



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale

**Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale**

**PORTO DI PALERMO  
COMPLETAMENTO DEL MOLO FORANEO DEL  
PORTO DELL'ARENELLA**

CUP: I71J19000040005 (OPERA PNRR) - CIG: 9073719DC8



**ALL.SIA.03 - Caratterizzazione e qualificazione  
della prateria di Posidonia oceanica interferita  
dalle azioni di progetto relative al  
completamento del Molo Foraneo del Porto  
dell'Arenella**

*(a cura di Biosurvey srl - Resp. Scientifico Prof. S. Calvo)*

versione:	descrizione:	preparato:	controllo:	approvato:	data:
01	EMISSIONE	SC	SC	SC	FEB 2023

## Corpo documentale a corredo dell'istanza di VIA

Le tabelle seguenti elencano il corpo documentale allegato all'istanza.

ELENCO ELABORATI			
codice elaborato	titolo elaborato	Vers.	Data
SIA.01	Studio di Impatto Ambientale	01	01/03/2023
ALL.SIA.02	Campagna indagini fonometriche e valutazione previsionale di impatto acustico (a cura di Projects Lab - Ing. Ruggero Taragnolini)	01	01/03/2023
ALL.SIA.03	Caratterizzazione e qualificazione della prateria di Posidonia oceanica interferita dalle azioni di progetto relative al completamento del Molo Foraneo del Porto dell'Arenella (a cura di Biosurvey srl - Resp. Scientifico Prof. S. Calvo)	01	feb-23
ALL.SIA.04	Progetto di trapianto di Posidonia oceanica come misura di compensazione dell'impatto relativo al completamento del Molo Foraneo del Porto dell'Arenella (a cura di Biosurvey srl - Resp. Scientifico Prof. S. Calvo)	01	feb-23
ALL.SIA.05	Area di sito: analisi e prove sui sedimenti ai sensi del DM 173/2016 (Biosurvey srl - Resp. scientifico Prof. S. Calvo, Lab. Uff. SO.GEST Ambiente srl)	01	28/02/2023
ALL.SIA.06.01	Attività di campionamento ed analisi sedimentologiche dell'area marino costiera del golfo di Palermo (ARPA Sicilia)	01	2011
ALL.SIA.06.02	Relazione integrativa sulle attività di caratterizzazione sedimentologica dell'area (ARPA Sicilia)	01	2011
ALL.SIA.07.01	Caratterizzazione della qualità delle acque marine del Golfo di Palermo – FASE I (ARPA Sicilia)	01	2011
ALL.SIA.07.02	Caratterizzazione della qualità delle acque marine del Golfo di Palermo – FASE II (ARPA Sicilia)	01	2011
ALL.SIA.08	Monitoraggio della qualità dell'aria nel porto di Palermo (A.R.P.A. Sicilia)	01	2011
ALL.SIA.09	Monitoraggio del rumore, delle vibrazioni e dei campi elettromagnetici nell' area portuale di Palermo anno 2009-2010 (A.R.P.A. Sicilia)	01	2011
ALL.SIA.10	Monitoraggio in banda larga dei livelli di campo elettromagnetico nel Porto di Palermo e di Termini Imerese (A.R.P.A. Sicilia)	01	2011
VINCA.01	Relazione generale di Screening di V.Inc.A. (a cura di Biosurvey srl - Resp. Scientifico Prof. S. Calvo)	01	28/02/2023
VINCA.02	Screening di Incidenza - Livello 1 della V.Inc.a (a cura di Biosurvey srl - Resp. Scientifico Prof. S. Calvo)	01	28/02/2023
PMA.01	Piano di Monitoraggio Ambientale	01	01/03/2023
PMA.02	Integrazione del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) per gli aspetti di biodiversità marina (a cura di Biosurvey srl - Resp. Scientifico Prof. S. Calvo)	01	dic-22
SNT	Sintesi Non Tecnica	01	01/02/2023

