraggio</i>	24
5.5.6	<i>Punti di monitoraggio</i>	24
5.6	<i>RISULTATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE</i>	25
5.6.1	<i>Rapporti tecnici</i>	25
5.6.2	<i>Rilevamento dati di monitoraggio</i>	25

6.	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE RELATIVO ALL'INTERVENTO DI TRAPIANTO DI POSIDONIA OCEANICA	27
6.1	<i>INTRODUZIONE</i>	27
6.1.1	<i>Regime normativo</i>	27
6.2	<i>LA POSIDONIA OCEANICA</i>	29
6.2.1	<i>Caratteristiche biologiche</i>	29
6.2.2	<i>Struttura della prateria e caratteristiche biocenotiche</i>	30
6.2.3	<i>Valore ambientale</i>	32
6.3	<i>APPLICAZIONE DEI TRAPIANTI DI POSIDONIA OCEANICA</i>	33
6.3.1	<i>Caratterizzazione del sito (donatore e ricevente) e riforestazione sperimentale in più siti</i>	34
6.3.2	<i>Scelta della tecnica di trapianto</i>	35
6.3.3	<i>Scelta delle talee</i>	35
6.3.4	<i>Monitoraggio e verifica della riuscita dell'intervento di piantumazione</i>	36
6.4	<i>INDAGINI SULLE BIOCENOSI BENTONICHE</i>	37
6.4.1.	<i>Premessa</i>	37
6.4.2.	<i>Area di studio e metodologia applicata</i>	37
6.4.3.	<i>Elaborazione dati</i>	40
6.4.4.	<i>Esiti delle indagini</i>	41
6.4.5.	<i>Considerazioni finali</i>	44
6.5	<i>PROPOSTA PROGETTUALE</i>	44
6.6	<i>CONCLUSIONI</i>	48
7.	PLANIMERIA CON INDICAZIONE AREE E PUNTI DI MONITORAGGIO	49
8.	COMPUTO METRICO DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO	50

1. PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la relazione tecnica del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), relativo al Progetto Definitivo "Ammodernamento del porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento", del Comune di Scilla (RC), (CUP F71C18000140002 – CIG 7772525A87).

Il Piano di Monitoraggio Ambientale ha lo scopo di fornire criteri e strumenti affinché si abbia un quadro completo relativo alla programmazione delle attività di monitoraggio di tutte le componenti e i fattori ambientali per i quali sono stati individuati i potenziali impatti ambientali significativi generati dalla realizzazione dell'opera in progetto. In particolare, si fornisce una descrizione delle attività di monitoraggio che si intendono mettere in atto *ante operam*, in corso d'opera (*in itinere*) e *post operam* per l'attuale progetto definitivo.

Il documento, correda il Progetto Definitivo delle opere di cui sopra e costituisce atto di indirizzo per lo svolgimento delle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), in attuazione delle disposizioni contenute all'**art. 28 del D.Lgs. 152/2006** e ss. mm. ii. ed è stato redatto sulla base delle Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D. Lgs. 152/2006 e ss. mm. ii., D. Lgs. 163/2006 e ss. mm. ii.)

Infatti, con l'entrata in vigore del D. Lgs. 152/2006 e ss. mm. ii. Il Monitoraggio Ambientale è entrato a far parte integrante del processo di VIA assumendo la funzione di strumento capace di fornire le necessarie indicazioni per l'attivazione di azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non rispondessero alle previsioni effettuate nell'ambito della VIA.

Nel caso in esame, particolare attenzione è stata riservata al monitoraggio dell'*habitat comunitario 1120 (Praterie di Posidonia)*, interessato dalla realizzazione delle opere di progetto, tema trattato attraverso l'utilizzo delle **L. n. 106/2014, Linee Guida ISPRA Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino – costieri. Il trapianto delle praterie di Posidonia Oceanica**.

In particolare, il PMA rappresenta l'insieme delle attività (da attuare successivamente alla fase decisionale: follow – up) finalizzate alla verifica dei risultati attesi dal processo di VIA, al fine di concretizzarne l'efficacia attraverso dati quali – quantitativi misurabili, ossia i parametri. Il follow – up comprende le attività riconducibili alle seguenti fasi principali:

- **Monitoraggio** – insieme di attività e dati ambientali caratterizzanti le fasi antecedenti e successive la realizzazione del progetto;
- **Valutazione** – valutazione della conformità con le norme, le previsioni o le aspettative delle prestazioni ambientali del progetto;
- **Gestione** – definizione delle azioni appropriate da intraprendere in risposta ai problemi derivanti dalle attività di monitoraggio e di valutazione;
- **Comunicazione** – l'informazione ai diversi soggetti coinvolti sui risultati delle attività di monitoraggio, valutazione e gestione.

Il presente documento, come già accennato, indica tutte le componenti ambientali da monitorare, tenendo conto sia delle attività/azioni di progetto che possono avere impatti significativi sull'ambiente, sia al fine di controllare la tendenza evolutiva del litorale e dei fondali, a seguito della realizzazione delle opere di progetto. Si intende considerare e controllare i principali comparti ambientali interessati dalle attività di progetto: aria, rumore, acque marine e sedimenti, suolo (costa).

La relazione è suddivisa nei seguenti capitoli:

- Capitolo 2 – Piano di Monitoraggio ai sensi del D.M. 173/2016;
- Capitolo 3 – Piano di Monitoraggio redatto secondo le *Linee Guida Nazionali*;
- Capitolo 4 – Quadro riepilogativo del PM ai sensi del D.M. 173/2016 e del PdM ai sensi del D.M. 152/2006.

- Capitolo 5 – Componenti ambientali piano di Monitoraggio;
- Capitolo 6 – Piano di Monitoraggio Ambientale relativo all'intervento di trapianto di Posidonia Oceanica.

Infine, si specifica che il Progetto di Monitoraggio Ambientale è un documento strutturato in maniera flessibile per poter essere eventualmente rimodulato nelle fasi progettuali e operative. In tali fasi, potrà infatti emergere la necessità di modificarlo a seguito di situazioni oggettive che possono condizionare la fattibilità tecnica delle attività programmate, come eventuali impatti non previsti.

2. CONTESTO NORMATIVO

2.1 Norme Comunitarie

Nell'ambito delle direttive comunitarie relative ai procedimenti di VIA, la direttiva **96/61/CE** sulla prevenzione e la riduzione dell'inquinamento per talune attività industriali e agricole (sostituita dalla direttiva 2008/01/CE, oggi confluita nella direttiva 2010/75/UE sulle emissioni industriali) e, successivamente, la direttiva **2001/42/CE** sulla VAS di piani e programmi, hanno introdotto il Monitoraggio Ambientale come parte integrante dei processi di Autorizzazione Ambientale.

La direttiva 2014/52/UE, concernente la Valutazione d'Impatto Ambientale di determinati progetti pubblici e privati, introduce importanti novità in merito al Monitoraggio Ambientale, identificandolo come strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente derivanti dalla costruzione e dall'esercizio di un'opera; all'identificazione di eventuali e imprevisi effetti negativi significativi; all'adozione di opportune misure correttive.

2.2 Norme Nazionali

Il **D. Lgs.152/2006 Norme in materia ambientali** e ss. mm. ii.: il DPCM 27.12.1988 recante "Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale e giudizio della compatibilità", tutt'ora in vigore in virtù dell'art.34, comma 1 del D. Lgs.152/2006 e ss. mm. ii., nei ritardi dell'emanazione di nuove norme tecniche, prevede che "...*la definizione degli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni*" costituisca parte integrante del Quadro di Riferimento Ambientale (Art. 5, lettera e).

Il D. Lgs.152/2006 e ss. mm. ii. rafforza la finalità del monitoraggio ambientale attribuendo ad esso la valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si attua successivamente all'informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h).

Il monitoraggio ambientale è individuato nella Parte Seconda del D. Lgs.152/2006 e ss. mm. ii., (art.22, lettera e); punto 5-bis dell'Allegato VII) come "*descrizione delle misure previste per il monitoraggio*" facente parte dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale ed è quindi documentato dal proponente nell'ambito delle analisi e delle valutazioni contenute nello stesso SIA. Lo studio costituisce parte integrante del provvedimento di VIA (art.28 D. Lgs.152/2006 e ss. mm. ii.) e "*contiene ogni opportuna indicazione per la progettazione e lo svolgimento delle attività di controllo e monitoraggio degli impatti*".

Il processo di VIA già in atto, prosegue con il monitoraggio ambientale per il quale il citato art.28 individua le seguenti finalità:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dalle opere approvate;
- corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera;
- individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisi per consentire all'autorità competente di adottare le opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale, possono comportare, a titolo cautelativo, la modifica del provvedimento rilasciato o la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate;
- informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell'autorità competente e delle agenzie interessate.

Il **D. Lgs.163/2006** e ss. mm. ii. regola la VIA per le opere strategiche e di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definisce per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti specifici del monitoraggio ambientale.

Ai sensi dell'Allegato XXI (Sezione II) al D. Lgs.163/2006 e ss. mm. ii. il Progetto di Monitoraggio Ambientale costituisce parte integrante del progetto definitivo (art.8, comma 2, lettera g).

Inoltre, l'art. 10, comma 3, definisce i criteri per la redazione del PMA per le opere soggette a VIA in sede statale, e comunque ove richiesto (art.10, comma 3):

a. il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) deve illustrare i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate successivamente per attuare il piano di monitoraggio ambientale (PMA), definito come l'insieme dei controlli da effettuare attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere;

b. il progetto di monitoraggio ambientale dovrà uniformarsi ai disposti del citato D.M. 1° aprile 2004 del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio; in particolare dovranno essere adottati le tecnologie ed i sistemi innovativi ivi previsti.

Secondo quanto stabilito dalle linee guida nella redazione del PMA si devono seguire le seguenti fasi progettuali:

- analisi del documento di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione;
- definizione del quadro informativo esistente;
- identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
- scelta delle componenti ambientali;
- scelta delle aree da monitorare;
- strutturazione delle informazioni;
- programmazione delle attività.

Per consentire una più efficace attuazione di quanto previsto dalla disciplina di VIA delle opere strategiche e considerata la rilevanza territoriale e ambientale delle stesse, l'allora "Commissione Speciale VIA" ha predisposto nel 2003, e successivamente aggiornato nel 2007, le "*Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D. Lgs. 163/2006*" che rappresentano un utile documento di riferimento tecnico per la predisposizione del PMA da parte dei proponenti e per consentire alla Commissione stessa di assolvere con maggiore efficacia ai propri compiti (art.185 del D. Lgs.163/2006 e ss. mm. ii.).

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) regola l'utilizzo della *Posidonia oceanica* attraverso la **Legge n. 106/2014 Manuali e Linee Guida – Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto delle praterie di Posidonia oceanica**. Lo scopo è quello di affrontare, attraverso la programmazione e gestione sostenibile delle risorse ambientali, la conservazione della naturalità degli ambienti marini; tali fattori sono strettamente connessi ad azioni di protezione e di ripristino, volti a recuperare sia la naturalità dei sistemi coinvolti, sia la valenza economico-sociale degli stessi.

Nel corso degli anni, il rapido processo di antropizzazione verificatosi lungo la fascia costiera ha significativamente alterato le caratteristiche naturali, i cui effetti non trascurabili hanno causato danni agli ambienti emersi – quali spiagge, dune costiere e retro-dune – e a quelli sommersi, caratterizzati peraltro da alcuni tra gli ecosistemi marini più preziosi e sensibili del bacino mediterraneo, quali le praterie di *Posidonia oceanica*.

Per tali ragioni, le *Linee Guida* mirano a valutare attentamente le alterazioni indotte, causate da eventi naturali o da attività antropiche, in vista dei possibili effetti che queste possono generare in termini di perdita di habitat e di diminuzione della biodiversità, soprattutto se in presenza di habitat e/o specie sensibili. Un aspetto da non tralasciare è che tale degrado comporta inevitabilmente anche effetti non trascurabili in termini socioeconomici, particolarmente rilevanti soprattutto a scala locale.

3. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

3.1 Obiettivi del Piano di Monitoraggio Ambientale

Il Monitoraggio Ambientale è stato strutturato al fine di verificare, attraverso la rilevazione di determinati parametri biologici, chimici e fisici, gli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio.

Ai sensi dell'art. 28 del D.lgs. 152/2006 e ss. mm. ii. il MA rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA, lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle fasi di attuazione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive, nel caso in cui le risposte ambientali non fossero rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA.

Al pari delle ulteriori fasi del processo di VIA (consultazione, decisione), anche le attività e gli esiti del Monitoraggio Ambientale sono oggetto di condivisione con il pubblico.

A tal fine, con riferimento alle Linee Guida, che definiscono specifici criteri per la predisposizione delle informazioni e dei dati contenuti nel PMA. utilizzati per l'informazione ai diversi soggetti interessati (autorità competenti, comunità scientifica, imprese, pubblico), le attività che dovranno essere contenute nel PMA sono riconducibili a:

- VERIFICA DELLO SCENARIO AMBIENTALE DI RIFERIMENTO utilizzato nello SIA e caratterizzazione delle condizioni ambientali (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera (monitoraggio *ante operam* o monitoraggio dello scenario di base);
- VERIFICA DELLE PREVISIONI DEGLI IMPATTI AMBIENTALI CONTENUTE NELLO SIA e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri di riferimento per le diverse componenti ambientali soggette a un impatto significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (monitoraggio degli effetti ambientali in corso d'opera (*in itinere*) e *post operam* o monitoraggio degli impatti ambientali); tali attività consentiranno di:
 - verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;
 - individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni dello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- COMUNICAZIONE DEGLI ESITI DELLE ATTIVITÀ di cui ai punti precedenti, alle autorità preposte a eventuali controlli e al pubblico.

3.2 Indirizzi Metodologici per la predisposizione del presente P.M.A.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale costituisce un elaborato che, seppure con una propria autonomia, deve garantire la piena coerenza con i contenuti del SIA relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente nello scenario di riferimento che precede l'attuazione del progetto (*ante operam*) e alle previsioni degli impatti ambientali significativi connessi alla sua attuazione (*in corso d'opera e post operam*).

In funzione delle opere e relative attività previste in seno alla progettazione definitiva, il Piano di Monitoraggio prevede:

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

- la programmazione del monitoraggio dei fattori ambientali per i quali, in coerenza con quanto documentato nello SIA, sono stati individuati impatti ambientali significativi generati dall'attuazione dell'opera;
- la connessione commisurata alla significatività degli impatti ambientali previsti nello SIA (estensione dell'area geografica interessata; caratteristiche di sensibilità/criticità delle aree potenzialmente soggette a impatti significativi; probabilità, durata, frequenza, reversibilità e complessità degli impatti). Di conseguenza l'attività di MA da programmare è adeguata in termini di estensione delle aree di indagine, numero dei punti di monitoraggio, numero e tipologia dei parametri, frequenza e durata dei campionamenti;
- il coordinamento o l'integrazione con le attività di monitoraggio svolte dalle autorità preposte al controllo della qualità dell'ambiente. Pertanto, il proponente potrà disporre dei dati e delle informazioni (generalmente di lungo periodo), derivanti dalle attività di monitoraggio ambientale svolte da altri soggetti (ISPRA, ARPA/APPA, Regioni, Province, ASL, ecc.) per supportare efficacemente le specifiche finalità del MA degli impatti ambientali generati dall'opera;
- uno strumento tecnico-operativo di programmazione delle attività di monitoraggio ambientale che discendono da dati, analisi e valutazione già contenute nel Progetto e nello SIA in modo efficace, chiaro e sintetico.

Pertanto, per la redazione del PMA è stato adottato il seguente percorso metodologico e operativo:

1. Identificazione delle azioni di progetto che generano, per ciascuna fase (ante operam, in corso d'opera, post operam), impatti ambientali significativi sui singoli fattori ambientali.
Per ciascuna azione di progetto sono stati evidenziati e quantificati i parametri progettuali che caratterizzano l'attività (attività di cantiere, numero e tipologia dei mezzi impiegati, numero dei viaggi giornalieri e totale mezzi di trasporto materiali da/per il cantiere). Tali informazioni hanno consentito di predisporre il MA in relazione alle specifiche tipologie di emissioni prodotte (emissioni di motori diesel, polveri) e ai relativi parametri ambientali potenzialmente critici (esempio...PM10, NOx, CO, IPA);
2. Identificazione dei fattori ambientali da monitorare. Sono stati individuati i fattori ambientali da trattare nel PMA in quanto interessati da impatti ambientali significativi e per i quali sono state individuate misure di mitigazione la cui efficacia dovrà essere verificata mediante il monitoraggio ambientale.