Tabella 0-1: Elaborati dello Studio di Impatto Ambientale

COMMITTENTE



Autorità di Sistema Portuale  
 del Mare di Sicilia Occidentale

ELENCO DEGLI ELABORATI DI PROGETTO	
codice	titolo elaborato
EE.00	Elenco elaborati
	<b>A - ELABORATI GENERALI</b>
A.01	Relazione generale
	<b>B - RELAZIONI SPECIALISTICHE</b>
B.01	Relazione idraulica marittima
B.01.01	Relazione idraulica marittima: allegati
B.02	Relazione dell'agitazione residua e dell'agibilità portuale
B.02.01	Relazione dell'agitazione residua e dell'agibilità portuale: allegati
B.03	Relazione sulla dinamica della costa
B.04	Relazione sismica
B.05	Relazione geotecnica
B.06	Relazione sul dimensionamento e la stabilità idraulica
B.07.01	Relazione di calcolo delle strutture
B.07.01	Relazione di calcolo delle strutture: allegati
B.08	Relazione paesaggistica
	<b>Studio Geologico (a cura del dott. Paolo Nania)</b>
B.09 - 1	Relazione geologica
B.09 - 1.1	Geolocalizzazione indagini geognostiche e sismiche
B.09 - 2	Indagini sismiche MASW
B.09 - 3	Indagini sismiche HVSR
B.09 - 4	Elaborazione geotecnica dei test penetrometrici (Spt) eseguiti in foro
B.09 - 5	Raccolta dati stratigrafici e laboratorio geotecnico
B.09 - 5.1	Analisi e prove di laboratorio geotecnico (a cura di CON.GEO Srl)
B.09 - 6	Tavole cartografiche
	<b>RILIEVI TOPOGRAFICI, BATIMETRICI E BIOCENOTICI (A CURA DI ARENA SUB SRL)</b>
R.01	Relazione illustrativa dei rilievi batimetrici e biocenotici
R.01.01	Allegato: Processing Report
R.01.02	Allegato: Video subacquei dei transetti (da trasmettere su richiesta)
T.1	Ortofoto e profili di sezioni
T.2	Ortofoto e Piano Quotato
T.3a	Carta morfologico-batimetrica (isobate)
T.3b	Carta morfologico-batimetrica (rilievo ombreggiato color coded )
T.3c	Carta morfologico-batimetrica (rilievo ombreggiato grey-scale)
T.4a	Carta morfologico-batimetrica (isobate) - Spiaggia Vergine Maria
T.4b	Carta morfologico-batimetrica (shaded relief) - Spiaggia Vergine Maria
T.5	Carta dei tipi di fondo (color coded seabed fetures)
T.6	Carta del mosaico acustico Side Scan Sonar
	<b>RELAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA (A CURA DOTT. ARCHEOL. F. FAZIO - ARENA SUB SRL)</b>
VIARCH.01	Relazione archeologica preventiva a seguito dei rilievi
VIARCH.01.01	Relazione archeologica preventiva: Carta del potenziale archeologico
	<b>C - ELABORATI GRAFICI</b>
	<b>C.SF - STATO DI FATTO</b>
C.SF.01.01	Carta nautica - Cartografia IGM - Carta Tecnica Regionale - Ortofoto
C.SF.01.02	Stralcio PRG - Stralci PRP - Stato di completamento
C.SF.01.03	Carta dei vincoli paesaggistici e territoriali
C.SF.02.01	Planimetria e sezioni dello stato di fatto
C.SF.02.02	Inventario visuale
	<b>C.OP - STATO DI PROGETTO</b>
C.OP.01	Planimetria sinottica delle opere in progetto
C.OP.02	Planimetria di dettaglio
C.OP.03	Raffronto SDF - PRP vigente - Opere in progetto
C.OP.04	Piano di tracciamento delle opere
C.OP.05	Sezioni tipo di progetto
C.OP.06	Quaderno delle sezioni di computo
C.OP.07	Particolari costruttivi e arredo portuale
C.OP.08.01	Cassoni cellulari: piante e sezioni
C.OP.08.02	Cassoni cellulari: carpenterie
C.OP.09	Modalità esecutive e fasi costruttive
C.OP.10	Siti di cava e deposito
	<b>D - ELABORATI DEGLI IMPIANTI</b>
D.IE.01	Impianti Elettrici e Illuminotecnici: Relazione descrittiva e di calcolo
D.IE.02	Impianti Elettrici e Illuminotecnici: Schema di Installazione
D.IS.01	Impianti Idrici: Relazione descrittiva e di calcolo
D.IS.02	Impianti Idrici: Schema di Installazione
	<b>E - PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI</b>
E.01	Manuale d'uso
E.02	Manuale di manutenzione
E.03	Programma di manutenzione
	<b>F - PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO E INCIDENZA DELLA MANODOPERA</b>
F.01	Piano di sicurezza e coordinamento
F.02	Planimetria delle aree di cantiere
	<b>G - ELABORATI ECONOMICI ED AMMINISTRATIVI</b>
G.01	Elenco dei prezzi unitari
G.02	Analisi dei prezzi
G.03	Quadro incidenza della manodopera
G.04	Computo metrico estimativo
G.05	Quadro economico
G.06	Cronoprogramma
G.07	Capitolato speciale d'appalto
G.08	Schema di contratto di appalto

Tabella 0-2: Corpo  
documentale del progetto

COMMITTENTE

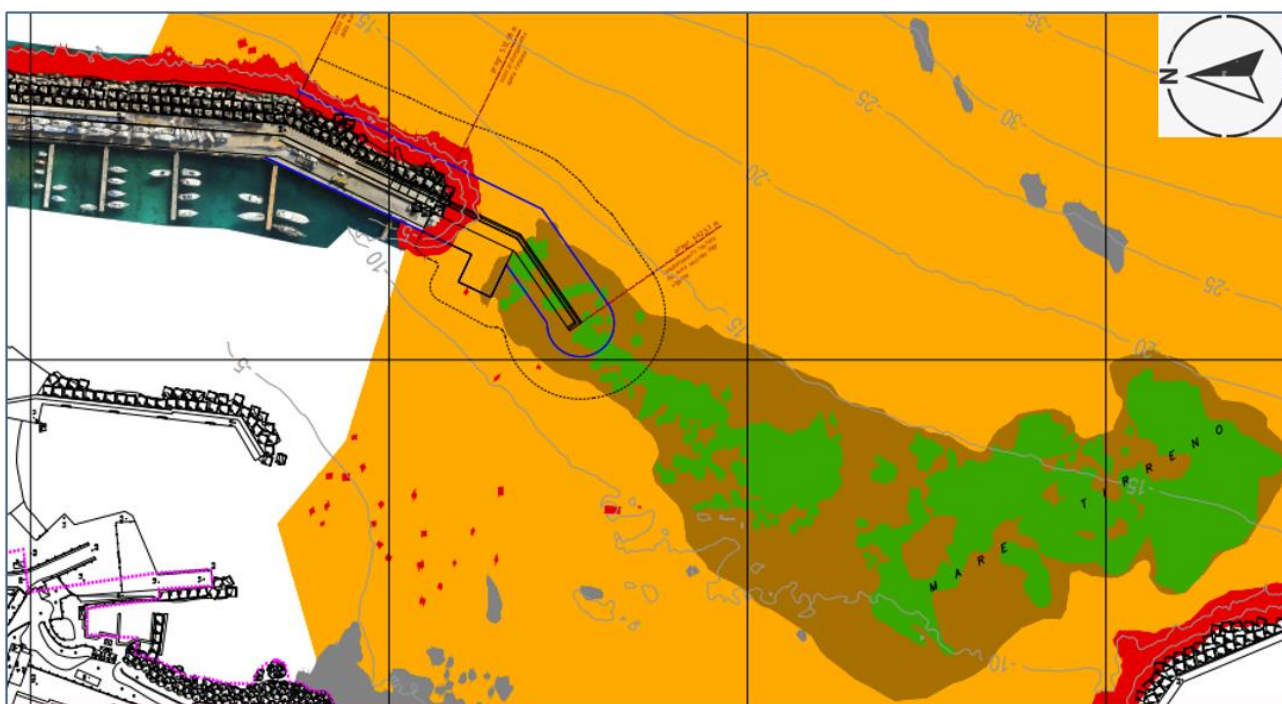


Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale



**biosurvey**

# **Caratterizzazione e qualificazione della prateria di *Posidonia oceanica* interessata dalle azioni di progetto relative al completamento del Molo Foraneo del Porto dell'Arenella**



**Febbraio 2023**

Sommario

PREMESSE .....	1
PRESENZA E DISTRIBUZIONE DELLA PRATERIA DI P. OCEANICA NELL'AREA .....	2
METODI E TECNICHE.....	5
Area di studio.....	5
Caratterizzazione e qualificazione della prateria di <i>Posidonia oceanica</i> .....	6
Descrittori strutturali .....	8
Fenologia.....	11
Indici ecologici.....	12
RISULTATI.....	16
Stato ambientale della prateria di <i>Posidonia oceanica</i> .....	16
Descrittori strutturali .....	16
Fenologia.....	21
Indici Ecologici .....	25
RIASSUNTO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	27
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI CITATI NEL TESTO.....	29
Documentazione fotografica - Stazione 1 .....	31
Documentazione fotografica - Stazione 2 .....	34
Documentazione fotografica - Stazione 3 .....	37

## **PREMESSE**

Nell'ambito del “Fondo Complementare al PNRR - Porto di Palermo (Arenella), relativo al completamento molo foraneo Porto Arenella - CUP: i71j19000040005”, con Decreto n. 320 del 10.11.2022 del Presidente di questa AdSP del Mare di Sicilia Occidentale è stato affidato a Biosurvey S.r.l. il “Servizio tecnico in Biologia Marina finalizzato alla presentazione della nuova procedura di VIA presso il MITE - SMARTCIG: Z47386E036”.

Il Servizio consiste nell'esecuzione delle seguenti prestazioni:

- a) caratterizzazione e qualificazione della prateria di *Posidonia oceanica* potenzialmente interferita dalle azioni di progetto;
- b) integrazione del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) per gli aspetti di biodiversità marina;
- c) progetto di riforestazione come compensazione dell'impatto dell'opera;
- d) aggiornamento della Valutazione preliminare (screening) di Incidenza Ambientale – V.Inc.A.

Il presente rapporto riporta i risultati delle indagini condotte sulla prateria di *P. oceanica* presente nel tratto costiero prospiciente il porto dell'Arenella, localizzato nel settore nord occidentale del Golfo di Palermo.

In particolare, la finalità delle indagini è quella di caratterizzare e qualificare – attraverso osservazioni, misure e prelievo di campioni in campo ed elaborazione di indicatori e indici ambientali e biotici – la prateria di *P. oceanica* interferita dalle azioni di progetto relative al completamento del Molo Foraneo del Porto dell'Arenella.

I risultati rappresenteranno un riferimento nella elaborazione della VIA e nella fase attuativa del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA).

## **PRESENZA E DISTRIBUZIONE DELLA PRATERIA DI *P. OCEANICA* NELL'AREA**

La prateria di *Posidonia oceanica* che si insedia nell'avamposto dell'Arenella rappresenta la propaggine sud-orientale di una estesa prateria che colonizza i fondali della costa nord-occidentale del Golfo di Palermo, fino a Capo Gallo ed oltre (Figura 1).

Con riferimento al sistema informativo SINPOS (Sistema INformativo per la POSidonia in Sicilia) del Ministero dell'Ambiente - Servizio Difesa del Mare, la prateria presente dall'Arenella a Capo Gallo occupa fondali per circa 1.500 ettari.

In particolare, nel tratto costiero compreso tra Arenella e Vergine Maria (Figura 2), interessato dal prolungamento della diga foranea del porto dell'Arenella, la prateria occupa una superficie di circa 47,6 ettari, si insedia prevalentemente su sabbia e il paesaggio sommerso mostra un mosaico di *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*.

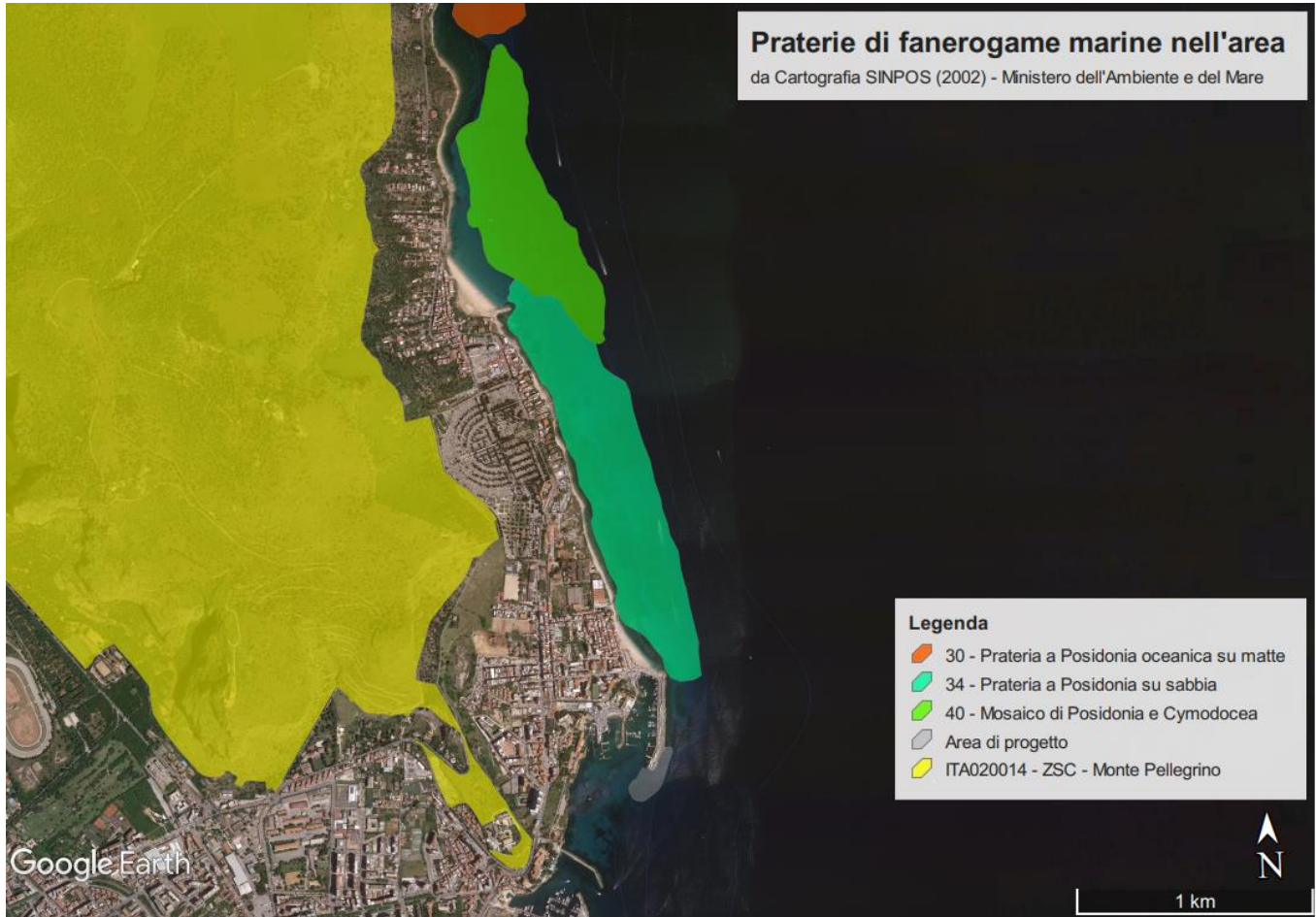
In località Vergine Maria i valori di densità dei fasci fogliari identificano la prateria nelle classi a densità anormale e sub normale inferiore. L'analisi delle principali variabili fenologiche evidenzia valori di indice di area fogliare che oscillano da 6,9 a 9,2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