Al fine di non duplicare quanto appositamente trattato nel Progetto e nello SIA, si farà ricorso a formati sintetici ed esaustivi quali tabelle, matrici, grafici. Per ciascun fattore ambientale individuato saranno, quindi, definiti:

- a) *Aree di indagine* nell'ambito delle quali programmare le attività di monitoraggio e le stazioni in corrispondenza dei quali effettuare i campionamenti (rilevazioni, misure);
- b) *Parametri analitici indicatori dello stato quali – quantitativo dei fattori ambientali* attraverso i quali controllare l'evoluzione delle sue caratteristiche, la coerenza con le previsioni effettuate nello SIA (stima degli impatti ambientali), l'efficacia delle misure di mitigazione adottate;
- c) *Tecniche di campionamento*, misura e analisi e relativa strumentazione necessaria;
- d) *Frequenza dei campionamenti e durata complessiva dei monitoraggi*;
- e) *Metodologie di controllo di qualità*, validazione, analisi ed elaborazione dei dati del monitoraggio ai fini della valutazione delle variazioni dei parametri utilizzati;
- f) *Azioni correttive* (eventuali) da intraprendere in relazione all'insorgenza di condizioni anomale o critiche inattese rispetto ai valori di riferimento assunti.

3.3 Sintesi previsioni progettuali

Come esplicitato nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale (*Codice Elaborato A.02 – Studio di Impatto Ambientale*), lo scopo principale del presente elaborato in seno al Progetto Definitivo "Ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento" è quello di fare emergere al meglio le peculiarità del territorio, esaltandolo in maniera appropriata, all'interno di un processo in cui le nuove opere, sia quelle prettamente marittime e portuali (molo, banchine, ...) che quelle di carattere architettonico, logistico e funzionale (percorsi pedonali, impianti, ...) dovranno valorizzare l'identità e la specificità del territorio, attraverso l'utilizzo di materiali compatibili e la scelta di soluzioni progettuali che si integrino al meglio nel contesto storico, paesaggistico ed ambientale del sito di intervento.

In tale prospettiva, per quanto concerne la qualità e sostenibilità tecnica del progetto, il miglioramento delle prestazioni ambientali e la riduzione dell'inquinamento saranno punti cardine per la scelta dei materiali ed in particolare se ne prevede il reperimento in loco, per quanto possibile, in modo da integrare le azioni di tutela e sostenibilità ambientale con quelle di promozione dei flussi turistici stagionalizzati.

Nell'ottica di valorizzare l'infrastruttura portuale, a scopi turistici, saranno migliorati i servizi offerti agli utenti e ottimizzato l'utilizzo delle banchine portuali attraverso la riorganizzazione funzionale degli spazi e dei percorsi, al fine di rendere l'area portuale polo attrattivo e collegamento di pregio tra il caratteristico borgo di *Chianalea* e il lungomare di *Marina Grande* di *Scilla*.

L'intervento prevede, inoltre, l'incremento dei servizi per il turismo nautico e il miglioramento del contesto ambientale di riferimento, della qualità e quantità dell'informazione turistica e della promozione della cultura dell'accoglienza.

Le nuove opere valorizzeranno l'identità e la specificità del territorio, attraverso la realizzazione di una passeggiata e di uno spazio panoramico in testata al nuovo molo foraneo che faccia godere le bellezze del luogo.

Sinteticamente si prevedono i seguenti ambiti:

- Opere marittime (*Prolungamento Molo Sopraflutto, Copertura scivolo di alaggio Banchina Ruffo di Calabria, Ripristino pavimentazione della Banchina Molo Foraneo*);
- Logistica ed opere stradali (*Aree Verdi e Area parcheggi, Percorso e piazza panoramica*);
- Dotazione impiantistica (*Impianti esterni: elettrico ed illuminazione, idraulico ed antincendio; impianti interni all'edificio: elettrico ed illuminazione, idraulico, antincendio, meccanico e dati*);
- Stazione Marittima.

In altre parole, l'intera operazione è finalizzata alla realizzazione di un intervento compatibile con le risorse economiche disponibili, all'impiego delle soluzioni tecniche in grado di ridurre i costi operativi di gestione e le attività di manutenzione, a garantire la corrispondenza dei parametri tecnici del progetto agli specifici standard di riferimento di settore – tenuto conto in particolare degli approfondimenti effettuati in termini di azioni esercitate dal moto ondoso sulla struttura – all'approfondimento e alla valorizzazione degli aspetti relativi all'inserimento ambientale e paesaggistico delle opere preposte.

L'intervento nel suo complesso, comprese le opere meramente strutturali è stato progettato privilegiando tipologie di intervento assolutamente non invasive dal punto di vista paesaggistico e ambientale e prevedendo esclusivamente l'utilizzo di materiali in chiave eco-compatibile.

Inoltre, le tipologie di intervento determinate sono state concepite in modo da conciliare la primaria esigenza di operatività con le valenze ambientali e paesaggistiche del sito.

3.4 Inquadramento dei possibili settori oggetto di monitoraggio

A seguire si riportano le considerazioni, elaborate a valle degli studi condotti all'interno dello Studio di Impatto Ambientale, che hanno determinato l'individuazione delle componenti ambientali oggetto del presente PM. Come già anticipato l'individuazione dell'area di indagine sarà effettuata in base ai criteri analitici-previsionali utilizzati nello SIA per la stima degli impatti su componenti/fattori ambientali ritenuti coinvolti. L'area di indagine comprenderà quella parte del dominio di calcolo ove l'output del modello ha restituito una situazione di potenziale alterazione quali-quantitativa (impatto) dei parametri caratterizzanti la specifica componente rispetto allo stato *ante operam* (ad esempio concentrazioni al suolo degli inquinanti atmosferici, livelli di pressione sonora, concentrazioni di sostanze contaminanti negli acquiferi sotterranei, ecc.).

3.4.1. Settore Antropico

L'area di intervento, seppure strategicamente baricentrica nella vita del Comune di Scilla, risulta confinata in ambito portuale e non ha alcuna refluenza in termini di criticità rispetto al contesto.

La tipologia delle opere e la posizione delle opere e la posizione delle aree di cantiere – defilata rispetto al centro abitato – non comporteranno particolari disagi aggiuntivi, in quanto è stato previsto un piano di cantierizzazione efficiente.

Per tale ragione, l'intervento per tipologia e caratteristiche delle opere rappresenta un valore aggiunto all'esistente portualità piuttosto che motivo di impatto alla componente antropica, prevedendone una implementazione e non comportandone particolari disagi aggiuntivi.

Ai fini acustici sarà comunque necessario definire una rete di monitoraggio dedicata agli aspetti legati alle componenti Atmosfera e Agenti Fisici (Rumore/Vibrazioni).

3.4.2. Settore Naturale

Il porto di Scilla (RC) e nello specifico assieme alle aree oggetto delle nuove opere di infrastrutturazione, risultano essere comprese all'interno della perimetrazione della zona *ZPS IT 9350300* e *SIC IT 930173*.

In merito alla gestione degli Habitat, le attività e gli interventi ammissibili all'interno dei siti non devono comportare la riduzione della superficie degli Habitat d'interesse comunitario o il danneggiamento/eliminazione delle formazioni vegetali presenti. Inoltre, la gestione delle aree d'interesse naturalistico deve perseguire la tutela attiva delle coste rocciose marine e degli isolotti minori, delle praterie perenni e annue, delle formazioni pre-forestali.

Occorre, altresì, garantire la maggiore connessione-continuità degli Habitat e favorire la diffusione di quelli più vulnerabili. Nelle aree d'interesse conservazionistico vengono consentiti interventi con finalità gestionali, quali recinzioni, sfalci, piantumazioni, monitoraggi, ricostituzione di habitat, nel rispetto delle indicazioni/prescrizioni contenute nel Piano di Gestione e nelle allegate schede delle azioni gestionali. In particolare, con riferimento alla presenza dell'*Habitat prioritario 1120 – Posidonia Oceanica* riscontrato in alcune porzioni dei fondali del litorale in oggetto, si prevede quanto segue:

- monitoraggio dell'evoluzione demografica delle specie vegetali e animali e dell'evoluzione strutturale – areale degli habitat d'interesse comunitario, dei biotipi di interesse conservazionistico e degli agro-ecosistemi attraverso rilievi periodici di aree-campione rappresentative, con particolare attenzione al monitoraggio dei popolamenti di *Posidonia Oceanica*.

Con riferimento alle opere di progetto, si prevede che il prolungamento del Molo Sopraflutto determini una

perdita di Posidonia Oceanica di m² 593 – 0,0593 ha – e per tale ragione si prevede un trapianto della prateria conformemente alle *Linee Guida ISPRA 106/2014*, al fine di conservare e gestire in maniera ottimale gli ecosistemi marini (si rimanda al paragrafo 6 del presente elaborato per ulteriori approfondimenti).

3.4.3. Settore Fisico

Per quanto riguarda gli aspetti del territorio legati alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrauliche, l'ubicazione delle opere in ambiente marino-costiero, comporta la necessità di prevedere il monitoraggio della componente Acqua con riferimento specifico alle *Acque Marine*.

I paragrafi che seguono, illustrano il percorso metodologico svolto ai fini dell'individuazione del/i fattore/i ambientale/i oggetto del presente piano di monitoraggio e gli aspetti legati alle attività di monitoraggio per ciascun fattore individuato.

Dall'esame delle azioni di progetto verranno, quindi, individuati sia il/i fattore/i ambientali oggetto di monitoraggio che le aree di indagine corrispondenti alla porzione di territorio entro la quale sono attesi gli impatti significativi generati dalla realizzazione e dall'esercizio delle opere.

Tali aree saranno opportunamente estese alle porzioni di territorio necessarie ai fini della caratterizzazione dello stato quali-quantitativo del fattore ambientale analizzato.

All'interno dell'area di indagine, le stazioni di monitoraggio per la caratterizzazione dello stato quali-quantitativo di ciascun fattore ambientale (*fasi, ante operam, corso d'opera, post operam*) saranno localizzate sulla base dei criteri tracciati dalle Linee Guida di seguito sintetizzati:

- significatività/entità degli impatti attesi;
- estensione territoriale delle aree di indagine;
- sensibilità del contesto ambientale e territoriale (presenza di ricettori sensibili);
- criticità del contesto ambientale e territoriale (condizioni di degrado, in atto o potenziali);
- presenza di altre reti/stazioni di monitoraggio gestite da soggetti pubblici o privati;
- presenza di pressioni ambientali non imputabili all'attuazione dell'opera che possono interferire con il monitoraggio e devono essere considerate durante la valutazione dei dati acquisiti nel corso del Monitoraggio Ambientale.

3.5 Componenti ambientali analizzate

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale tiene conto delle informazioni contenute nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) del progetto in esame, nell'ambito del quale è stata condotta l'analisi delle componenti ambientali potenzialmente interessate dai lavori di realizzazione delle opere. A valle delle indagini svolte, è stato possibile individuare le componenti ambientali relativamente alle quali si riscontrano le maggiori interferenze che saranno, quindi, oggetto del presente piano di Monitoraggio.

Nella fattispecie, le componenti ambientali analizzate in fase di Studio di Impatto Ambientale sono le seguenti:

- Paesaggio
- Fauna, Flora e biodiversità
- Popolazione
- Suolo
- Acqua
- Aria

COMUNE DI SCILLA (RC)

PROGETTO DEFINITIVO: "AMMODERNAMENTO DEL PORTO DI SCILLA E DELLE INFRASTRUTTURE DI COLLEGAMENTO"

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

- Rumore
- Rifiuti
- Trasporti

Con specifico riferimento all'intervento in oggetto, le componenti ambientali ritenute significativamente meritevoli di verificarne lo stato ante-durante e post opera sono le seguenti:

Aria; Acque marine; Paesaggio (suolo e costa); Rumore; Biocenosi.

4. IMPATTI SUI FATTORI AMBIENTALI

4.1 Azioni di progetto che generano impatti sui Fattori Ambientali

A seguire vengono individuate sia in fase di cantiere che di esercizio le relative parti d'opera e le attività di cantiere (come individuate nella Relazione Generale e nello SIA a corredo del P.D.), con l'indicazione delle azioni che generano impatti sui singoli fattori ambientali.

Essa riporta in ascissa le macro azioni ed in ordinata i fattori di impatto (positivo e negativo, incerto o assente) per ciascuna componente ambientale analizzata.

Lo strumento della matrice di analisi permette di effettuare una stima qualitativa dei potenziali effetti significativi derivanti dalla realizzazione delle opere, attraverso l'individuazione di una scala opportuna che consente l'elaborazione di un quadro sintetico, relativo alla sostenibilità ambientale degli interventi.

Si riporta, di seguito, la tabella esplicativa dei potenziali effetti in relazione al fattore di impatto considerato e, a seguire, le matrici di impatto, relativamente alle fasi di cantiere e di esercizio:

	<i>Effetto potenziale positivo</i>
	<i>Effetto potenziale non significativo</i>
	<i>Effetto potenziale incerto</i>
	<i>Effetto potenziale negativo</i>
	<i>Assenza di interazione significativa</i>

Tabella 4.1 Matrice di impatto (fase di cantiere)

PARTI D'OPERA	PAESAGGIO	FLORA FAUNA E BIODIVERSITÀ	POPOLAZIONE	SUOLO	ACQUA	ARIA	RUMORE	RIFIUTI	TRASPORTI
	FRAGMENTAZIONE E/O COMPROMISSIONE DI ELEMENTO FISICI E STORICO-CULTURALI	FRAGMENTAZIONE E/O DISTURBO DEGLI HABITAT TUTELATI	DISTURBO ALLA POPOLAZIONE E ALLE ATTIVITÀ	SOTTRAZIONE DI SUOLO	INQUINAMENTO ACQUE SUPERFICIALI E FREATICHE	EMISSIONE DI GAS E POLVERI	LIVELLO DI EMISSIONE RUMOROSA	QUANTITÀ DI RIFIUTI PRODOTTI E STOCCAGGIO	INTENSITÀ DI TRAFFICO
<u>OPERE MARITTIME</u>									
<u>LOGISTICA ED OPERE STRADALI</u>									
<u>DOTAZIONI IMPIANTISTICHE</u>									
<u>STAZIONE MARITTIMA</u>									

Tabella 4.2 Matrice di impatto (fase di esercizio)

PARTI D'OPERA	PAESAGGIO	FLORA FAUNA E BIODIVERSITÀ	POPOLAZIONE	SUOLO	ACQUA	ARIA	RUMORE	RIFIUTI	TRASPORTI
	FRAMMENTAZIONE E/O COMPROMISSIONE DI ELEMENTO FISICI E STORICO-CULTURALI	FRAMMENTAZIONE E/O DISTURBO DEGLI HABITAT TUTELATI	DISTURBO ALLA POPOLAZIONE E ALLE ATTIVITÀ	SOTTRAZIONE DI SUOLO	INQUINAMENTO ACQUE SUPERFICIALI E FREATICHE	EMISSIONE DI GAS E POLVERI	LIVELLO DI EMISSIONE RUMOROSA	QUANTITÀ DI RIFIUTI PRODOTTI E STOCCAGGIO	INTENSITÀ DI TRAFFICO
<u>OPERE MARITTIME</u>									
<u>LOGISTICA ED OPERE STRADALI</u>									
<u>DOTAZIONI IMPIANTISTICHE</u>									
<u>STAZIONE MARITTIMA</u>									

Dal confronto delle due matrici sopra riportate si evince che gli impatti più significativi sono limitati alla sola fase di cantiere, in particolare con riferimento alla interferenza sugli habitat protetti presenti nelle aree di intervento e alle caratteristiche delle acque marine a causa del temporaneo intorpidimento delle stesse dovuto alle lavorazioni in atto.

Relativamente alla fase di esercizio, invece, si stimano refluenze globalmente positive.

Ai fini della predisposizione del Monitoraggio Ambientale, per ciascun fattore ambientale individuato, nei successivi paragrafi saranno definiti:

- Obiettivi specifici del monitoraggio;
- Localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- Frequenza e durata del monitoraggio;
- Metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati);
- Valori limite normativi e/o standard di riferimento.

5. COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DI MONITORAGGIO

5.1 Identificazione aree di indagine

In base alle analisi e alle valutazioni contenute nel Progetto e nello Studio di Impatto Ambientale, sono state identificate e delimitate per ciascuna componente/fattore ambientale le aree di indagine corrispondenti alla porzione di territorio entro la quale sono attesi gli impatti significativi sulla componente indagata generati dalla realizzazione/esercizio dell'opera.

L'area di indagine è stata opportunamente estesa alle porzioni di territorio che si ritengono necessarie ai fini della caratterizzazione del contesto ambientale di riferimento (*ante operam*), anche se in tali aree non sono attesi impatti ambientali significativi.

5.2 Aria

Il piano di monitoraggio per la componente "Aria" interessa le seguenti fasi:

- monitoraggio *Ante Operam* (M. A. O.), per la determinazione dello "stato di zero" prima dell'avvio dei lavori di realizzazione delle opere;
- monitoraggio in *Corso d'Opera* (M. C. O.), per il controllo delle alterazioni nella componente prodotte durante le attività di esercizio del cantiere;
- monitoraggio *Post Operam* al termine dei lavori.

Le finalità degli accertamenti previsti per questi ambiti d'indagine sono rivolte essenzialmente alla determinazione delle concentrazioni dei principali inquinanti dovuti alle emissioni prodotte dal flusso veicolare che trasportano i materiali e ai mezzi d'opera e agli eventuali aumenti di inquinanti generate dalle attività di cantiere. Contestualmente saranno acquisiti i principali parametri meteorologici.

Il programma di controllo della qualità dell'aria si articola:

- *fase ante operam*: una campagna di rilievo da effettuare su una singola stazione individuata in prossimità dell'ingresso pedonale del centro abitato della frazione *Chianalea*. Il rilievo va effettuato prima dell'inizio dei lavori e prevede:
 - a) Rilievo qualità aria con mezzo mobile strumentato;
 - b) Rilievo delle polveri sottili con campionatore sequenziale.
- *fase di cantiere – corso d'opera*: una campagna di rilievo da effettuare con mezzo mobile strumentato; rilievo delle polveri sottili con campionatore sequenziale.

Nel caso in cui si registrassero significativi scostamenti dalle condizioni *ante operam* e/o significativi superamenti dei limiti normativa, si procederà ad una valutazione delle concentrazioni d'inquinanti interessati e ad esaminare gli scostamenti registrati. La valutazione effettuata sarà ovviamente dedicata alle sole sorgenti emissive attribuibili alle attività di cantiere di cui al presente progetto. Sarà quindi basata sulla caratterizzazione delle sorgenti (n° mezzi d'opera, tipologia dei mezzi d'opera, ecc.) interessati.

Le risultanze del monitoraggio permetteranno di verificare l'eventuale incremento del livello di concentrazioni di polveri e altri inquinanti durante le fasi di lavorazione e l'incremento delle concentrazioni degli inquinanti connesso alle fasi realizzative dei lavori.

Le informazioni desunte saranno quindi utilizzate per fornire eventuali prescrizioni ai cantieri per lo svolgimento delle attività, limitando ad esempio alcune lavorazioni che saranno determinate in corso d'opera.

5.2.1 Finalità del monitoraggio e parametri oggetto di rilevamento

Il monitoraggio ha essenzialmente lo scopo di valutare i livelli di concentrazione degli inquinanti previsti nella normativa nazionale, al fine di individuare l'esistenza di eventuali stati di attenzione ed indirizzare gli interventi di mitigazione necessari a riportare i valori entro opportune soglie definite dallo strumento legislativo; i valori limite fanno riferimento al **D. Lgs. n° 155 del 15-09-2010**.

Parametro	Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Valore limite	Superamenti annuali consentiti
NO ₂	Valore limite orario	1 ora	200 µg/m ³	18
	Valore limite annuale	Anno civile	40 µg/m ³	-
	Soglia di allarme	1 ora	400 µg/m ³ (superamento per 3 ore consecutive)	-
CO	Valore limite	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m ³	-
SO ₂	Valore limite	1 ora	350 µg/m ³	24
	Valore limite	24 ore	125 µg/m ³	3
	Soglia di allarme	1 ora	500 µg/m ³ (superamento per 3 ore consecutive)	-
O ₃	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 µg/m ³	Da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni
	Soglia di informazione	1 ora	180 µg/m ³	-
	Soglia di allarme	1 ora	240 µg/m ³ (superamento per 3 ore consecutive)	-
PM ₁₀	Valore limite	24 ore	50 µg/m ³	35
	Valore limite	Anno civile	40 µg/m ³	-
PM _{2,5}	Valore limite	Anno civile	25 µg/m ³	-
C ₆ H ₆	Valore limite	Anno civile	5 µg/m ³	-
BaP	Valore limite	Anno civile	1 ng/m ³	-
As	Valore obiettivo	Anno civile	6 ng/m ³	-
Cd	Valore obiettivo	Anno civile	5 ng/m ³	-
Ni	Valore obiettivo	Anno civile	20 ng/m ³	-
Pb	Valore limite	Anno civile	0,5 µg/m ³	-

Figura 5.1 Valori limite degli elementi inquinanti per la protezione della salute umana [Fonte: ARPACal – relazione tecnico ambientale specialistica]

I parametri oggetto di rilevamento saranno:

- i dati meteorologici, e cioè direzione, intensità del vento e classe di stabilità, onde prendere tempestivi provvedimenti allorquando coincidano con quelli identificati come causa degli innalzamenti di concentrazione degli inquinanti;
- le concentrazioni stesse degli inquinanti tipici del traffico stradale e natanti (Ossidi d'azoto, ossidi di zolfo, monossido di carbonio, ecc.) nonché le Polveri Sospese Totali, tipiche dell'attività di cantiere;
- il rilievo del traffico veicolare in coincidenza del punto di monitoraggio al fine di mettere in evidenza una correlazione fra situazione meteorologica, dati qualità aria e fonti di inquinamento.

I valori limite di riferimento proposti, rispetto ai quali raffrontare i dati orari e le medie giornaliere dei parametri misurati, sono riportati all'interno della *Figura 5.1* a pagina precedente.

Andrà inoltre misurato il livello di Ozono e la concentrazione del benzo(a)pirene nel particolato PM10.

Nella fase ante operam e semestralmente nella fase di cantiere vanno ricercati e misurati i metalli arsenico, piombo, nichel e cadmio. Per ogni rilievo va redatto:

- report attività di campo (resoconto delle attività svolte in campo e risultati grezzi);
- relazioni tecniche riepilogative delle attività di monitoraggio (elaborazioni e analisi dati, valutazioni, ecc.);

5.3 Acque marine

Il piano di monitoraggio per la componente "Acqua" interessa le acque marine in corrispondenza ed in prossimità dell'opera.

La finalità principale del monitoraggio è quella di individuare le eventuali variazioni/alterazioni che le lavorazioni possono indurre sullo stato della risorsa idrica. Gli impatti possibili sull'ambiente marino dovuti alla realizzazione dell'opera possono essere schematicamente riassunti nei seguenti punti:

- modifica delle qualità chimico-fisiche delle acque;
- disturbo delle componenti biotiche,
- modifica delle caratteristiche dei sedimenti ecc.

Il monitoraggio si articola in tre fasi:

- Monitoraggio *Ante Operam* (M. A. O.): con lo scopo di fornire una descrizione dello stato del corpo idrico prima dell'intervento;
- Monitoraggio in *Corso d'Opera* (M. C. O): il cui obiettivo è la verifica che le eventuali modificazioni allo stato dell'ambiente idrico siano temporanee e non superino determinate soglie;
- Monitoraggio *Post Operam* (M. P. O.): il monitoraggio del sistema idrico marino si occuperà di valutare le potenziali modifiche indotte dalle attività di costruzione e di attività dell'infrastruttura e il monitoraggio consentirà, di:
 - a) definire lo stato di salute della risorsa prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'opera;
 - b) proporre opportune misure di salvaguardia o di mitigazione degli effetti del complesso delle attività sulla componente ambientale e testimoniare l'efficacia o meno;

5.3.1 Parametri oggetto di rilevamento e localizzazione

La finalità principale del monitoraggio è quella di individuare le eventuali variazioni/alterazioni che le lavorazioni possono indurre sullo stato del tratto di mare interessato.

In linea generale, i criteri per la scelta dei parametri da monitorare devono rispondere alle seguenti esigenze:

- definire in maniera esaustiva lo stato chimico-fisico e le caratteristiche biotiche del corpo idrico;
- valutare con precisione le eventuali alterazioni dovute alle attività di cantiere;
- inserire i parametri secondo un criterio di cautela che permetta di fronteggiare i possibili impatti ambientali derivanti da attività di cantiere.

Si prevede di effettuare il monitoraggio della qualità delle acque interne al bacino portuale da effettuare mediante prelievo periodico di campioni in alcuni punti significativi dello specchio d'acqua portuale e l'esecuzione di specifiche analisi, finalizzate alla valutazione degli indici di inquinamento fisico, chimico e biologico.

I campionamenti ordinari verranno effettuati con sonda multiparametrica, per le misure di Ph, temperatura, ossigeno disciolto, torbidità, clorofilla, ecc.

Nel caso specifico, in considerazione della tipologia e delle caratteristiche delle opere di progetto, si ritiene di ricondurre le indagini marine ai seguenti elementi:

- *sedimenti marini*, esecuzione di indagini fisiche, chimiche ed ecotossicologiche (rappresentano una matrice conservativa capace di "descrivere" eventuali alterazioni in atto o pregresse);
- *morfologia dei fondali*, esecuzione di indagini indirette.

Pertanto, per ciascun ambito di monitoraggio individuato (sedimenti marini, morfologia dei fondali), nei seguenti paragrafi saranno fornite indicazioni su: localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio; parametri descrittivi (indicatori); frequenza durata dei monitoraggi; metodologie di riferimento.

Nella fattispecie, relativamente alla componente *Acque marine*, in vista del prolungamento del molo sopraflutto, l'impatto è riconducibile sia alla fase di cantiere, sia alla fase di esercizio. Pertanto, si ritiene necessario effettuare attività di indagine semestrale per l'elemento colonna d'acqua e per il monitoraggio dei sedimenti marini (*ante e post operam*) al fine di garantire il controllo della qualità delle acque.

Inoltre, per quanto concerne *l'ossigeno disciolto e la torbidità*, è prevista un'ulteriore campagna di indagine semestrale in *corso d'opera*, in quanto si prevede un'alterazione delle suddette componenti dovuta proprio alla fase cantieristica.

5.3.2 Criteri di scelta dei punti di monitoraggio

Le aree di indagine sono identificate in base alla tipologia dell'opera e l'estensione sarà tale da comprendere un gradiente completo, ovvero dal punto massimo di pressione (interferenza nei pressi dell'opera) fino alla zona di pressione minima o trascurabile, tenendo conto anche del tipo di ambiente marino interessato.

I criteri adottati per l'individuazione dei siti da sottoporre a monitoraggio sono basati su seguenti fattori:

- localizzazione delle aree di cantiere;
- localizzazione delle aree a mare ove è prevista la posa di materiali sul fondale.

Si propone l'individuazione di un punto di monitoraggio, in prossimità della prateria di Posidonia oceanica ricevente (P1).

5.3.3 *Articolazione temporale dei campionamenti*

Il Monitoraggio offrirà una "istantanea" del corpo idrico, istantanea da confrontare con dati preesistenti di precedenti o attuali monitoraggi istituzionali.

Si procederà a realizzare il campionamento semestrale *ante operam* (da ripetersi n.2 volte) e *post operam* al termine dei lavori sul punto individuato e per tutti i parametri, al fine di ottenere una descrizione della qualità dell'acqua quanto più definita con speciale riguardo delle sostanze inquinanti più pericolose.

Campionamenti in *corso d'opera* da operare per il punto individuato in prossimità della prateria di Posidonia oceanica ricevente.

Nell'analisi dei sedimenti va espletata anche l'analisi ecotossicologica, da effettuarsi: una campagna in *ante operam*, una in *corso d'opera* al termine delle fasi di realizzazione delle opere ed una *post operam* per almeno tre anni per il punto di monitoraggio indicato.

Il Monitoraggio in corso d'opera avrà una durata pari al tempo di realizzazione delle opere o di permanenza delle aree di cantiere.

Pertanto, in sintesi, è stato previsto:

- campionamenti per n.5 campagne totali di prelievo *Ante Operam*;
- campionamenti per n.3 campagne totali di prelievo in *Corso d'Opera*;
- campionamenti per n.5 campagne totali di prelievo *Post Operam*;

5.3.4 *Parametri descrittivi (indicatori)*

- **Sedimenti marini**

I sedimenti hanno un ruolo fondamentale per la qualità degli ecosistemi acquatici in quanto rappresentano l'habitat di molti organismi e sostegno della flora e fauna marina. I sedimenti rappresentano, altresì, il comparto dove si depositano molti contaminanti pericolosi che, oltre a produrre effetti diretti sugli organismi bentonici, comportano un rischio a lungo termine per la vita acquatica e per l'uomo (a causa del loro trasferimento attraverso la rete trofica e la loro diffusione e risospensione nella colonna d'acqua).

L'analisi delle caratteristiche tessiturali del fondo è il primo passo per valutare la frazione fine che potrebbe essere messa in sospensione durante le attività di movimentazione dei sedimenti, con conseguente messa in circolo (risospensione) di contaminanti eventualmente presenti nel sedimento e reintroduzione nella colonna d'acqua e nel ciclo del particolato.

La caratterizzazione chimica consiste nello studio della qualità dei sedimenti superficiali e, a seconda dei casi, anche di quelli più profondi, attraverso la valutazione di parametri analitici rappresentativi, coerentemente con quanto specificato nelle normative nazionali ed europee. Per completare l'analisi della qualità dei sedimenti, le informazioni derivanti dalle analisi chimiche vengono generalmente integrate con le risultanze di indagini ecotossicologiche. Il sedimento potrebbe, infatti, possedere un elevato tenore di contaminanti (organici e/o inorganici) senza tuttavia risultare tossico agli organismi; viceversa, concentrazioni relativamente basse di contaminanti potrebbero risultare biodisponibili e comportare un rischio per l'ambiente marino. I saggi biologici non permettono di identificare l'agente chimico responsabile della specifica risposta tossica, ma misurano gli effetti "integrati" di miscele di contaminanti su organismi-test.

Poiché le specie possiedono differenti caratteristiche ecologiche e biologiche, per ottenere una rappresentazione verosimile dell'ecosistema in laboratorio, è opportuno allestire una batteria di test biologici comprendente più specie diverse tra loro, appartenenti a livelli trofici differenti.

La determinazione dei parametri microbiologici nei sedimenti marini costituisce un importante contributo per la valutazione degli aspetti igienico sanitari. I parametri da analizzare sono riportati nelle principali normative

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

di riferimento per la tutela dell'ecosistema marino (D.M. 24/01/1996; D.M. 260/2010; D.lgs. 219/2010), la maggior parte inclusi nell'elenco di priorità di sostanze chimiche di cui al Reg. 2455/2001/EU.

I campioni potranno essere prelevati da benna standard (Figura 5.2) e dentata del tipo "Van Veen 5". Tale strumento è un campionatore di largo impiego perché efficace su ogni tipo di sedimento ed è di semplice utilizzo; costruita in acciaio inox è dotata di sportellino per la raccolta di un campione indisturbato prima dell'apertura; le capacità standard sono di 5 e 18 litri; mentre altri volumi sono realizzati su specifica richiesta. Quando, invece, si intende campionare su sedimenti ritenuti molto compatti, quali ad esempio fondi sabbiosi, conviene utilizzare la versione dentata della benna Van Veen che consente una più efficace e profonda penetrazione.

I parametri analizzati sono i seguenti:

- Parametri chimico-fisici:
 - a) Granulometria, percentuale di umidità, peso specifico;
 - b) Hg, Cd, Pb, As, Cr totale, Cu, Ni, Zn, Mn, Al e Fe;
 - c) Idrocarburi totali, IPA, PCB, pesticidi organo clorurati;
 - d) Tributilstagno (TBT), dibutilstagno (DBT), monobutilstagno (MBT);
 - e) Sostanza organica totale, azoto e fosforo totale, carbonio organico totale (TOC).
- Parametri microbiologici:
 - a) Coliformi totali e decali, streptococchi fecali;
 - b) Ulteriori parametri possono essere aggiunti in base alla tipologia di emissioni dell'opera in oggetto (es. Ba, Se, V, composti cloroorganici, ecc.);
- Parametri ecotossologici
 - a) Batteria di tre test biologici comprendente più specie diverse tra loro, appartenenti a livelli trofici e gruppi tassonomici filogeneticamente differenti.

La valutazione delle caratteristiche morfologiche del fondo marino si rende necessaria ogni qualvolta la realizzazione di un'opera ne comporti la movimentazione. La natura e l'entità dell'alterazione fisica del fondo dipendono, tra gli altri fattori, dalla tecnologia impiegata per la movimentazione e/o messa in opera dell'opera, dall'assetto morfologico e batimetrico del fondo, dalle caratteristiche sedimentologiche e dalle condizioni idrodinamiche.



Figura 5.2 Strumentazione utilizzata per il campionamento dei sedimenti marini: Benna standard e benna dentata.

Le modificazioni generate sul fondo marino oltre a essere riconoscibili dal punto di vista strettamente morfologico, possono comportare variazioni granulometriche del sedimento superficiale e impatti non trascurabili nei casi di opere che interessano ecosistemi sensibili (quali le praterie a Fanerogame marine).



Figura 5.3 Strumentazione utilizzata per il rilievo morfologico dei fondali: Side Scan Sonar e Multibeam.

In ogni caso la mappatura dei fondali eseguita nella fase *ante operam* unitamente ad alcune tipologie di indagini dirette consentirà la caratterizzazione dell'assetto morfologico del fondo e di stimare eventuali impatti su ecosistemi sensibili rilevabili con tale tipologia di indagine. Come illustrato successivamente, gli indicatori da utilizzarsi per monitoraggio, morfologia e batimetria, rappresentano caratteristiche normalmente indagate allo scopo di definire l'assetto del fondale interessato dal progetto, sin dalla fase di caratterizzazione propedeutica alla redazione dello SIA.