L'analisi delle variabili lepidocronologiche, condotta sui rizomi ortotropi, mostra un tasso di accrescimento medio annuale di circa 8mm mentre la produzione primaria media dei rizomi raggiunge valori massimi intorno a 0,14 g di peso secco per rizoma per anno. Il numero medio di foglie prodotte annualmente risulta pressoché costante all'interno della prateria con circa 7 foglie per anno.

Per quanto riguarda la flora epifita, i valori di ricoprimento e di abbondanza dei taxa, sia delle foglie sia dei rizomi, rientrano nella media dei valori riscontrati nelle altre praterie, con netta dominanza di forme erette e incrostanti sui rizomi e di forme incrostanti sulle foglie.







**Figura 2** – Prateria di *Posidonia oceanica* presente nell'area prossima al porto dell'Arenella.

## METODI E TECNICHE

### Area di studio

L'area di studio è localizzata nel settore nord occidentale del Golfo di Palermo, tra le aree portuali di Arenella e Acquisanta (Figura 3). Lo stato delle biocenosi che in essa si insediano appare significativamente alterato, trovandosi in un territorio all'interno della città di Palermo e in cui è presente un forte traffico marittimo, sia peschereccio che da diporto.

Nell'area oggetto dell'indagine sono state posizionate sulla prateria di *P. oceanica* tre stazioni a profondità compresa tra -12 m e -14 m, lungo un ipotetico gradiente decrescente di impatto delle opere previste per il completamento del molo foraneo del porto dell'Arenella. (Figura 3).

In particolare, considerato che il completamento del molo foraneo del porto dell'Arenella comporterà il prolungamento della struttura attuale di circa 110 m, la stazione 1 è stata posizionata alla distanza di circa 180 m della testa dell'attuale diga foranea, e le stazioni 2 e 3, rispettivamente alla distanza di circa 265m e 380m.

La Figura 3 e la Tabella 1 riportano l'area interessata all'indagine, che è stata in precedenza caratterizzata mediante indagini acustiche ad alta risoluzione (MBS e SSS) e rilievi ROV, e le relative coordinate geografiche delle stazioni.

**Tabella 1** - Coordinate delle stazioni (vedi Figura 3) in cui sono state svolte le indagini sulla prateria di Posidonia.

Stazione	Profondità	Latitudine	Longitudine	Coordinate UTM 33 S	
1	12,0	38° 8'51.02"N	13°22'28.20"E	357567.13 m E	4223429.55 m N
2	12,6	38° 8'48.36"N	13°22'27.22"E	357542.99 m E	4223348.24 m N
3	14,0	38° 8'44.36"N	13°22'26.57"E	357524.18 m E	4223225.36 m N



**Figura 3** – Rappresentazione grafica delle stazioni di Posidonia.

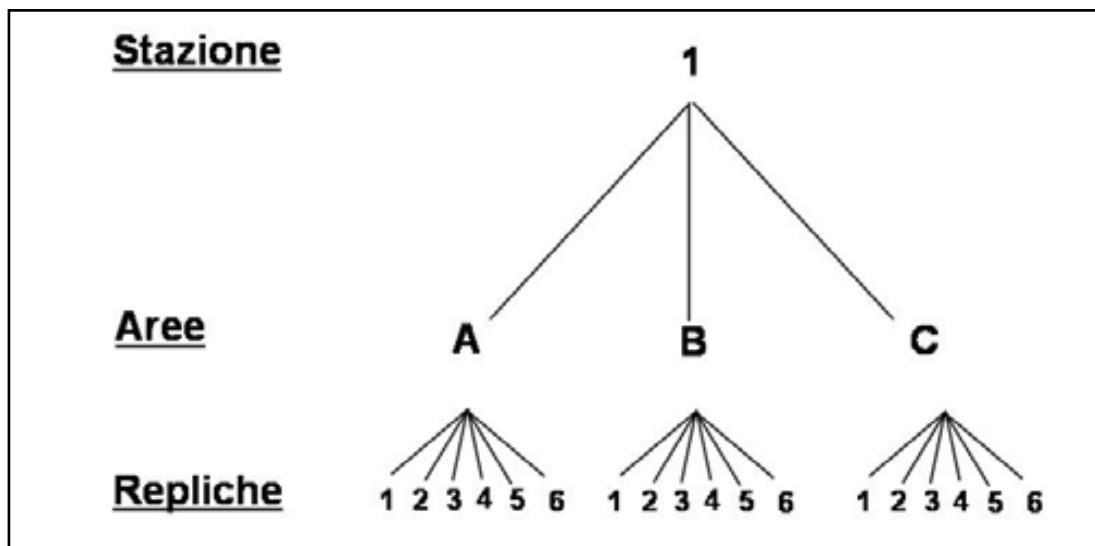
### **Caratterizzazione e qualificazione della prateria di *Posidonia oceanica***

Nei giorni 25 e 26 ottobre 2022 è stata condotta una campagna di indagine nello specchio di mare antistante il porto dell’Arenella, al fine di caratterizzare ulteriormente e qualificare, prima della realizzazione del progetto, la prateria *P. oceanica* che sarà direttamente e potenzialmente interferita dall’opera.