Il rilievo morfologico sarà eseguito (*Figura 5-3*) mediante *Side Scan Sonar*, utilizzato per l'acquisizione di immagini del fondo marino (sonogrammi), la cui interpretazione permetterà di definire l'assetto morfologico del fondale e la distribuzione areale dei sedimenti o l'estensione di ecosistemi sensibili. Il Multibeam, o ecoscandaglio multifascio, è utilizzato per i rilievi batimetrici ad alta risoluzione e a grande scala.

I rilievi devono garantire una elevata precisione, una copertura completa dell'area di indagine ed una risoluzione idonea alla finalità del MA; ad esempio, nel caso del rilievo morfologico è opportuno impiegare un range di acquisizione non superiore a 100-15m.

5.4 Rumore

Considerata la tipologia di lavori da eseguire, il Piano di Monitoraggio acustico ha lo scopo di esaminare, nello specifico degli interventi previsti, le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente durante la realizzazione delle opere e di valutare se tali variazioni sono imputabili alle attività di cantiere, al fine di ricercare le azioni correttive che possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni accettabili.

Il monitoraggio acustico, eseguito prima e durante la realizzazione dell'opera consisterà nel:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia degli eventuali sistemi di mitigazione progettati e posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione delle opere portuali;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

5.4.1 Frequenza del monitoraggio

Assunti come "punto zero" di riferimento i livelli sonori attuali (*ante operam*), si procederà alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione delle attività di cantiere.

Le finalità del monitoraggio della fase di corso d'opera sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato *ante operam* dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione degli interventi previsti;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività del cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

L'impatto acustico della fase di cantiere ha caratteristiche di transitorietà.

A tale scopo, anche in considerazione del previsto limitato impatto acustico in relazione alle attività di cantiere, si prevede di utilizzare un'unica tipologia di rilievi sonori: misure di 8 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi del clima acustico esistente, attività di cantiere, traffico veicolare (nel corso e ante d'opera).



Figura 5.4 Strumentazione utilizzata per il monitoraggio acustico: fonometro.

L'esecuzione dei rilievi avverrà a mezzo di fonometri (*Figura 5.4*), strumenti che registrano, nel tempo, i livelli di pressione sonora (espressi in dBA) e, se necessario, le frequenze a cui il rumore viene emesso.

Per l'area individuata oggetto di monitoraggio acustico si prevedono indicativamente:

- nella fase *ante operam* un rilevamento di 24 ore della componente prima dell'inizio dei lavori;
- nella fase corso d'opera un rilevamento di 24 ore ogni mese per tutta la durata dei lavori in occasione delle lavorazioni maggiormente critiche dal punto di vista acustico.

Pertanto, in sintesi è previsto:

- rilievo fonometrico per una stazione *Ante Operam*;
- rilievo fonometrico per una stazione in *Corso d'Opera*.

Nel caso di monitoraggio per campionamento, la scelta del numero e dei periodi in cui svolgere i rilievi fonometrici è eseguita tenendo conto della variabilità casuale (eventi sporadici) e deterministica (eventi periodici) della rumorosità legata all'opera e/o alle altre sorgenti di rumore presenti.

5.5.6 Punti di monitoraggio

La scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio poggia su una serie di condizioni determinate da fattori di criticità ambientale e di rappresentatività della situazione acustica attuale e futura. In particolare, la criticità ambientale è il risultato della convergenza di numerose condizioni connesse con i processi di emissione, di propagazione e di immissione del rumore.

Un'analisi preliminare ha permesso di definire i punti da sottoporre ad indagine acustica anche sulla base dei seguenti criteri di carattere generale:

- individuazione di ricettori critici prossimi all'area d'intervento;
- ubicazione delle aree di cantiere;
- rete di viabilità dei mezzi gommati di cantiere.

Nello specifico il punto in cui effettuare gli accertamenti in campo, si localizzerà in prossimità della radice della viabilità pubblica a monte dell'area di cantiere ed in corrispondenza dell'area portuale; tali ricettori saranno interessati sia dalla rumorosità proveniente dalle aree di lavorazione sia dal transito dei mezzi d'opera.

5.6 Risultati del monitoraggio ambientale

5.6.1 Rapporti tecnici

Le informazioni relative all'area di indagine, ai ricettori, ai punti di monitoraggio e alle eventuali ulteriori pressioni ambientali dovranno essere contenute in appositi rapporti tecnici predisposti periodicamente a seguito dell'attuazione del MA.

Tali rapporti dovranno includere, per ciascun punto di monitoraggio, apposite schede di sintesi contenenti, oltre a una tabella informativa, anche un inquadramento generale dell'area di monitoraggio, una rappresentazione cartografica dei punti di monitoraggio e degli elementi progettuali compresi nell'area di indagine, dei ricettori sensibili e degli eventuali elementi che possono condizionare gli esiti del monitoraggio.

5.6.2 Rilevamento dati di monitoraggio

I rapporti saranno corredati di apposite schede di sintesi a loro volta corredate da apposita documentazione fotografica dello stato dei luoghi.

All'interno delle schede verranno annotati tutti i parametri oggetto di indagine e di volta in volta confrontati.

AREA DI INDAGINE	
CODICE AREA DI INDAGINE	
TERRITORI INTERESSATI	
DESTINAZIONE D'USO DEL PRG	
USO REALE DEL SUOLO	
DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	
FATTORI/ELEMENTI ANTROPICI E/O NATURALI CHE POSSONO CONDIZIONARE L'ATTUAZIONE E GLI ESITI DEL MONITORAGGIO	

Scheda tipologica – Area di Indagine [Fonte: Linee guida Monitoraggio Ambientale]

COMUNE DI SCILLA (RC)

PROGETTO DEFINITIVO: "AMMODERNAMENTO DEL PORTO DI SCILLA E DELLE INFRASTRUTTURE DI COLLEGAMENTO"

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

STAZIONE/PUNTO DI MONITORAGGIO			
CODICE PUNTO			
REGIONE		PROVINCIA	
COMUNE		LOCALITÀ	
SISTEMA DI RIFERIMENTO		LAT.	LONG.
DESCRIZIONE			
COMPONENTE AMBIENTALE			
FASE DI MONITORAGGIO	<input type="checkbox"/> ANTE OPERAM <input type="checkbox"/> CORSO D'OPERA <input type="checkbox"/> POST OPERAM		
STRUMENTAZIONE UTILIZZATA			
PERIODICITÀ E DURATA COMPLESSIVA DEI MONITORAGGI			
CAMPAGNE			

Scheda tipologica – Stazione/Punto di Monitoraggio [Fonte: Linee guida Monitoraggio Ambientale]

RICETTORE/I			
CODICE RICETTORE			
REGIONE		PROVINCIA	
COMUNE		LOCALITÀ	
SISTEMA DI RIFERIMENTO		LAT.	LONG.
DESCRIZIONE	(SCUOLA, AREA NATURALE PROTETTA)		

Scheda tipologica – Ricettore/i [Fonte: Linee guida Monitoraggio Ambientale]

Il report specialistico contenente i dati di monitoraggio dovranno essere resi disponibili, in formato cartaceo e formato digitale, al Responsabile Unico del Procedimento e alla Direzione Lavori per la successiva trasmissione agli Enti preposti con i quali verranno concordate anche le modalità con cui le informazioni verranno messe disposizione del pubblico per la consultazione.

In allegato alla presente:

- Planimetria con indicazione Aree e Punti di monitoraggio (*Paragrafo 7*);
- Computo metrico estimativo delle attività di monitoraggio (*Paragrafo 8*).

6. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE RELATIVO ALL'INTERVENTO DI TRAPIANTO DI POSIDONIA OCEANICA

6.1 Introduzione

Nell'ambito del progetto di realizzazione dell'"*Ammodernamento del Porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento*" del Comune di Scilla (RC), (CUP F71C18000140002 – CIG 7772525A87), sono stati considerati i possibili impatti significativi sull'ambiente, sia in fase di cantiere che di esercizio (*elaborato A.2 – Studio di Impatto Ambientale*).

Dall'analisi si riscontra che in fase di cantiere sono presenti effetti reversibili, seppur non sempre a breve termine, quali incremento della torbidità, possibile risospensione di sedimenti e sostanze chimiche associate, diminuzione dell'attività fotosintetica a carico dei produttori primari e, in generale, disturbo nei confronti degli organismi marini (*Boudouresque et al., 2006*). Al contrario, tra gli impatti valutati in fase di cantiere e di esercizio, vi è la perdita di una superficie occupata dalla prateria di *Posidonia Oceanica*, pari a circa 583 m², area interessata dalla posa delle nuove costruzioni; tale aspetto è pertanto un effetto irreversibile.

Al fine di mitigare gli effetti di tale perdita, sono state suggerite delle misure di compensazione, la più incisiva tra le quali prevede il trapianto di P. oceanica nella stessa misura interessata dalla posa delle nuove strutture. Tale tecnica, già utilizzata in passato per il reimpianto di praterie distrutte, danneggiate o sofferenti a causa di precedenti alterazioni dell'ambiente marino – costiero, è sempre più spesso individuata, all'interno dei *Decreti di VIA* relativi alla realizzazione di opere costiere, come forma di compensazione degli impatti associati.

In passato, il trapianto di P. Oceanica è stato talvolta realizzato senza tenere conto delle necessità sito-specifiche, delle procedure di trapianto e del contestuale inserimento in progetti più ampi di gestione integrata della fascia costiera, non garantendo, quindi, il successo dell'azione (*Boudouresque et al., 2006*). Alcune recenti esperienze, tuttavia, indicano risultati incoraggianti soprattutto in caso di interventi di piccola scala con talee, semi e giovani plantule (*Borum et al., 2004; Diaz-Almela e Duarte, 2008; Carannante, 2011*), anche se l'affidabilità dei progetti non è ancora comparabile con quella acquisita nelle tecniche di riforestazione condotte sulla terraferma. In virtù dei numerosi insuccessi, documentati dalla letteratura, risulta fondamentale valutare in fase preliminare la procedura più idonea da adottare al caso specifico e proseguire nel monitoraggio degli esiti per almeno cinque anni dal termine delle attività di trapianto.

6.1.1 Regime normativo

La salvaguardia e la valorizzazione delle praterie di *Posidonia oceanica* viene regolamentata da leggi nazionali e da direttive europee.

A livello europeo, questa, risulta essere protetta secondo la *Direttiva Habitat 1992/43/CEE* e ss.mm.ii. del 21/05/1992, ossia la *Direttiva del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche*, recepita in Italia con il *D.P.R. 357 dell'08/09/1997* e ss.mm.ii., la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione.

Infatti, la presenza di praterie di *Posidonia oceanica* comporta l'istituzione di *Siti di Importanza Comunitaria* (SIC), che costituiscono, congiuntamente alle *Zone di Protezione Speciale* (ZPS) – nota come la *Direttiva Uccelli* – i siti della Rete Natura 2000, ossia la rete di aree naturali protette, istituite dalla Comunità Europea, al fine di tutelare lo stato di conservazione di specie di flora e di fauna e di tipi di habitat che necessitano di azioni di protezione.

All'interno della *Direttiva Europea 2000/60/CE*, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, recepita in Italia con il *D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.*, vengono disciplinate la qualità ecologica e chimica delle acque; tale direttiva attribuisce per la prima volta un ruolo prioritario agli indicatori biologici nella valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici, lasciando agli indicatori chimico – fisici e morfologici un ruolo di supporto.

In ottica di gestione sostenibile dell'ambiente marino, valutato attraverso la definizione del buono stato ambientale (G.E.S. – Good Environmental Status) – ossia il raggiungimento di determinati target ambientali – viene istituita a livello europeo la *Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino (MSFD – 2008/56/CE)*, recepita in Italia con *D.Lgs. 190/2010*.

Vi sono ulteriori strumenti di protezione delle praterie di Posidonia oceanica, individuabili all'interno della *Legge n. 426 dello 09/12/1998 Nuovi interventi in campo ambientale* e della *Legge n.93 del 23/03/2001 Disposizioni in campo ambientale*, che individuano specifiche disposizioni finanziarie per la realizzazione di studi e di programmi per la protezione e la cartografia delle praterie italiane.

Oggi, i dati ufficiali sulla distribuzione delle praterie di Posidonia oceanica in Italia sono consultabili online sul portale Web GIS della banca dati Si.Di.Mar., mentre precedenti informazioni sulla distribuzione delle praterie in Italia erano state raccolte con il progetto "*Bioitaly*" – avviato nel 1994 dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), oggi Ministero della Transazione Ecologica (MiTE), allo scopo di identificare le aree in cui sono presenti gli habitat e le specie riportate negli allegati delle direttive europee sopra citate e che ha portato, pertanto, per l'ambiente marino, all'individuazione dei siti caratterizzati dalla presenza di praterie di Posidonia oceanica.

Si reputa importante, inoltre, affermare che tale specie è protetta ai sensi della:

- *Convenzione di Berna* sulla Conservazione della Vita Selvatica e degli Habitat naturali in Europa, approvata dal Consiglio europeo con la *Decisione 82/72/CE* dello 03/12/1981 e ratificata dall'Italia con la Legge n.503 dello 05/08/1981.
Tale Convenzione ha come obiettivi la conservazione della flora e della fauna selvatiche e degli habitat naturali e la promozione della cooperazione fra Stati. Inoltre, essa presta particolare attenzione alle specie minacciate e vulnerabili, incluse quelle migratorie (ovvero specie e habitat di specie vulnerabili, in pericolo di estinzione e/o endemiche) specificandone anche le rispettive norme di protezione.
- *Convenzione di Barcellona* relativa alla protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento, approvata in data 16/02/1976 successivamente emendata, nel 1995, come *Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e della regione costiera del Mediterraneo*, ratificata dall'Italia con la Legge n. 175 del 27/05/1999 ed entrata in vigore nel 2004.
Tale Convenzione mantiene la sua natura di quadro programmatico di riferimento, la cui attuazione deve essere realizzata mediante l'adozione di specifici protocolli che concretizzano i principi in essa enunciati con riguardo alle varie forme di inquinamento, il cui accordo di riferimento è costituito dal Protocollo relativo alle Zone Specialmente Protette ed alla Biodiversità nel Mediterraneo.

Il presente capitolo fa principalmente riferimento al **Manuale e alle Linee Guida 106/2014** dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), in quanto risulta essere prettamente specifico per quanto concerne la Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino – costieri. Il trapianto delle praterie di Posidonia oceanica, poiché suggerisce tempi e modi di monitoraggio delle attività previste per la valutazione della buona riuscita dell'intervento di trapianto.

6.2 La *Posidonia Oceanica*

6.2.1 Caratteristiche biologiche

Le *Linee Guida 106/2014* definiscono la *Posidonia oceanica* (L. Delile) come una specie endemica del mar Mediterraneo e per ampiezza di distribuzione e abbondanza rappresenta la specie più importante per l'equilibrio ecologico costiero (*Figura 6.1*). Si insedia su substrati sabbiosi, rocciosi e su matte, a profondità generalmente comprese tra la superficie e 40 m.



Figura 6.1 Pianta di *Posidonia Oceanica* [Fonte: *Linee Guida 106 – 2014*].

In particolare, è una pianta fanerogama¹ marina endemica del mar Mediterraneo, organizzata in *radici*, fusto – detto *rizoma*, in quanto l'habitus si sviluppa all'interno del terreno – e *foglie* (*Figura 6.2*). Ossia:

- **Rizomi:** fusti modificati che presentano la caratteristica di accrescersi sia in senso orizzontale (rizoma plagiotropo o tracciante) sia verticale (rizoma ortotropo). I primi hanno la funzione di ancorare la pianta al substrato, grazie alla presenza di radici sul lato inferiore, e di consentire la colonizzazione di nuove aree. I secondi, invece, crescendo in altezza, contrastano il progressivo insabbiamento dovuto alla continua sedimentazione e permettono in tal modo di sfruttare al massimo lo spazio e la luce disponibili; lo sviluppo in verticale determina un progressivo innalzamento del fondo, che fa origine ad una tipica formazione chiamata con termine francese *matte*. La *matte* è costituita dall'intreccio di più strati di rizomi e radici di vecchie piante e dal sedimento intrappolato tra questi elementi; solo la sommità di questa formazione è ricoperta da piante vive.
- Le **foglie** nascono dai rizomi ortotropi, sono nastriformi, con apici arrotondati, e sono di colore verde intenso; hanno una larghezza media di un centimetro e possono raggiungere un metro e mezzo di lunghezza; sono differenziate in un lembo fotosintetizzante e in una base, presente solo nelle foglie che hanno raggiunto un certo grado di sviluppo, che è più o meno lignificata in rapporto all'età. Il

¹ Pianta appartenente alla divisione delle *fanerogame*, che comprende le piante più evolute (con almeno 200.000 specie, costituenti oltre la metà del regno vegetale), raggruppate nelle due sottodivisioni delle gimnosperme e delle angiosperme; sono caratterizzate dalla presenza di semi (perciò dette anche *spermatofite*), dalla presenza di fiori (perciò dette anche *antofite*) e da due spore: la microspora, o granello di polline che, a maturazione, fuoriesce dalla sacca pollinica dello stame, e la macrospora che si differenzia nella nocella all'interno dell'ovulo; uno o più ovuli sono inseriti sulle foglie carpellari e, maturando, si trasformano in semi.

limite tra il lembo e la base è rappresentato da una linea concava detta *ligula*, in corrispondenza della quale, al momento della caduta le foglie si staccano, lasciando sul *rizoma* le basi; queste ultime con il tempo si riducono a sottili scaglie che persistono, formando una sorta di manicotto che avvolge il rizoma stesso.