In particolare, nelle 3 stazioni riportate in Figura 3 Tabella 1 sono state effettuate mediante OTS osservazioni, stime visive, misure di densità e prelievo di campioni per le successive analisi di

laboratorio, che consentono di definire mediante indicatori e indici ambientali e biotici, lo stato di qualità la prateria di *P. oceanica* presente nell'area.

La strategia di monitoraggio e campionamento segue le indicazioni di cui alle “Specifiche per il piano di monitoraggio relativo alle praterie di *Posidonia oceanica*” (ICRAM -APAT), e ha tenuto conto della più recente e qualificata letteratura scientifica sul tema. In particolare, nelle 3 stazioni individuate il campionamento ha previsto una metodologia gerarchica secondo lo schema riportato nella Figura 4.

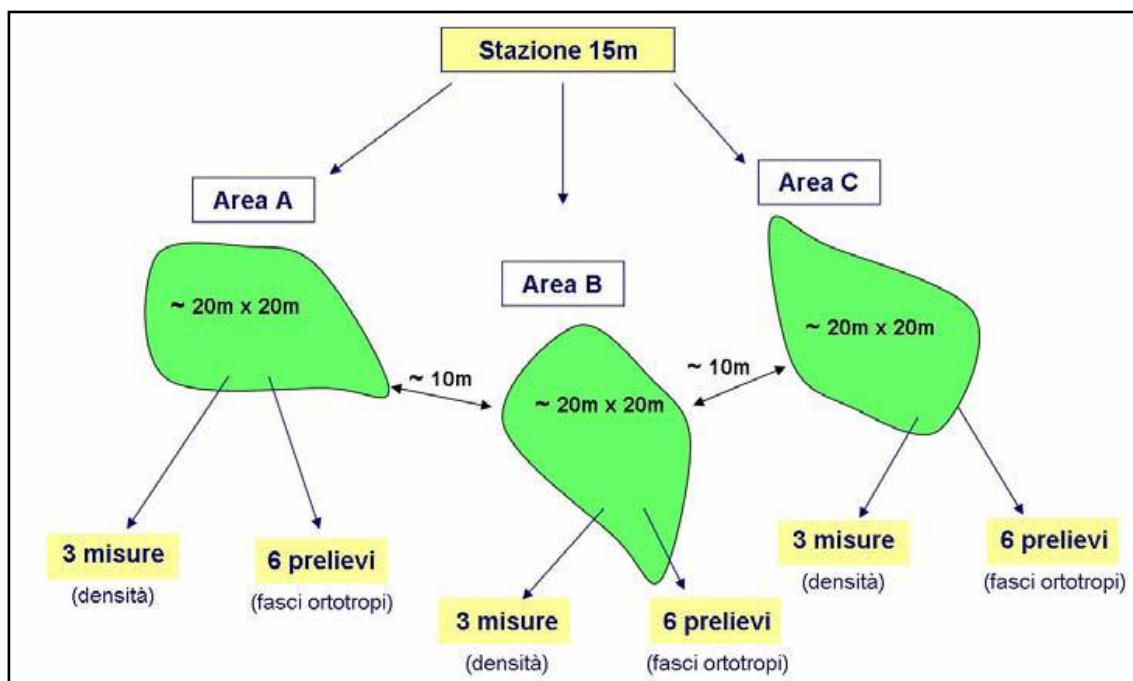


**Figura 4** - Schema di una strategia di campionamento gerarchica.

La strategia di campionamento gerarchica consente di avere una confidenza statistica elevata e di ridurre la probabilità di includere errori di interpretazione dei dati dovuti alla variabilità naturale della prateria. In particolare, la strategia prevista include per ogni stazione la definizione di 3 aree di circa 400 m<sup>2</sup>, secondo lo schema riportato in Figura 5 a scopo esemplificativo per la profondità di 15 metri. In ciascuna delle stazioni, al fine di uniformare le metodiche di campionamento e di analisi dei dati il piano di campionamento ha seguito lo schema descritto in Figura 4 dove, per ogni stazione, sono state effettuate:

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

Le repliche all'interno di ogni area sono state posizionate almeno 1,0 – 1,5 m l'una dall'altra. In totale, quindi, in corrispondenza di ciascuna stazione sono state effettuate 9 misure di densità e prelevati 18 fasci ortotropi per le successive analisi di microripartizione (fenologia) in laboratorio.



**Figura 5** - Strategia di campionamento gerarchica, proposta per il monitoraggio di *P. oceanica*.

### ***Descrittori strutturali***

In ogni stazione, oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, sono state effettuate, utilizzando la scheda di monitoraggio di seguito riportata, stime relative a:

- Ricoprimento della prateria;
- Tipologia del substrato;
- Continuità della prateria;
- Percentuale di copertura a *matte* morta;
- Percentuale di copertura di specie algali autoctone e alloctone appartenenti al genere *Caulerpa*;
- Percentuale di copertura di *Cymodocea nodosa*.