Le foglie sono disposte in fasci, ciascuno dei quali ne contiene in media sei o sette, distribuite a ventaglio: le più vecchie, di maggiore lunghezza, sono localizzate esternamente al fascio, mentre le più giovani, di taglia inferiore, si trovano nella parte interna. Particolare è l'accrescimento delle foglie che si originano da un meristema basale anziché apicale; tale adattamento permette infatti la crescita della lamina fogliare anche quando l'apice, che ne diviene la parte più vecchia, va incontro per primo a fenomeni degenerativi.

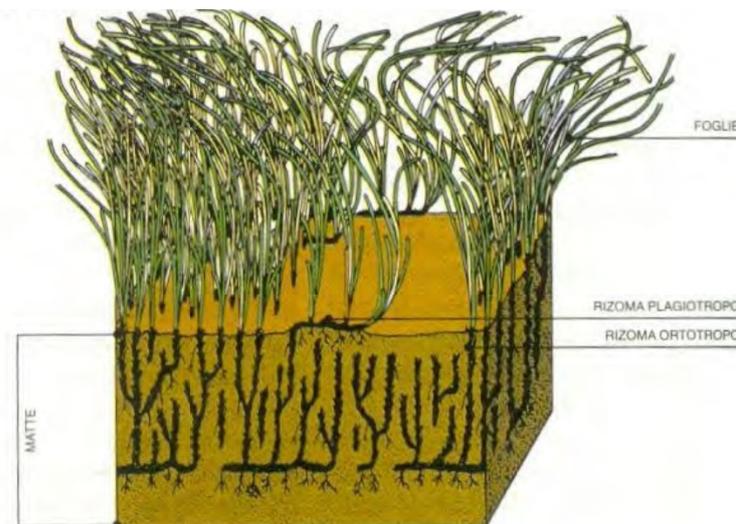


Figura 6.2 Rappresentazione esemplificativa di *Posidonia oceanica* su matte [Fonte: *Linee Guida 106/2014*]

Per quanto riguarda gli aspetti riproduttivi, la *Posidonia oceanica* presenta le seguenti modalità di riproduzione:

- *asessuale* o *vegetativa*: principale modalità riproduttiva, mediante stolonizzazione ed avviene attraverso la moltiplicazione e l'accrescimento dei rizomi plagiotropi ed ortotropi. Quest'ultimo processo risulta essere parecchio lento in quanto l'allungamento dei rizomi ortotropi raggiunge 1 centimetro all'anno e quello dei rizomi plagiotropi è di 3,5 – 7,5 centimetri l'anno;
- *sessuale*: avviene mediante produzione di infiorescenze recanti 3-7 fiori, di cui alcuni ermafroditi ed altri maschili; dai fiori, poi, maturano i frutti che, staccatisi dalla pianta, galleggiano fino alla rottura del pericarpo che libera il seme dal quale si svilupperà una nuova pianta.

6.2.2 Struttura della prateria e caratteristiche biocenotiche

La trasparenza dell'acqua e la profondità sono dei fattori determinanti per la crescita e lo sviluppo della *Posidonia oceanica*, in quanto è una pianta che necessita di una forte illuminazione e per tale ragione – quando incontra delle condizioni ambientali favorevoli – colonizza vaste aree di fondo marino, comunemente chiamate *praterie*, la cui caratteristica peculiare è la densità variabile, solitamente decrescente all'aumentare della profondità. Inoltre, le praterie si estendono dalla superficie sino a circa 30 – 35 metri di profondità, talvolta fino a 40 – 50 metri qualora le acque fossero particolarmente limpide (*Figura 6.3* e *Figura 6.4*).

È possibile effettuare una ulteriore suddivisione in funzione:

- della natura del fondo ed in tal caso la prateria è detta:
 - a. *continua*, quando il fondo è interamente colonizzato dalla pianta;
 - b. *discontinua*, quando la prateria è interrotta dalla presenza di canali e radure;
 - c. *discreta*, quando è presente una distribuzione a macchie.
- della composizione ed in tal caso la prateria può essere:
 - a. *pura* o *monospecifica*, quando la prateria è caratterizzata dalla sola specie;
 - b. *mista* o *plurispecifica*, quando la prateria è caratterizzata dalla copresenza di più specie di fanerogame;
- della distribuzione della pianta sul fondo ed in tal caso la prateria può essere:
 - c. *omogenea*, quando la prateria è caratterizzata da una distribuzione uniforme su tutta l'estensione;
 - d. *disomogenea*, quando la prateria è caratterizzata da una distribuzione difforme.

In genere, la Posidonia trova terreno favorevole in substrati mobili, come sabbia più o meno grossolana, talvolta mista a fango, ma anche su fondi detritici e rocciosi; comunque, su qualsiasi substrato la pianta si insedi, essa modifica notevolmente il substrato originario di impianto; infatti, lo strato fogliare della fanerogama agisce come una sorta di trappola per le particelle in sospensione nella colonna d'acqua, facilitandone la sedimentazione (Dauby et al., 1995)



Figura 6.3 Prateria di Posidonia oceanica [Fonte: Linee Guida 106/2014]



Figura 6.4 Crescita rigogliosa di prateria in presenza di forte illuminazione [Fonte: website Nautica Report].

Le praterie di Posidonia oceanica rappresentano una biocenosi molto complessa e ben strutturata, caratterizzata da un'elevata variabilità biologica delle comunità vegetali ed animali che la compongono. Infatti, tale biocenosi è costituita dalla sovrapposizione di differenti popolamenti: quello fotofilo associato allo strato fogliare – spesso esclusivo delle foglie di Posidonia oceanica – e quelli sciafili associati ai rizomi

e alle matte, che non presentano, invece, elementi esclusivi e caratteristiche particolari, in quanto simili alle specie sciafile dell'infralitorale o del coralligeno circalitorale, in virtù della profondità e della quantità di luce corrispondenti.

Oltre le specie presenti all'interno della prateria si distinguono quelle *residenti* e quelle *migratorie*: mentre le prime trascorrono l'intero ciclo vitale all'interno della prateria, le seconde vi si trasferiscono dagli ambienti circostanti soltanto alla ricerca di cibo, di riparo o per la riproduzione. Inoltre, l'ecosistema della Prateria oceanica costituisce un'area nursery per gli avannotti dei pesci e rappresenta rifugio per un grande numero di organismi, tra cui numerose specie di Pesci, Cefalopodi e Crostacei, anche di notevole importanza economica.

6.2.3 Valore ambientale

Le praterie di Posidonia oceanica costituiscono una componente fondamentale per l'equilibrio e la ricchezza dell'ambiente costiero mediterraneo; esse, infatti, sono caratterizzate da un'elevata produzione di ossigeno, da un'elevata biomassa vegetale e da una produzione primaria tra le più alte – a livello mondiale – per l'ambiente marino. Una parte considerevole di questa produzione primaria, in un intervallo che varia dal 25% all'85%, viene esportata sottoforma di foglie morte verso altri tipi di fondo, dove rappresenta una risorsa alimentare di grande importanza, la cui sostanza organica prodotta costituisce una fonte di cibo diretta ed indiretta per numerosi organismi.

I benefici della presenza di praterie di Posidonia oceanica interessano anche la dinamica costiera, in quanto possono agire sulla sedimentazione, almeno a scala locale, modificando il sedimento originario di impianto; ciò è dovuto alla duplice azione che le foglie viventi esercitano sia sul particolato fine che viene catturato ed imbrigliato tra i rizomi, sia sulle onde e le correnti la cui intensità viene notevolmente ridotta.

La *matte*, inoltre, rappresenta una struttura elastica ma, al tempo stesso, rigida, in grado di assorbire una parte dell'energia derivante dalle onde marine. In ultimo, le foglie morte, trasportate a riva dalle correnti, costituiscono ammassi misti a sabbia che possono superare anche il metro di altezza e che rappresentano una protezione per le spiagge, attenuando i danni provocati dalle mareggiate, rappresentando perciò un'importante cintura naturale di contenimento e di protezione delle coste dall'azione erosiva del moto ondoso. Tale aspetto non è da sottovalutare, infatti, costituisce un elemento di cui tenere conto in un'ottica di pianificazione e programmazione degli interventi da attuare sulla fascia costiera, secondo i principi della gestione integrata.

Inoltre, nonostante la prateria di Posidonia oceanica occupi una superficie inferiore dell'1% dei fondali mediterranei, ricopre un ruolo estremamente importante come polo di biodiversità, in quanto ospita circa il 25% di tutte le specie presenti nel mar Mediterraneo, rivestendo un ruolo fondamentale nell'economia generale delle aree costiere.

In virtù della salvaguardia di praterie di Posidonia oceanica come barriere naturali contro l'erosione costiera, assume un'importanza basilare definire le aree occupate dalle praterie e studiarne gli aspetti strutturali, funzionali ed ecologici, mediante specifiche indagini di campo che permettano di ottenere sia cartografie aggiornate e di dettaglio, sia indicazioni affidabili circa lo stato di salute delle praterie e dei popolamenti ad esse associati.

6.3 Applicazione dei trapianti di *Posidonia Oceanica*

Numerosi sono i casi in cui il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), adesso Ministero della Transazione Ecologica (MiTE), ha prescritto nel corso dell'ultimo decennio il trapianto di *Posidonia oceanica* come intervento di compensazione del disturbo arrecato, sia in fase cantieristiche che di esercizio, da interventi in aree portuali, anche in presenza di Siti di Interesse Nazionale (SIN), Siti di Interesse Comunitario (SIC) e Zone Speciali di Conservazione (ZSC).

A seguito di numerosi tentativi, in cui vi si riportano i risultati più o meno riusciti (*Boudouresque et al., 2000; Borum et al., 2004; Boudouresque et al., 2006; Diaz-Almela e Duarte, 2008; Carannante, 2011*), l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha redatto un Manuale e Linee Guida specifica (106/2014) in quale detta i protocolli idonei allo svolgimento di piano di trapianto e riforestazione di *Posidonia oceanica*.

Le fasi di gestione dell'intervento di piantumazione prevedono numerosi aspetti, primo tra tutti la definizione e la messa a punto di una strategia decisionale sito-specifica, propedeutica alla valutazione di fattibilità degli interventi, poiché tiene conto dell'analisi costi-benefici e dei presupposti tecnici ed economici necessari ad intraprendere le attività.

L'indagine preliminare deve dunque considerare:

- Superficie totale esistente;
- Superficie persa;
- Superficie che ci si attende di recuperare, ragionevolmente, con la piantumazione ad intervalli temporali definiti (10 – 20 – 50 anni);
- Costo del trapianto.

Definiti i caratteri tecnici del trapianto, è necessario determinare le caratteristiche dei siti interessati, con riferimento sia al donatore che al ricevente. I parametri indagati a livello di sito riguardano sedimento e colonna d'acqua, mentre a livello di prateria sono reperite informazioni in merito a descrittori fisiografici, strutturali e funzionali. In tale fase è fondamentale decidere se il trapianto andrà effettuato in un sito con caratteristiche idonee alla crescita delle plantule; in ogni caso, è consigliabile scegliere ambienti poco perturbati o praterie in equilibrio, in modo da ottenere risultati migliori. A tal proposito, le Linee Guida 106/2014 consigliano di condurre specifici progetti pilota al fine di individuare, con sperimentazione a piccoli settori, le aree e le tecniche di trapianto più idonee. Infatti, sono numerose le tecniche che possono essere impiegate per l'ancoraggio al fondo di talee e dipendono dalla capacità di divisione dei fasci trapiantate e dell'estensione dell'area da trapiantare.

Un'ulteriore criticità è rappresentata dalla scelta della tecnica di ancoraggio delle talee, in quanto le strutture selezionate dovranno essere in grado di resistere all'azione del moto ondoso e alle correnti di fondo. Inoltre, si sottolinea che il successo delle metodologie selezionate è fortemente condizionato dall'abilità tecnica degli operatori che devono possedere un'adeguata preparazione dal punto di vista biologico e subacqueo.

Un altro fattore determinante per il successo dell'operazione è la scelta del tipo di talea, plagiotropa o ortotropa, in funzione principalmente della stagionalità dell'intervento.

L'insieme di tali presupposti, una volta consolidati, porta alle attività di trapianto vere e proprie, della durata di uno o più anni a seconda delle condizioni che si sviluppano in corso d'opera e dell'estensione del sito stesso, e a piani di monitoraggio e verifica degli esiti dell'intervento.

In Italia, tale protocollo è stato applicato a diversi contesti: inizialmente, come forma di compensazione a seguito di un Decreto di VIA da parte dell'allora MATTM; successivamente, le attività di monitoraggio sono state assorbite e gestite nell'ambito del progetto Life SE. POS. S. O. (*Supporting Environmental governance for the Posidonia oceanica Sustainable transplanting Operation*) e hanno riportato risultati positivi misurabili e misurati grazie anche a piani di monitoraggio successivi alle prime attività di ripristino.

Sulla base di quanto detto, a seguito dell'analisi costi – benefici o in base a prescrizioni specifiche, le attività di riforestazione passano necessariamente attraverso un **piano di attuazione** suddiviso nelle seguenti fasi:

- *Caratterizzazione del sito (donatore e ricevente) e riforestazione sperimentale in più siti;*
- *Scelta della tecnica di trapianto;*
- *Scelta delle talee;*
- *Monitoraggio e verifica della riuscita dell'intervento di piantumazione (con indicazione dei parametri da controllare e degli intervalli temporali con cui effettuare verifiche).*

6.3.1 **Caratterizzazione del sito (donatore e ricevente) e riforestazione sperimentale in più siti**

L'habitat delle praterie di fanerogame marine è condizionato non solo dalle caratteristiche biologiche delle singole specie, ma anche dalle caratteristiche ambientali, quali tipo e natura del substrato, geomorfologia del fondo, idrodinamismo, profondità e luminosità, nonché tasso di sedimentazione e torbidità.

La scelta dei siti da indagare, secondo quanto riportato in altri casi studio, dovrebbe ricadere nei pressi di altre praterie, caratterizzate da una distribuzione a radure, dove quindi si presentano tasche sabbiose adatte a ricevere l'impianto. Gli studi preliminari da condurre a livello di prateria devono essere mirati alla definizione della tipologia e della distribuzione della prateria stessa, del substrato di impianto, della tipologia del limite inferiore, oltre che delle caratteristiche fenologiche e lepidocronologiche. Alcuni studi, inoltre, suggeriscono di prediligere praterie con una percentuale maggiore di plantule con orientamento plagiotropo, in quanto questo risulta vantaggioso per il reclutamento di materiale vegetativo idoneo alla riforestazione e pertanto presenta aumentate possibilità di successo (*Molenaar et al., 1992; Piazzini et al., 2000*).

Per caratterizzare e valutare lo stato di una prateria ricevente è necessario ricorrere a descrittori che possono essere distinti:

- a livello di sito in:
 - a. *descrittori geomorfologici, sedimentologici e idrologici*: geomorfologia e profilo della costa, morfologia e batimetria del fondo, caratteristiche litologiche e sedimentologiche (granulometria dei sedimenti superficiali e tassi di sedimentazione), regime idrodinamico locale;
 - b. *descrittori chimico – fisici della colonna d'acqua*: intensità della luce, trasparenza, ossigeno disciolto, salinità, temperatura, pH, carico di nutrienti e particolato sospeso (organico e inorganico);
- a livello di prateria in:
 - a. *descrittori fisiografici*: tipologia e distribuzione della prateria, substrato di impianto, tipologia di limite inferiore;
 - b. *descrittori strutturali*: densità dei fasci fogliari e copertura;
 - c. *descrittori funzionali*: fenologia, produzione di biomassa fogliare e dei rizomi.

La distanza tra i siti, la disponibilità di rizomi da prelevare e utilizzare nell'intervento di trapianto e, non ultima, la variabilità genetica tra le aree (*Procaccini Piazzini, 2001*), risultano fattori altrettanto determinanti per la buona riuscita delle attività.

Per quanto concerne l'identificazione di aree idonee all'espianto delle talee di *Posidonia oceanica*, è necessario tener conto della qualità e della densità dei fasci, cercando di privilegiare siti di espianto che non siano più superficiali di quelli in cui è previsto il trapianto. Tale condizione, infatti, pare non essere favorevole in termini di probabilità di successo del trapianto (*Molenaar e Meinesz, 1992; Génot et al., 1994; Piazzini et al., 1998*).

Inoltre, per favorire l'esito positivo del trapianto, è opportuno verificare che l'area scelta per il trapianto sia

sufficientemente ampia da consentire nel medio e lungo periodo l'espansione della prateria trapiantata.

6.3.2 Scelta della tecnica di trapianto

Una volta definito il sito di trapianto, risulta determinante la scelta della tecnica da applicare, poiché risulta essere proprio uno degli aspetti più critici del trapianto di talee di *Posidonia oceanica*; tale criticità nasce dalla necessità di utilizzare strutture che siano in grado di resistere all'azione del moto ondoso e alle correnti di fondo. Le *Linee guida ISPRA 106/2014* suggeriscono l'utilizzo di tecniche già utilizzate in siti analoghi.

I metodi principalmente testati per l'ancoraggio al fondo sono:

- *reti in plastica o in metallo* (Larkum, 1976; Molenaar e Meinesz, 1992; Molenaar et al., 1993; Piazzì e Cinelli, 1995; Piazzì et al., 1998, 2000);
- *reti in materiale biodegradabile* (Fonseca et al., 1979; Kenworthy et al., 1980);
- *sistemi di ancoraggio che utilizzano ganci metallici, paletti (tutori) o chiodi* (Molenaar, 1992; Charbonnel et al., 1995; Rismondo et al., 1995; Davis e Short, 1997);
- *cornici in calcestruzzo munite di rete metallica* (Cooper, 1976; Giaccone e Calvo, 1980; Cooper, 1982; Chessa e Fresi, 1994, Fresi et al., 2006; Valiante et al., 2010; Carannante, 2011);
- *lastre in cemento dotate di fori, all'interno dei quali vengono posizionate le talee* (Maggi, 1973);
- *zolle (blocchi di matite) da posizionare in appositi scavi* (Addy, 1947; Phillips, 1980; Noten, 1983; Jeudy de Grissac, 1984; Dennison e Alberte, 1986; Chessa e Fresi, 1994; Rismondo et al., 1995; Faccioli, 1996);
- *materassi riempiti di sabbia e rinverditi con fasci di P. oceanica* (Cinelli et al., 2007a, 2007b; Boccalaro et al., 2008).

Oltre ai metodi sopra citati, in alcune realtà italiane, parallelamente alla tecnica di trapianto scelta, sono stati eseguiti test sperimentali di ancoraggio con materiali alternativi.

È bene sottolineare che il successo delle tecniche di trapianto selezionate sia fortemente condizionato anche dall'abilità tecnica degli operatori, che devono possedere un'adeguata preparazione dal punto di vista sia biologico che subacqueo.

In ciascuna delle tecniche sopra citate, il trapianto di *Posidonia oceanica* procede principalmente sfruttando la capacità di divisione dei fasci dalle talee trapiantate, attraverso l'espansione di nuclei di ricolonizzazione; tali nuclei, costituiti da una o più talee trapiantate, si espandono attraverso crescita plagiotropa colonizzando le aree adiacenti fino a ripristinare, nel lungo periodo, laddove il trapianto ha un esito positivo, una prateria di simile o comparabile valore ecosistemico rispetto a quella preesistente e/o a praterie limitrofe.

6.3.3 Scelta delle talee

Nel successo delle attività di trapianto gioca un ruolo fondamentale l'esperienza, biologica e subacquea, nonché la manualità degli operatori impiegati. La manipolazione e la conoscenza della procedura di messa a dimora delle talee influenza il successo di un trapianto tanto quanto la scelta delle talee stesse.

La scelta delle talee da trapiantare deve essere, possibilmente, basata sulla stagionalità, al fine di limitare il più possibile i rischi di shock termico da parte della pianta. In caso di interventi autunnali è consigliato l'utilizzo di rizomi verticali (ortotropi), al contrario, per trapianti primaverili è opportuno utilizzare talee plagiotrope (rizomi orizzontali) (Meinesz et al., 1992; Molenaar, 1992; Piazzì e Cinelli, 1995; Piazzì et al., 1998, 2000). Quest'ultimi sembrano garantire i risultati migliori in termini di velocità di crescita e sopravvivenza delle talee, tuttavia, la disponibilità è limitata (Carannante, 2011). Inoltre, è consigliabile prelevare le talee destinate al trapianto ad una profondità maggiore rispetto al sito di impianto e con una

distanza tra i siti che garantisca una certa variabilità genetica (Molenaar e Meinesz, 1992; Chessa e Fresi, 1994; Génot et al., 1994).

Il buon attecchimento delle talee è influenzato infine dalla distanza di impianto, è infatti consigliabile una disposizione ravvicinata con una distanza massima di 5-10 cm (Molenaar e Meinesz, 1995); per le talee ortotrope la lunghezza ottimale del rizoma è di 10 – 15 cm.

Qualora fosse possibile, il prelievo di talee deve essere effettuato in praterie donatrici situate a profondità maggiori rispetto a quelle delle praterie riceventi.

In alcuni studi sono stati impiegati come metodi alternativi semi di *P. oceanica* o giovani plantule generate da tali semi, tuttavia, tale tecnica ha come inconveniente l'eccezionalità della fioritura, solo in concomitanza di elevate temperature stagionali registrate in primavera ed estate (MLG 106/2014).

6.3.4 Monitoraggio e verifica della riuscita dell'intervento di piantumazione

Al fine di valutare la risposta delle talee all'intervento di trapianto, è opportuno pianificare specifici piani di monitoraggio, con intervalli regolari e predefiniti, interessando un arco temporale adeguato sulla base del tasso di crescita della specie.

Le tecniche di monitoraggio applicabili sono influenzate dal metodo di trapianto impiegato. In ogni caso, è utile procedere nei cinque anni successivi all'intervento a partire da circa un trimestre dopo il trapianto con indagini sia distruttive (con prelievo di fasci) che non (senza prelievo di fasci) eseguite ad intervalli regolari. Dunque, ai fini del monitoraggio, è opportuno che durante la fase preliminare siano selezionate zone destinate al campionamento sia nell'area ricevente che in quella donatrice, utilizzando quest'ultima come stazione di controllo.

I monitoraggi *post operam*, così come indicato dalle Linea guida ISPRA (106/2014), dovrebbero prevedere lo studio dei seguenti parametri:

- a livello di sito:
 - a. *descrittori sedimentologici e idrologici*: tasso di sedimentazione, granulometria dei sedimenti superficiali, regime idrodinamico locale;
 - b. *descrittori chimico – fisici della colonna d'acqua*: intensità della luce, trasparenza, ossigeno disciolto, salinità, temperatura, pH, carico di nutrienti e particolato sospeso (organico e inorganico);

- a livello di prateria:
 - a. *descrittori strutturali*: densità dei fasci fogliari e copertura;
 - b. *descrittori funzionali*: fenologia, produzione di biomassa fogliare e dei rizomi.

- a livello delle aree di trapianto:
 - a. *descrittori strutturali*: ricoprimento dell'area colonizzata dalle talee;
 - b. *descrittori funzionali*: tasso di sopravvivenza delle talee, formazione di nuovi fasci, allungamento del rizoma, allungamento delle foglie, sviluppo di radici, fenologia, produzione di biomassa fogliare e dei rizomi.

La buona riuscita dell'intervento è quantificata in base alla sopravvivenza delle talee trapiantate, al loro accrescimento e alla presenza di nuovi fasci fogliari. Per le opere di compensazione, spesso è preso come riferimento il tasso di sopravvivenza delle talee trapiantate e la vitalità dei rizomi, in termini di allungamento

e divisione dei fasci, superiore al 50% (Campbell, 2000). Ciò nonostante, un successo reale potrebbe passare dalla sopravvivenza anche di una sola talea che riesce ad originare un numero di nuovi fasci molto maggiore rispetto al numero di talee trapiantate.

A seguito dei primi cinque anni di monitoraggio sarebbe auspicabile un piano a lungo termine per monitorare tutti quei parametri compatibili con l'instaurarsi di una consolidata dinamica di crescita (MLG 104/2016).

6.4 Indagini sulle biocenosi bentoniche

6.4.1. Premessa

Le indagini in oggetto previste nell'ambito del Progetto Definitivo "*Ammodernamento del porto di Scilla e delle infrastrutture di collegamento*" sono state effettuate dalla ditta specializzata *Geonautics – Servizi e tecnologie per l'ambiente marino*.

Per maggiori ed ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato *B.5 Fascicolo indagini ambientali, archeologiche e biologiche*.

L'obiettivo è quello di eseguire un monitoraggio *ante operam*, affinché si caratterizzi preliminarmente lo stato in cui riversano i fondali circostanti al porto di Scilla. L'attività di monitoraggio prevede l'individuazione e la valutazione dello stato di salute delle eventuali fanerogame marine presenti, con particolare attenzione alla *Posidonia oceanica* (Habitat prioritario 1120), in osservanza delle indicazioni tecnico – scientifiche basate sui criteri indicati nel manuale dell'*Istituto Superiore per la Protezione Ambientale* (ISPRA).

Tale attività si rende necessaria al fine di fornire un quadro della situazione ambientale in quel dato momento, indispensabile per la successiva valutazione dei possibili effetti che le attività di scavo e posa di manufatti in ambiente marino possono determinare a carico di aree di interesse biologico, come quelle caratterizzate dalla fanerogama marina *P. Oceanica* e sulle altre biocenosi presenti.

In particolare, queste sono state condotte nei mesi di novembre e dicembre 2021, secondo le seguenti principali fasi operative:

1. Campionamento biologico e rilevamento di parametri ambientali: l'indagine viene effettuata direttamente in immersione sulle stazioni di campionamento prescelte;
2. Analisi di laboratorio: lo studio è condotto su campioni prelevati in immersione (fasci fogliari e rizomi per *Posidonia Oceanica*);
3. Elaborazione dati: il caricamento si sviluppa su fogli elettronici predisposti al fine del calcolo di alcuni indici per la valutazione dello stato di qualità della prateria.

6.4.2. Area di studio e metodologia applicata

L'area interessata dall'attività di indagine ha consentito di riprodurre una cartografia dettagliata dei fondali dell'area di studio, individuando con precisione l'andamento batimetrico e le caratteristiche morfologiche dei fondali. Nella *Figura 6.5* si riporta l'impronta progettuale del molo e nella *Figura 6.6* si riporta la localizzazione delle indagini morfobatimetriche eseguite nell'area di studio ed in particolare le stazioni di campionamento della *P. Oceanica*.



Figura 6.5 Impronta progettuale del molo [Fonte: Indagini a cura di Geonautics Service]

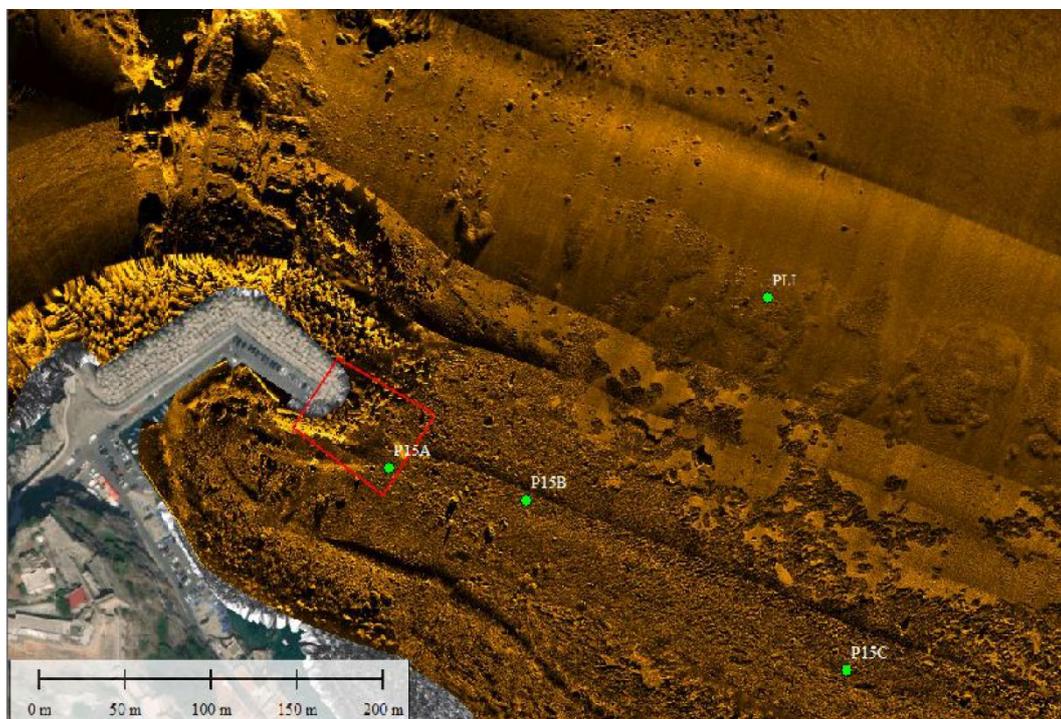


Figura 6.6 Indagini morfobatimetriche eseguite nell'area di studio con indicazione delle stazioni di campionamento per la Posidonia Oceanica. [Fonte: Indagini a cura di Geonautics Service]

Le indagini in situ e i campionamenti necessari per la valutazione dello stato di salute e per il monitoraggio di *Posidonia oceanica* sono stati eseguiti seguendo un piano di campionamento gerarchico con quattro stazioni di campionamento, di cui tre stazioni intorno alla batimetrica dei -15 m (P14A, P15B, P15C), suddivise ognuna in tre sotto aree di circa 400 m² ciascuna, ed una stazione in corrispondenza del limite inferiore (PLI). Per ciascuna sotto area sono state effettuate 3 repliche per le misure di densità e stima di ricoprimento e 6 prelievi di fasci ortotropi. Le repliche in un'area e la prima replica dell'area seguente, sono state distanziate tra loro di circa 10 metri.

In totale, quindi, sono state effettuate, per ciascuna stazione, 9 misure di densità e 3 misure di ricoprimento e sono stati prelevati 18 fasci ortotropi, oltre ad avere ricavato informazioni al tipo di substrato, continuità della prateria, percentuale di matite morta, presenza o assenza di altre fanerogame o specie algali competitive e tipologie di limite.

- Indagini R.O.V. ed individuazione della prateria di *Posidonia Oceanica*

L'individuazione della prateria di *Posidonia oceanica* è stata attuata da un operatore esperto, coadiuvato da un mezzo navale su cui è stato installato un sistema integrato di acquisizione dati costituito dai seguenti componenti: sistema di posizionamento satellitare GPS; sistema di navigazione e di acquisizione dati, video recorder; le indagini sono state eseguite con sistemi *multibeam* (Mbes) e *Side Scan Sonar* (SSS) e successivamente supportata con l'impiego di un sistema R.O.V (Remote Operated Vehicle).

L'ultimo mezzo appena citato, è dotato di telecamera basculante ad alta risoluzione azionata a mezzo di un *joystick*, oltre che ad un sistema di videoregistrazione; le riprese vengono inoltre visionate a colori su un PC monitor a colori, controllando contestualmente la qualità della registrazione.

Il team di lavoro, composto da geologi e biologi marini, ha discriminato le diverse tipologie di substrato, prestando particolare attenzione all'aspetto dei popolamenti fito – zoobentonici presenti. Talvolta, in relazione alla tipologia di substrato, si presentavano difficoltà a discriminare con sicurezza tra *Posidonia* su alte e *Posidonia* su sabbia; può capitare, infatti, che la matite sia bassa o completamente ricoperta di sabbia. A tal fine il dato strumentale è stato confermato direttamente mediante ispezioni visive in immersione con autorespiratore ad aria (A.R.A.) in corrispondenza dei transetti indicati.

- Campionamenti e raccolta dati su *Posidonia Oceanica*

La raccolta dati su *Posidonia oceanica*, è stata condotta da operatori biologi subacquei (O.T.S.) specializzati, in osservanza di un preciso protocollo sperimentale di indagine. Sono stati effettuati 3 conteggi casuali di fasci fogliari – la cui superficie di rilevamento è individuabile nelle dimensioni 40 cm x 40 cm – per ciascuna delle tre sottoaree individuate in seno alle stazioni di campionamento, per un totale di 36 conteggi.

Inoltre, per ogni stazione viene stimata la percentuale di ricoprimento del *posidonieto* sul fondale su una scala di 4 livelli di ricoprimento:

- tra 0 a 25%;
- tra 25% e 50%;
- tra 50% e 75%;
- tra 75% e 100%.

Le informazioni relative alla stima di ricoprimento, sono state utilizzate al fine di migliorare la valutazione complessiva e riportare la stima sulla carta delle biocenosi.

L'attività di campionamento biologico ha permesso di prelevare – anche mediante l'utilizzo di brevi sequenze video in aspetti salienti relativi – complessivamente 60 fasci e relativi rizomi, prelevati ad una distanza di almeno 4 metri uno dall'altro, scegliendo esclusivamente i rizomi ortotropi – a crescita verticale

– e con le foglie più esterne (adulte) integre.

6.4.3. Elaborazione dati

- Classificazione della prateria di *Posidonia oceanica*

Le misure per la valutazione della densità assoluta sono state effettuate dai conteggi diretti effettuati in immersione del numero di piante di *Posidonia* – in particolare rispetto ai fasci – in 10 repliche di 40 cm x 40 cm, mediante l'utilizzo di una cornice metallica lanciata casualmente nell'ambito di ciascuna stazione del posidonieto in esame. A seconda del risultato ottenuto, la prateria è stata classificata in maniera classica, secondo lo schema riportato in *Figura 6.7*.