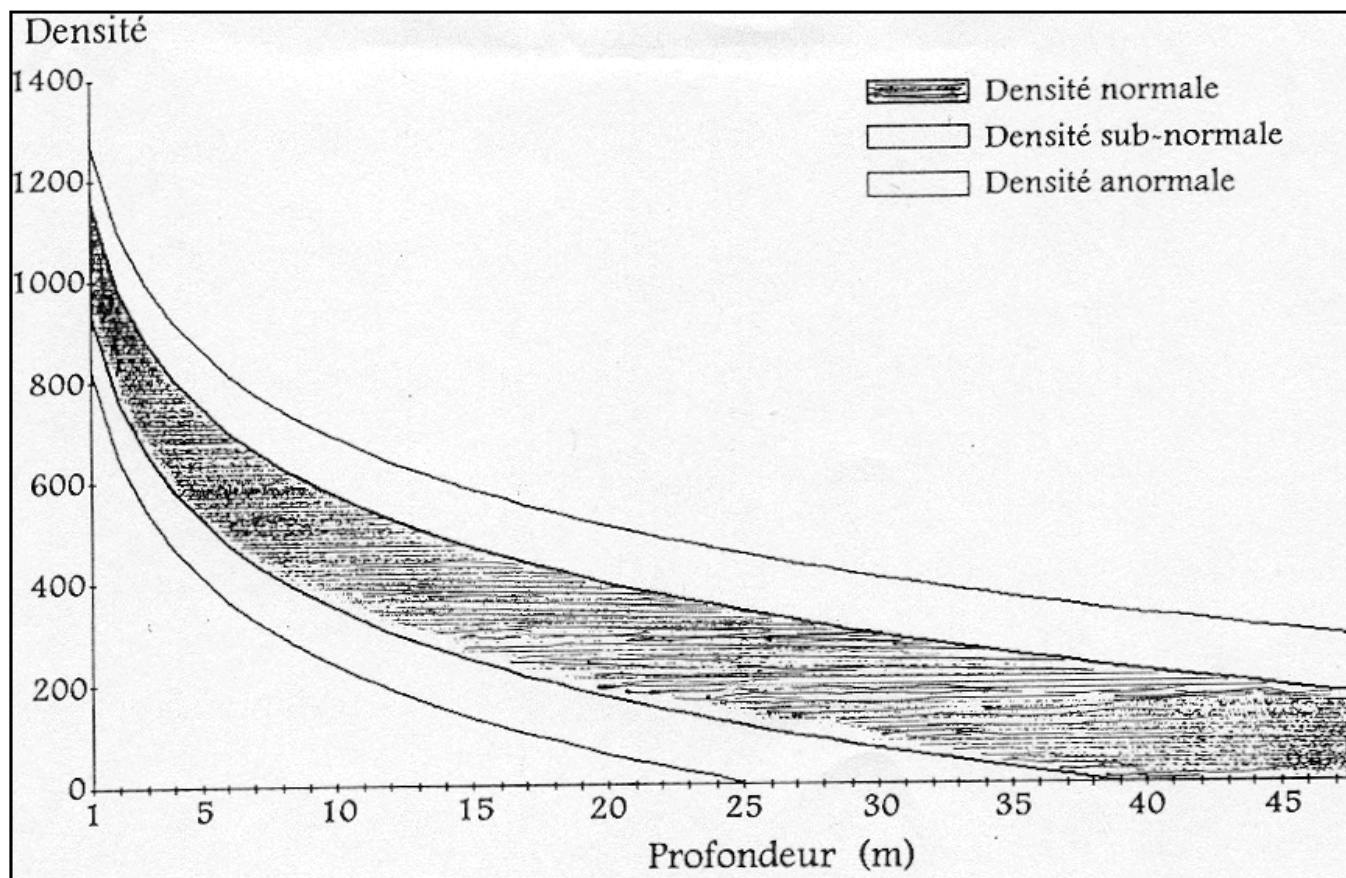
Scheda di monitoraggio: Stazione		Luogo		data					
Operatore		Profondità		Coordinate Geografiche					
Parametro	AREA A			AREA B			AREA C		
Continuità della prateria	<input type="checkbox"/> Continua <input type="checkbox"/> Discontinua			<input type="checkbox"/> Continua <input type="checkbox"/> Discontinua			<input type="checkbox"/> Continua <input type="checkbox"/> Discontinua		
Ricoprimento % matte morta									
Ricoprimento % <i>P. oceanica</i> viva									
Ricoprimento % <i>Caulerpa cylindracea</i>									
Ricoprimento % <i>Cymodocea nodosa</i>									
Tipo di substrato	<input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input type="checkbox"/> Matte			<input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input type="checkbox"/> Matte			<input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input type="checkbox"/> Matte		
Fonti di disturbo evidenti	<input type="checkbox"/> Presenza <input type="checkbox"/> Assenza			<input type="checkbox"/> Presenza <input type="checkbox"/> Assenza			<input type="checkbox"/> Presenza <input type="checkbox"/> Assenza		
Composizione prateria	<input type="checkbox"/> Pura <input type="checkbox"/> Mista			<input type="checkbox"/> Pura <input type="checkbox"/> Mista			<input type="checkbox"/> Pura <input type="checkbox"/> Mista		
Presenza alghe alloctone	<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe			<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe			<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe		
Densità dei fasci fogliari Numero fasci / quadrato 50*50									

Osservazioni:

La densità è uno dei descrittori di macroripartizione più in uso nelle indagini sullo stato delle praterie di *P. oceanica*. Essa viene utilizzata per valutare l'importanza quantitativa di una formazione vegetale (Giraud, 1977; Panayotidis *et al.*, 1981); l'analisi dei dati pluriennali di densità rende conto della dinamica dell'entità prateria nel tempo, permettendo di risalire, in maniera diretta, ai fenomeni evolutivi che la governano (Chessa *et al.*, 1995).

La stima della densità è stata effettuata mediante conta *in situ* dei fascicoli fogliari in quadrati di 50 cm di lato all'interno della prateria di *P. oceanica*. Tale conta è stata replicata 9 volte per stazione ed i risultati sono stati estrapolati ad 1 m<sup>2</sup> (Panayotidis *et al.*, 1981).

Tra i criteri di classificazione basati sulla densità e riportati in letteratura, è stato utilizzato sia quello indicato da Giraud (1977) che quello proposto da Pergent *et al.* (1995); quest'ultimo tiene conto della variazione della densità lungo il gradiente batimetrico. Nella Figura 6 e nelle Tabelle 2 e 3 sono riportati i due sistemi di classificazione.



**Figura 6** - Classificazione della densità della prateria in funzione della profondità.

**Tabella 2** - Classificazione delle praterie in base alla densità dei fasci (da Giraud, 1977).

Classe	Densità dei fasci	Stima di densità
I	oltre 700 fasci/m <sup>2</sup>	Prateria molto densa
II	da 400 a 700 fasci/m <sup>2</sup>	Prateria densa
III	da 300 a 400 fasci/m <sup>2</sup>	Prateria rada
IV	da 150 a 300 fasci/m <sup>2</sup>	Prateria molto rada
V	da 50 a 150 fasci/m <sup>2</sup>	Semiprateria

**Tabella 3** - Classificazione della densità delle praterie in funzione della profondità. DA: densità anormale; DSI: densità sub-normale inferiore; DN: densità normale (in grigio); DSS: densità sub-normale superiore (da Pergent *et al.*, 1995).

Prof	DA	DSI	DN	DSS	Prof	DA	DSI	DN	DSS
1	← 822	↔	934 ↔ 1158	→	21	← 48	↔	160 ↔ 384	→
2	← 646	↔	758 ↔ 982	→	22	← 37	↔	149 ↔ 373	→
3	← 543	↔	655 ↔ 879	→	23	← 25	↔	137 ↔ 361	→
4	← 470	↔	582 ↔ 806	→	24	← 14	↔	126 ↔ 350	→
5	← 413	↔	525 ↔ 749	→	25	← 4	↔	116 ↔ 340	→
6	← 367	↔	479 ↔ 703	→	26		↔	106 ↔ 330	→
7	← 327	↔	439 ↔ 663	→	27		↔	96 ↔ 320	→
8	← 294	↔	406 ↔ 630	→	28		↔	87 ↔ 311	→
9	← 264	↔	376 ↔ 600	→	29		←	78 ↔ 302	→
10	← 237	↔	349 ↔ 573	→	30		←	70 ↔ 294	→
11	← 213	↔	325 ↔ 549	→	31		←	61 ↔ 285	→
12	← 191	↔	303 ↔ 527	→	32		←	53 ↔ 277	→
13	← 170	↔	282 ↔ 506	→	33		←	46 ↔ 270	→
14	← 151	↔	263 ↔ 487	→	34		←	38 ↔ 262	→
15	← 134	↔	246 ↔ 470	→	35		←	31 ↔ 255	→
16	← 117	↔	229 ↔ 453	→	36		←	23 ↔ 247	→
17	← 102	↔	214 ↔ 438	→	37		←	16 ↔ 240	→
18	← 88	↔	200 ↔ 424	→	38		←	10 ↔ 234	→
19	← 74	↔	186 ↔ 410	→	39		←	3 ↔ 227	→
20	← 61	↔	173 ↔ 397	→	40		←	↔ 221	→

### *Fenologia*

L'analisi della biometria fogliare permette di ottenere i seguenti parametri di base:

- lunghezza base;
- lunghezza totale;
- lunghezza tessuto bruno;
- larghezza tessuto bruno;
- foglie con apici erosi;
- numero di foglie adulte, intermedie e giovanili.



Dai parametri di base sono stati derivati i seguenti indicatori e indici:

- numero medio di foglie per fascio;
- fenomeni di necrosi (annerimenti, marciumi, ecc.) e grazing sulla lamina fogliare, stimandone l'ampiezza per poi rapportarla alla superficie fogliare;
- indice fogliare (L.A.I - Leaf Area Index) ovvero la superficie fogliare fotosinteticamente attiva espressa in metri quadri di superficie fogliare funzionale (viva) presenti in un metro quadro di prateria;
- coefficiente 'A' (percentuale di apici rotti sul numero totale di foglie, indice di stress idrodinamico);
- Altezza della prateria derivata della foglia più lunga.

### ***Indici ecologici***

Sulla base dei dati e delle informazioni acquisite sono stati calcolati i seguenti indici ecologici:

#### *1) L'Indice PREI che valuta lo Stato Ecologico attraverso il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE)*

La metodologia PREI per il calcolo dell'EQB (Elementi di Qualità Biologica) di *P. oceanica* è stata valutata in tutte le stazioni esaminate. Tale indice include il calcolo di cinque descrittori:

- *la densità della prateria (fasci/m<sup>2</sup>);*
- *la superficie fogliare fascio, (cm<sup>2</sup>/fascio);*
- *il rapporto tra la biomassa degli epifiti (mg/ fascio) e la biomassa fogliare fascio (mg/fascio);*
- *la profondità del limite inferiore;*
- *la tipologia del limite inferiore.*

La densità della prateria, la superficie fogliare fascio ed il rapporto tra la biomassa degli epifiti e la biomassa fogliare vengono valutati normalmente alla profondità standard di -15 m, su substrato sabbia o *matte*; nel caso specifico oggetto d'indagine del presente rapporto, la prateria si insedia principalmente su substrato misto (*matte* e sabbia) e presenta un limite inferiore netto su sabbia alla profondità massima di -

20 m. L'indice è stato comunque applicato tenendo conto di queste peculiarità. Per il calcolo del PREI è stata utilizzata la seguente formula:

$$RQE = (RQE' + 0,11) / (1 + 0,10)$$

dove

$$RQE' = \frac{N_{\text{densità}} + N_{\text{superficie fogliare fascio}} + N_{\text{biomassa epifiti/biomassa fogliare}} + N_{\text{limite inferiore}}}{3,5}$$

dove:

$N_{\text{densità}}$  = valore misurato - 0 / valore di riferimento - 0, in cui 0 viene considerato il valore di densità indicativo di pessime condizioni.

$N_{\text{superficie fogliare fascio}}$  = valore misurato - 0 / valore di riferimento - 0, in cui 0 viene considerato il valore di superficie fogliare fascio indicativo di pessime condizioni.

$N_{\text{biomassa epifiti/biomassa fogliare}}$  = [1 - (biomassa epifiti/biomassa fogliare)] \* 0,5.

$N_{\text{limite inferiore}}$  = (N' - 12) / (valore di riferimento profondità - 12), in cui 12 m viene considerata la profondità minima del limite inferiore indicativa di pessime condizioni. N' = profondità limite inferiore misurata + λ, dove λ = 0 (limite inferiore stabile), λ = 3 (limite inferiore progressivo), λ = -3 (limite inferiore regressivo).

Il valore del PREI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). Il risultato finale dell'applicazione dell'Indice PREI non fornisce un valore assoluto, ma direttamente il rapporto di qualità ecologica (RQE) (Tabella 4).