*Tabella III – Classificazione della prateria di *P. oceanica* in base alla densità dei fasci (Giraud, 1977)*

classe	numero fasci/m ²	grado di densità
I	Oltre 700	prateria molto densa
II	da 400 a 700	prateria densa
III	da 300 a 400	prateria rada
IV	da 150 a 300	prateria molto rada
V	da 50 a 150	semi prateria

Figura 6.7 Classificazione della prateria di *Posidonia oceanica* in base alla densità dei fasci [Fonte: Indagini a cura di Geonautics Service]

Inoltre, la classificazione della prateria in oggetto viene anche valutata in funzione della variazione della densità dei fasci rapportata anche alla profondità ed altri fattori ambientali, tra cui torbidità e disturbo antropico, ed in funzione della densità, i cui valori definiscono la prateria "in equilibrio", "disturbata" o "molto disturbata".

Per ciò che attiene la *percentuale di ricoprimento* del posidonieto sul fondale, questa viene valutata in modo indipendente da ciascuno degli operatori subaquei, utilizzando la media dei valori stimati per ricavare la *densità relativa* della prateria; essa è stata calcolata, quindi, rapportando il valore di densità assoluta media alla percentuale media di ricoprimento stimata in ciascuna delle stazioni di rilevamento.

- Calcolo dell'Indice PREI e il Rapporto di Qualità Ecologica EQR

Tale indice è definito come un indicatore ecologico di stato delle praterie di *Posidonia oceanica*, calcolato dalle analisi ottenute delle biomasse di foglie ed epifiti fogliari e dai dati di densità raccolti in campo.

Successivamente alle misure morfometriche effettuate su ciascuna foglia, queste sono state "grattate" con una lametta al fine di raccogliere gli organismi epifiti presenti su entrambe le lamine fogliari di tutte le foglie del fascio, di seguito avvolti in carta stagnola e posti in stufa a 60° - 80° per almeno 48 ore, sino al raggiungimento di un peso definito costante. A questo punto, i campioni sono stati pesati, previo raffreddamento in essiccatore ed i parametri di biomassa per fascio sono espressi in mg di peso secco per gli epifiti e g di peso secco per le foglie.

L'indice PREI integra il calcolo di cinque descrittori: densità della prateria; superficie fogliare del fascio; rapporto tra la biomassa degli epifiti e la biomassa fogliare; la profondità del limite inferiore; la tipologia del limite superiore.

A questo punto, i dati ottenuti vengono messi a confronto con i dati delle condizioni di riferimento relativamente ad una prateria che presenta uno stato inalterato, ossia una situazione ipotetica considerata come "luogo teorico ottimale" e corrispondente ai valori migliore di ciascuna misurazione riscontrati sul campo, così da ottenere il Rapporto di Qualità Ecologica (EQR).

L'EQR è il rapporto tra la qualità ecologica riscontrata in una determinata area e i valori di riferimento fissati in precedenza ed ha come risultato una fascia di valori compresi tra 0 ed 1, dove 1 rappresenta delle ottime condizioni ecologiche e 0 delle pessime condizioni ecologiche

6.4.4. *Esiti delle indagini*

Dallo studio dei dati acquisiti mediante le indagini strumentali è stato possibile giungere

- Prateria di *Posidonia oceanica*

Dall'analisi dei dati acquisiti mediante l'indagine strumentale svolta in campo, finalizzata al monitoraggio *ante – operam*, è possibile identificare la presenza della *Posidonia oceanica* con un buon sviluppo areale e vitale, con un grado di copertura elevato (> 90%), leggermente stressata nella porzione più interna al porto esistente di cui direttamente ne subisce gli effetti ma complessivamente in equilibrio.

In particolare, in prossimità della testa del molo sopraflutto, proseguendo verso lo scivolo d'alaggio, è possibile definire un fondale prevalentemente roccioso, costituito da massi e grossi ciottoli tra i quali è possibile notare una prateria in visibile stato di sofferenza. Inoltre, continuando verso l'interno del porto si incontrano diversi blocchi in calcestruzzo che costituiscono i corpi morti degli ormeggi, le cui cime e catenarie frizionando sul fondo, contribuiscono a determinare un effetto erosivo sulla prateria esistente (Figure 6.8).



Figura 6.8 Immagini estratte dal filmato ROV eseguito all'interno del porto di Scilla [Fonte: Indagini a cura di Geonautics Service]

All'interno dell'importa di progetto, la presenza di prateria si presenta subito fitta e vitale sul fondale misto roccia – sabbia; proseguendo si ha un esteso cumulo di materiale roccioso che si estende fino al piede del molo di sopraflutto sul lato più esterno ed esposto alle correnti e mareggiate, mentre sul versante più interno e ridossato, si incontra la prateria anche in prossimità del piede del molo segnato dalla presenza dei blocchi

in calcestruzzo (Figure 6.9).



Figura 6.9 Immagini estratte dal filmato ROV eseguito all'interno del porto di Scilla [Fonte: Indagini a cura di Geonautics Service]

In corrispondenza del limite inferiore PLI, individuato precedentemente con i rilievi morfologici (Figura 6.6), vi è la presenza di massi di varie dimensioni variamente ricoperti da alghe fotofile; le prime chiazze di Posidonia che si incontrano presentano una *matte* abbastanza strutturata esposta in molti punti probabilmente a causa della forte corrente di fondo; il fondale risale gradualmente e la prateria diventa sempre più folta e compatta.

Per ciò che attiene agli aspetti ecologico – strutturali, la prateria ha evidenziato in corrispondenza del suo limite superiore una colonizzazione frammentaria, caratterizzata da piccole macchie impiantate prevalentemente su roccia alterate a tratti di prateria su matte e limitate aree in cui piccole chiazze sono insediate su sabbia.

Nel limite inferiore – stazione PLI –, ad una profondità di 28 metri, il posidonieto ha mostrato valori di copertura in media attorno al 25%; la densità media dei fasci in prossimità del limite inferiore è risultata non particolarmente elevata e inquadrabile nella classe IV che identifica una "prateria molto rada" ed "in equilibrio" in considerazione della profondità.

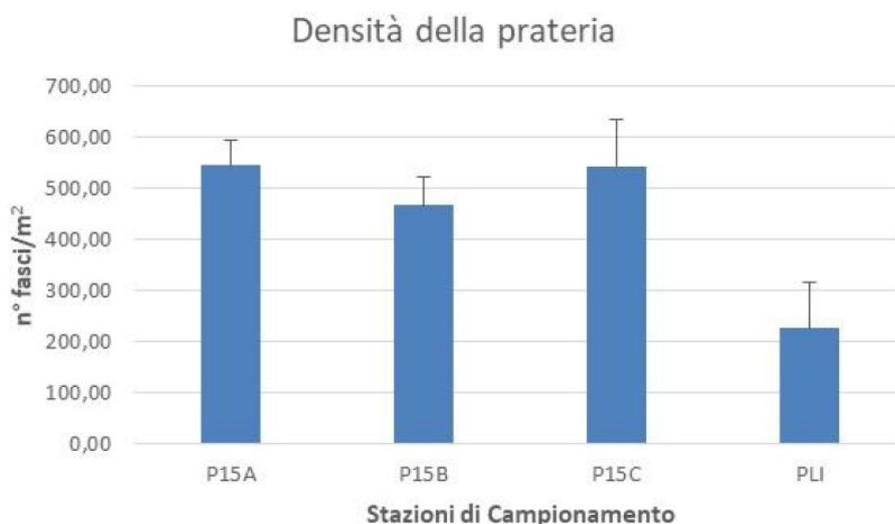


Tabella VI – Valori di densità di *P. oceanica* riportata come media di nove misurazioni per stazione di campionamento.

	Media	Dev.St	Copertura %
P15A	545,8 ± 48,5		75-100%
P15B	466,7 ± 56,7		50-75%
P15C	543,8 ± 227,1		75-100%
PLI	227,1 ± 89,8		25-50

Figure 6.10 Valori di densità della prateria di *Posidonia oceanica* sulla base delle indagini effettuate [Fonte: Indagini a cura di Geonautics Service]

Le Stazioni P15A, P15B e P15C – situate in corrispondenza della batimetria dei -15 m –, che insistono su un’area centrale della prateria maggiormente interessata dalle attività progettuali, hanno evidenziato una copertura alquanto compatta in misura superiore del 75% ed un substrato di impianto caratterizzato da un’alternanza di roccia, grossi massi e sabbia grossolana. La densità media dei fasci risulta essere abbastanza omogenea tra le stazioni in oggetto, leggermente più bassa in corrispondenza della stazione P15B, in prossimità dell’impronta di progetto. Tutte e tre le stazioni rientrano nella classe II di “*prateria densa*” ed “in equilibrio” con densità normale (Figure 6.10).

- Indice PREI e Rapporto di Qualità Ecologica (EQR)

Per completare lo studio e definire lo stato di qualità ambientale è necessario utilizzare l’indice PREI che integra le informazioni ottenute dallo studio fenologico con le misure in campo, i cui risultati sono abbastanza comparabili per ciascuna delle quattro stazioni della prateria, con valori nettamente superiori a 0,55; proprio tale valore sancisce la soglia per il passaggio dalla classe di qualità buona a sufficiente.

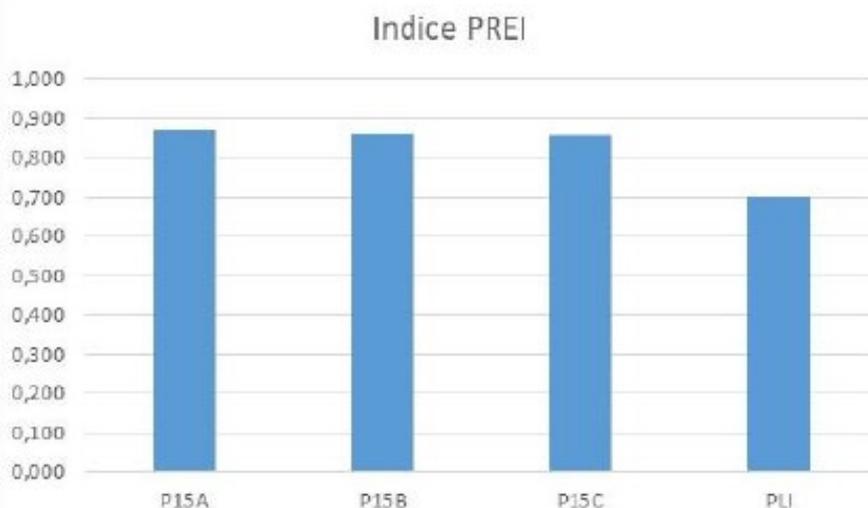


Figure 6.11 Valori di densità della prateria di *Posidonia oceanica* sulla base delle indagini effettuate [Fonte: Indagini a cura di Geonautics Service]

Pertanto, in tutte le stazioni censite, la prateria risulta in uno stato che oscilla tra il buono e l’elevato (Figura 6.11).

6.4.5. Considerazioni finali

Le praterie di *Posidonia oceanica*, per la notevole sensibilità alle perturbazioni naturali o artificiali, rappresentano un ottimo indicatore biologico per determinare le qualità delle acque marine costiere, rappresentando uno degli ecosistemi più stabili del Mediterraneo tanto da essere stata inserita all'interno dell'allegato A della *Direttiva Habitat* (92/43/CEE) come habitat prioritario (cod. 1120) che necessita di salvaguardia.

Dalle indagini finalizzate al monitoraggio *ante – operam* di Scilla, è stata riscontrata una prateria vitale, leggermente stressata nella porzione più interna al porto esistente di cui direttamente ne subisce gli effetti, ma complessivamente in equilibrio ed in uno stato di conservazione determinato "Elevato".

Inoltre, la prateria gode di buona salute, dimostrando che ha ben sopportato la costruzione dell'attuale porto di Scilla e che la perdita di habitat è stata circoscritta all'impronta della struttura portuale stessa. Tale situazione fa pronosticare che, per i lavori di cui al Progetto Definitivo, non avrà conseguenze sullo stato di salute della prateria di *Posidonia oceanica* di Scilla e della biocenosi associate, fatta eccezione per la porzione occupata dall'opera in oggetto.

Risulterà, quindi, necessario un trapianto di *posidonia oceanica*.

6.5 Proposta progettuale

Le opere progettuali in oggetto interferiscono in parte con la presenza di *Posidonia Oceanica*; per tale ragione la superficie sottratta al posidonieto dovrà essere necessariamente ricompensata secondo il D.Lgs. n°106 – 2014 - Linee guida Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale "Conservazione e gestione della naturalità negli ecosistemi marino-costieri. Il trapianto delle praterie di *Posidonia oceanica*".

Le attività di indagine svolte hanno, inoltre, compreso oltre allo studio di dettaglio e la relativa caratterizzazione delle praterie di *Posidonia oceanica*, anche lo studio e la classificazione delle comunità macrobentoniche insediate nei sedimenti di fondo mobile, seguendo le indicazioni tecnico-scientifiche ritenute necessarie e basate sui criteri indicati nel manuale ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione Ambientale).

Dalla sovrapposizione degli studi e dei dati di campo con l'ipotesi progettuale, emerge che l'opera interferisce parzialmente con la *Posidonia oceanica*. In riferimento a quanto detto, sulla base di ricoprimento di *P. oceanica* sulle diverse fasce di fondale marino interferente con l'opera di progetto, è stato possibile definire la superficie di un nuovo impianto compensativo delle aree sottratte dalla nuova infrastruttura.

Per l'area in oggetto è previsto un intervento di risanamento e valorizzazione ambientale, finalizzato anche al recupero degli habitat prima presentati. A tale scopo, porzione di tale area sarà utilizzata come zona di *nursery* e/o di ricollocazione della *Posidonia Oceanica*. La piantumazione avverrà a una quota batimetrica di -17 m s.l.m.m. al fine di permettere il facile attecchimento della pianta, che una volta avviata la colonizzazione, potrà espandersi proficuamente in tutte le direzioni.

In quest'ottica, il previsto intervento di compensazione programmata, mediante l'impianto nell'area appositamente prevista, può configurarsi quale ulteriore e aggiuntivo intervento di miglioramento ambientale.

Sulla planimetria delle biocenosi costiere, è stata individuata un'area complessiva da ricompensare quantificata in 583 m² – corrispondenti a 0,0583 ha – come è possibile vedere in *Figura 6.12*, previa sovrapposizione dell'impronta dell'opera sul fondale.



Figura 6.12 Sovrapposizione impronta opera su fondale – biocenosi costiere

Alla luce delle attuali condizioni del sito di interesse e dell'ampio areale da recuperare (583 m², ossia 0,0583 ha), è stato condotto uno studio volto alla valutazione della tecnica più idonea da applicare al caso in oggetto.

La tecnica suggerita è quella del *trapianto di zolle*. Si propone, dunque, l'utilizzo di una metodologia sperimentale² che prevede l'espianto di zolle tramite benna e la posa di queste in radure prossimali dove le condizioni ambientali risultano le stesse dell'area d'espianto. Infatti, l'utilizzo di supporti, siano essi in cemento o in materiale biocompatibile, amplia la superficie necessaria nel sito di trapianto, vista anche la necessità di lasciare corridoi tra i siti di trapianto stessi.

Per poter procedere alle attività di trapianto è utile prendere come riferimento la letteratura, i casi studio ed il Manuale e Linea Guida ISPRA 106/2014, suddividendo le operazioni in tre fasi principali: *ante operam*, *in itinere* e *post operam*.

Le attività di trapianto, una volta consolidate, possono durare uno o più anni a seconda delle condizioni che si sviluppano in corso d'opera e dell'estensione del sito stesso e prevedono attività di monitoraggio e verifica degli esiti dell'intervento di piantumazione.

Con riferimento all'intervento specifico, i risultati ottenuti dalle indagini effettuate in via preliminare sulla prateria di Posidonia oceanica hanno evidenziato un buono stato ecologico dell'intera area indagata, confermato dai valori ottenuti nell'analisi del Capitale Naturale associato alla biocenosi.

La realizzazione degli interventi previsti comporterà l'impatto diretto sulla prateria rimossa meccanicamente

² metodologia già impiegata in prossimità del Porto di Piombino nel 2014 e riproposta in Studi di Impatti Ambientali per modifiche ai pontili dell'area portuale di Porto Torres (SS).

e un periodo di assestamento e regressione della prateria interessata, con effetti sulle condizioni ecologiche del sito. Tuttavia, l'applicazione delle misure di mitigazione e di compensazione si ritiene possano contribuire al ripristino di condizioni favorevoli per il graduale recupero delle superfici compromesse.

Durante la fase *ante operam*, si è reso necessario effettuare la caratterizzazione del sito donatore e del sito ricevente, procedendo con analisi chimico-fisiche del sedimento e della colonna d'acqua, indagando i descrittori specifici (MLG 106/2014) riportati in *Tabella 6.1*.

È bene specificare che, nel caso in oggetto, data l'estrema vicinanza tra prateria donatrice e prateria ricevente, è possibile considerare questi ultimi come elementi coincidenti.

Tabella 6.1 Caratterizzazione sito donatore e sito ricevente *ante – operam*, secondo Linee Guida 106/2014.

	Descrittori
<p><i>Prateria donatrice/ricevente (coincidenti)</i> e <i>Area di trapianto</i></p>	Copertura della prateria
	Densità
	Fenologia
	Produzione di biomassa fogliare e dei rizomi
	Composizione e abbondanza degli epifiti associati
	Flora e fauna associata
<p><i>Posidonia oceanica</i> <i>Area di trapianto</i></p>	Tasso di sopravvivenza delle talee
	Allungamento del rizoma e delle foglie
	Produzione di radici
	Ricoprimento dell'area colonizzata dalle talee
	Formazione dei nuovi fasci fogliari

Si precisa che, nel caso del trapianto di zolle, è utile procedere anche con dei sondaggi mediante penetrometro per determinare ed annotare la compattezza della *matte* e per seguire l'evoluzione della consistenza della trama dei rizomi.

Durante la fase *in itinere* sarà necessario contrassegnare le zolle da trapiantare, segnalandole con opportuni pedagni posti da Operatori Tecnici Subacquei (OTS), così come le aree individuate per il trapianto.

Sulla base di quanto avvenuto nei contesti su cui si è operato all'interno del territorio italiano, i migliori risultati sono stati ottenuti con zolle collocate all'interno di escavi ad hoc ed in continuità con la *matte* presente, così da costituire un manto vegetale continuo. Anche in questo caso la presenza di OTS è fondamentale per il corretto posizionamento e per la successiva marcatura. La marcatura delle zolle può essere eseguita con l'utilizzo di boe numerate e georeferenziate. Un numero statisticamente rappresentativo di zolle dovrà essere ulteriormente marcato con quadrati numerati aventi un numero noto di ciuffi.

Le zolle così marcate devono inoltre essere fotografate. L'acquisizione di un'opportuna documentazione

fotografica può servire per una valutazione delle condizioni di partenza e per quelle successive, rendendo confrontabili nel tempo i risultati ottenuti nel corso del monitoraggio.

In caso di posizionamento di zolle periferiche è preferibile posizionare dei blocchi di cemento (*balise*) sul limite esterno, al fine di monitorare l'avanzamento o la regressione della prateria (Buia et al., 2003), in conformità a quanto prescritto all'interno delle Linee Guida 106/2014. Anche in questo caso è opportuno marcare numericamente le strutture e acquisire coordinate e documentazione fotografica per confronti futuri.

Al fine di conservare anche una parte della fauna vagile, tra e sulle foglie, possono essere effettuati dei campionamenti ad hoc con retini da plancton manovrati a mano in immersione in modo da consentire il trasferimento di esemplari di crostacei, molluschi, pesci ed echinodermi (Russo et al., 1985).

Le zolle avranno dimensione di circa 4 m² e saranno prelevate mediante benna idraulica bivalve e posizionate in una motonave di supporto dotata di un bacino di contenimento riempito con acqua di mare, al fine di mantenere la vitalità dei rizomi e degli organismi marini associati.

Tabella 6.2 Attività e/o variabili da registrare durante la fase *in itinere*, secondo Linee Guida 106/2014.

	Descrittori	Frequenza monitoraggio
<i>Posidonia Oceanica</i>	Tasso di sopravvivenza delle talee	Ogni 4 mesi, ogni 6 mesi, ogni 12 mesi
	Allungamento del rizoma e delle foglie	Ogni 4 mesi, ogni 6 mesi, ogni 12 mesi
	Produzione di radici	Ogni 4 mesi, ogni 6 mesi, ogni 12 mesi
Area di trapianto	Ricoprimento dell'area colonizzata dalle talee	Ogni 2-3 anni
	Formazione dei nuovi fasci fogliari	Ogni 2-3 anni

La scelta di una simile tecnica di trapianto ha l'obiettivo di minimizzare il danno, di aumentare la possibilità di sopravvivenza e di conservare la fauna associata spostando con la pianta anche il substrato in cui è insediata e da cui assorbe le sostanze.

A seguito della posa delle zolle (fase *post operam* – *Tabella 6.3*) è opportuno effettuare per i cinque anni successivi un monitoraggio ben scadenziato nel quale prendere in considerazione metodi non distruttivi per ottenere ed analizzare descrittori strutturali e funzionali. A cadenza annuale dovranno essere svolti i rilievi fotografici; mentre, a cadenza semestrale dovranno essere misurati i seguenti parametri:

- Densità dei fasci su quadrati campione (40x40 cm), distinguendo la presenza di rizomi morti o con evidente necrosi (tasso di sopravvivenza) e la formazione di nuovi.
- Analisi dei tassi di crescita nel tempo e della velocità e modalità di crescita dei rizomi (ortotropa o plagiotropa). Come precedentemente descritto, è noto il numero di ciuffi presente in ogni quadrato numerato all'interno delle zolle. Ogni fascio fogliare avrà un anello ad una distanza opportuna dal punto di emergenza dal rizoma e per tali fasci campionari saranno valutati anche il numero di foglie e la lunghezza di queste (misura della foglia più esterna adulta).
- Compattezza delle matte. Tale verifica sarà stimata mediante un penetrometro, un'asta di 2 m di lunghezza e 8mm di diametro, posta perpendicolarmente al fondale con un peso di 5 kg lasciato cadere da 50 cm dal fondo. L'impatto del peso permette all'asta di penetrare nel tappeto di rizomi proporzionalmente alla sua compattezza. La compattezza è definita come forte (penetrazione <50 cm), media (50 cm < penetrazione < 100 cm) e debole (penetrazione > 100 cm).
- Coefficiente "A": percentuale di foglie adulte ed intermedie che presentano gli apici spezzati. il

coefficiente "A" viene calcolato dividendo il numero totale di foglie adulte e intermedie con apici rotti per il numero totale di foglie osservate. Il valore che ne deriva è spesso il risultato di più fattori, quali l'idrodinamismo, l'età delle foglie e il livello di presenza di erbivori. Dalle caratteristiche delle tracce presenti sull'apice dei lembi fogliari (bite marks), è possibile riconoscere alcuni erbivori responsabili della rottura e distinguere il danno biologico da quello meccanico.

A titolo riepilogativo, in *Tabella 6-3* sono riportate le cadenze per le attività di monitoraggio *post operam*.

Tabella 6.3 Attività e/o variabili da registrare durante la fase *post operam*, secondo Linee Guida 106/2014.

	Descrittori	Frequenza monitoraggio
<i>Posidonia oceanica</i> <i>Area di trapianto</i>	Densità dei fagli fogliari	Ogni 2-3 anni
	Fenologia	Ogni 2-3 anni
	Produzione biomassa fogliare e dei rizomi	Ogni 2-3 anni
	Composizione e abbondanza degli epifiti fogliari	Ogni 2-3 anni
	Flora e fauna associata	Ogni 2-3 anni

Ogni due/tre anni dovrà essere misurata la crescita fogliare mensile. Tale indagine dovrà essere svolta su un numero significativo di zolle con metodi non distruttivi.

La tecnica prevista è quella dell'ago, la quale prevede che al tempo T0 siano forate tutte le foglie di uno stesso fascio appartenente ad una superficie nota (quadrati fissi). Tale operazione deve essere eseguita 0.5-3 cm sopra la ligula della foglia più esterna, forando contemporaneamente tutte le foglie del fascio.

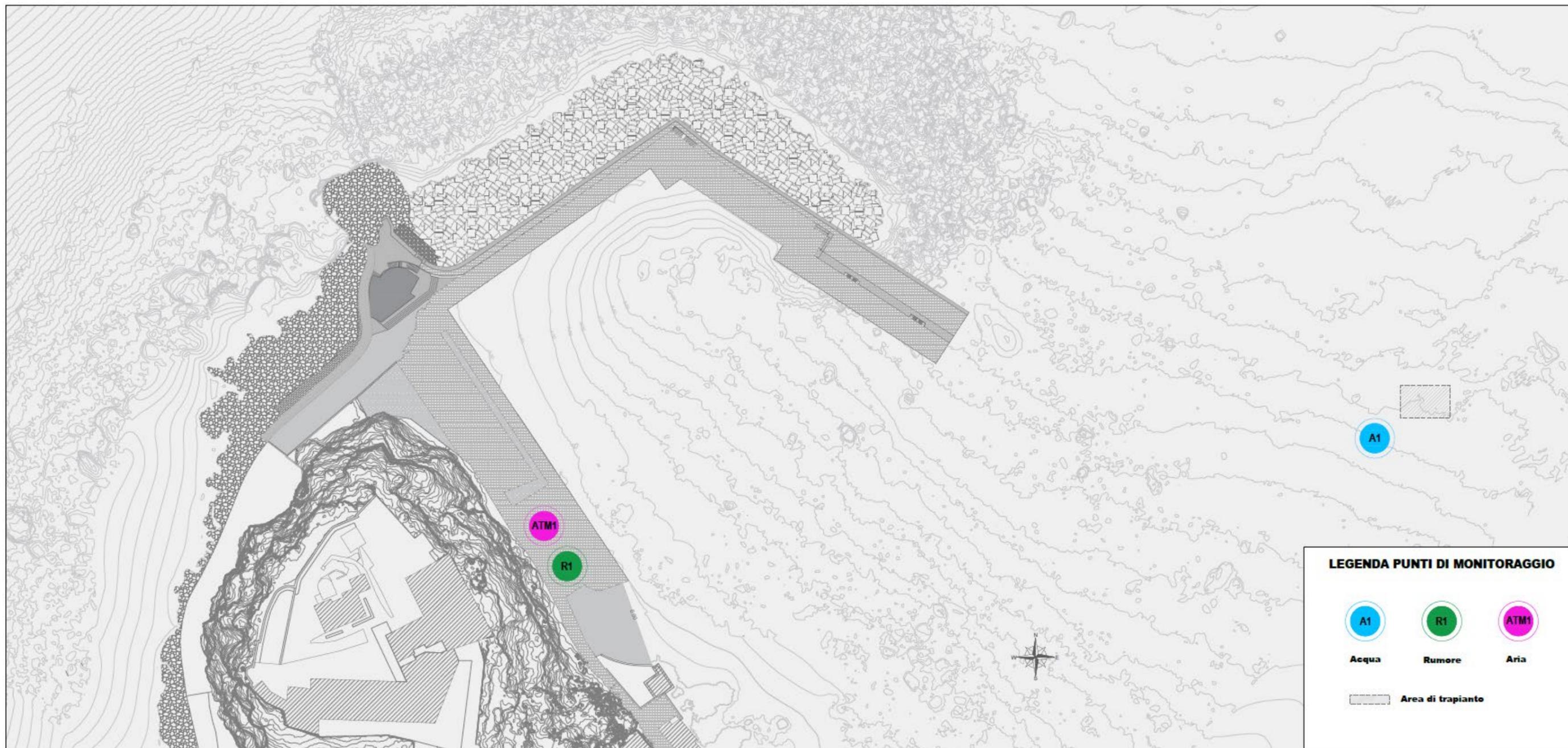
Al fine di mantenere sempre la stessa distanza è necessario usare un tassello di plastica di 3 cm di lunghezza e della stessa larghezza della foglia, attraverso il quali far passare l'ago (Zieman, 1974).

6.6 Conclusioni

Il presente studio prende in esame le caratteristiche del *Posidonietum* oggetto di indagine, l'estensione dell'area interessata dal trapianto e analoghi casi studio per la formulazione dell'ipotesi di intervento, la cui tecnica è stata già proposta ed applicata in altre realtà italiane.

Infatti, ove il trapianto di *Posidonia oceanica* è stato impiegato come tecnica di compensazione ai danni causati da opere ed infrastrutture costiere, è fortemente consigliato effettuare uno studio *ad hoc* per identificare siti e tecniche di piantumazione più adatte alle caratteristiche ambientali e geografiche dell'area di indagine.

7. PLANIMERIA CON INDICAZIONE AREE E PUNTI DI MONITORAGGIO



8. COMPUTO METRICO DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO - MONITORAGGIO AMBIENTALE E INDAGINI - COMUNE DI SCILLA EX D. LGS. 152/06 - LINEE GUIDA 106/2014												
N.	Art.	Descrizione	Parametri descrittivi	Punti di misura/Aree di indagine	Quantità (numero campagne)			Quantità totale (numero campagne)	U.M.	Prezzo Unitario (€)	Prezzo Parziale	
					ANTE OPERAM	CORSO D'OPERA	POST OPERAM					
1	AP.01	PIANO DI MONITORAGGIO ACQUE MARINE	Valutazione delle caratteristiche della colonna d'acqua [caratteristiche generali: chimico-fisiche]. Le campagne verranno effettuate: 2 volte in ante operam (con frequenza semestrale), 1 volta in corso d'opera e 1 volta post operam per il punto di monitoraggio P1.	Correntometria; Temperatura; Salinità; Densità; Fluorescenza; pH; Trasparenza; Torbidità; Solidi sospesi	A1 (Sito - in prossimità della prateria ricevente)	2	1	1	4	cad	299,81 €	1.351,02 €
				Ossigeno disciolto; Torbidità.	A1 (Sito - in prossimità della prateria ricevente)	2	1	1	4	cad	37,95 €	
			Controllo delle caratteristiche dei sedimenti marini [caratteristiche chimiche, fisiche ed ecotossicologiche]. Le campagne verranno effettuate: 1 volta in ante operam, 1 volta in corso d'opera al termine delle fasi di realizzazione delle opere o al termine delle principali fasi di realizzazione dell'opera che compoerano la movimentazione dal fondo e 1 volta post operam per almeno 3 anni il punto di monitoraggio P1.	Granulometria; Umidità; Peso specifico; Metalli pesanti; Idrocarburi totali; IPA; PCB; Pesticidi organo clorurati; Composti organostannici; Sostanza organica totale; Azoto e fosforo totale; TOC; Parametri microbiologici; Saggi ecotossicologici.	A1 (Sito - in prossimità della prateria ricevente)	1	1	3	5	cad	1.014,90 €	5.074,48 €
TOTALE MONITORAGGIO ACQUE MARINE											6.425,50 €	
TOTALE MONITORAGGIO ACQUE MARINE CON IVA											7.839,10 €	
2	AP.02	PIANO DI MONITORAGGIO ACUSTICO	Campagna di valutazione della qualità del clima acustico	Monitoraggio acustico per 24 ore	R1 (In prossimità dell'ingresso porto)	1	1	0	2	a corpo	1.012,00 €	3.603,62 €
				Set parametri meteorologici		1	1	0	2		156,66 €	
				Rapporto tecnico, strumentazione, trasporto del personale		1	1	0	2		633,15 €	
TOTALE MONITORAGGIO ACUSTICO											3.603,62 €	
TOTALE MONITORAGGIO ACUSTICO CON IVA											4.396,42 €	
3	AP.03	PIANO DI MONITORAGGIO ATMOSFERA	Campagna di valutazione della qualità dell'aria	Ossido e biossido di azoto; Particolato PM10 e PM2; Benzene; Monossido di carbonio; Biossido di zolfo.	ATM1 (In prossimità dell'ingresso porto)	1	1	0	2	a corpo	294,75 €	721,05 €
				Pareri a valutazioni tecniche		1	1	0	2		65,78 €	
			TOTALE MONITORAGGIO ATMOSFERA									
TOTALE MONITORAGGIO ATMOSFERA CON IVA											879,68 €	
TOTALE MONITORAGGI EX D. LGS. 152/06 IVA INCLUSA											13.115,2 €	
4	AP.04	CARATTERIZZAZIONE BIOCENTICA (Linee Guida 106/2014)	Caratterizzazione atta a individuare habitat marini di pregio	Ispezione geofisica con SIDE SCAN SONAR	Area Prateria Posidonia Oceanica	0	0	2	2	cad	3.000,00 €	80.000,00 €
				Valutazione Posidonia (prateria donatrice/ricevente coincidenti): copertura della prateria; densità; fenologia; produzione di biomassa fogliare e dei rizomi; composizione e abbondanza degli epifiti associati; flora e fauna associata.	Area Prateria Posidonia Oceanica	1	0	1	1	cad	10.000,00 €	
				Valutazione Posidonia (Area di trapianto): tasso di sopravvivenza delle talee; allungamento delle foglie; allungamento del rizoma; produzione di radici; ricoprimento dell'area colonizzata dalle talee; formazione di nuovi fasci.	Area Prateria Posidonia Oceanica	1	3	6	9	cad	5.000,00 €	
				Valutazione Posidonia (Area di trapianto): densità dei fasci fogliari; fenologia; produzione biomassa fogliare e dei rizomi; composizione e abbondanza degli epifiti fogliari; flora e fauna associata.	Area Prateria Posidonia Oceanica	0	0	3	3	cad	5.000,00 €	
				Verità mare, in relazione all'ispezione geofisica (comprensivo di nolo imbarcazione)	Area Prateria Posidonia Oceanica	0	0	2	2	cad	2.000,00 €	
TOTALE											80.000,0 €	
TOTALE CON IVA											97.600,0 €	
TOTALE											90.750,17 €	
ARROTONDAMENTO											750,16 €	
TOTALE CON IVA											109.800,00 €	