**Tabella 4** - Significato dei valori del PREI - RQE

<b>Classi di qualità</b>	<b>RQE</b>	<b>Stato Ecologico</b>
Classe 1	1 - 0,775	<b>elevato</b>
Classe 2	0,774 - 0,550	<b>buono</b>
Classe 3	0,549 - 0,325	<b>sufficiente</b>
Classe 4	0,324 - 0,100	<b>scarso</b>
Classe 5	< 100 - 0	<b>cattivo</b>

Sono stati, inoltre, calcolati:

- 2) *L'Indice di Conservazione (I.C.) che fornisce una misura della quantità di matte morta presente all'interno di una prateria e si calcola e stima secondo la formula e la scala di giudizi di seguito indicata (Moreno et al., 2001, Montefalcone, 2009):*

$$I.C. = L/(L+D)$$

dove:

L= % *P. oceanica* viva e D= % *matte* morta

Classi di conservazione	Intervallo di classe	Stato di conservazione
Classe 1	C.I.<0,3	pessimo
Classe 2	0,3<C.I.<0,5	cattivo
Classe 3	0,5<C.I.<0,7	moderato
Classe 4	0,7<C.I.<0,9	buono
Classe 5	C.I.≥0,9	elevato

3) *L'Indice di Sostituzione (I.S.) che quantifica il grado di sostituzione di una prateria invasa da uno dei potenziali sostituti ed è calcolato e stimato secondo la formula e la scala di giudizi di seguito indicata (Montefalcone, 2009):*

$$I.S. = C_n/(P_o+C_n)$$

dove:

C<sub>n</sub>= % *C. nodosa* e P<sub>o</sub>= % *P. oceanica*

Classi di sostituzione	Intervallo di classe	Sostituzione
Classe 1	S.I.<0,1	limitata
Classe 2	0,1<S.I.<0,25	bassa
Classe 3	0,25<S.I.<0,4	moderata
Classe 4	0,4<S.I.<0,7	significativa
Classe 5	S.I.≥0,7	elevata

4) *L'Indice di Cambiamento di Fase (Phase-Shift Index – P.S.I.) che considera sinotticamente sia lo stato di conservazione della prateria sia la gerarchia dei sostituti, per identificare e misurare l'intensità del cambiamento di fase che si verifica in un ecosistema a fanerogame (Montefalcone et al., 2007).*

il P.S.I. è calcolato attraverso la formula:

$$PSI=((D/(P+D) \times 1) + (C_n/(P+C_n) \times 2) + (C_p/(P+C_p) \times 3) + (C_t/(P+C_t) \times 4) + (C_r/(P+C_r) \times 5)) / 6$$

dove D è la percentuale di *matte* morta, P quella di *P. oceanica* viva, Cn di *Cymodocea nodosa*, Cp di *Caulerpa prolifera*, Ct di *Caulerpa taxifolia* e Cr la percentuale di *Caulerpa cylindracea*.

Il P.S.I. varia da 0 (solo prateria vivente di *P. oceanica*, nessuna *matta* morta e nessuna sostituzione) a 1 (quando lo sfasamento ha portato alla completa sostituzione con *C. racemosa*), secondo la seguente scala e la corrispondente rappresentazione grafica:

- (1) PSI tra 0 e 0,08 escluso: la prateria inizia a presentare aree di *matte* morta (comunque <50%) o la percentuale di copertura dei sostituti, se presenti, è bassa; lo sfasamento è quindi ancora in una fase iniziale.
- (2) PSI tra 0,08 e 0,16 escluso: o la *matte* morta è dominante (*matte* morta tra il 50% e il 100% esclusa) o i sostituti coprono porzioni significative del prato; lo sfasamento è moderato.
- (3) PSI tra 0,16 e 0,25 incluso: la prateria di *P. oceanica* vivente è assente (*matte* morta 100%) o i sostituti sono molto abbondanti; lo sfasamento è avanzato.
- (4) PSI tra 0,25 e 0,5 incluso: la *matte* morta è sempre abbondante e uno o più sostituti sono sempre presenti e possono essere dominanti; lo sfasamento è forte.
- (5) PSI > 0,5: la *matte* morta è sempre dominante (>50%) e uno o più sostituti sono sempre dominanti (>50%) o hanno completamente sostituito la *P. oceanica* vivente; lo sfasamento è molto forte e potrebbe essere irreversibile.

Fase	Intervallo di Fase	Sfasamento
Fase 1	P.S.I. <0,08	iniziale
Fase 2	0,08 ≥ P.S.I. <0,16	moderato
Fase 3	0,16 ≥ P.S.I. <0,25	avanzato
Fase 4	0,25 ≥ P.S.I. <0,5	forte
Fase 5	P.S.I. ≥ 0,5	molto forte / irreversibile

## RISULTATI

### **Stato ambientale della prateria di *Posidonia oceanica***

Di seguito si riportano i risultati dell'indagine condotta sulla prateria di *P. oceanica* antistante la diga foranea del porto dell'Arenella (Palermo), finalizzata a verificare e qualificare lo stato di salute della prateria.

#### *Descrittori strutturali*

Nelle tre stazioni analizzate sono state osservate praterie *P. oceanica* discontinue, insediate prevalentemente su *matte* e sabbia ed in parte anche su roccia nella sub-area 3 della stazione 2.

Il ricoprimento della prateria è tra 40% e 50% nella stazione 1, tra 70% e 80% nella stazione 2 e tra 80% e 100% nella stazione 3. La presenza significativa (20% - 60%) di *matte* morta in tutte le stazioni suggerisce uno stato regressione della prateria.

In nessuna stazione è stata rilevata la presenza di *Cymodocea nodosa* e di alghe alloctone, quali *Caulerpa cylindracea*, e *Caulerpa taxifolia*. Nelle stazioni 1 e 3 sono stati osservati e documentati invece esemplari morti di *Pinna nobilis* (cfr. documentazione fotografica stazioni 1 e 3 e allegati e filmati riportati negli allegati al presente report), che risultavano vitali nel corso dell'indagine condotta nella stessa area nel 2018.

Di seguito si riportano le schede riassuntive con osservazioni e stime effettuate attraverso osservazione diretta con operatori (OTS) nelle tre stazioni. Nelle schede sono anche riportati i valori di densità dei fascicoli fogliari rilevati su un quadrato di 50x50 cm.

Scheda di monitoraggio - Stazione 1 Luogo Arenella (PA) data 26/10/2022

Operatore Raimondi/Assenzo profondità (m) 12m coordinate N 38.14791° E 13.37512°

<i>Parametro</i>	<i>AREA A (I)</i>			<i>AREA B (I)</i>			<i>AREA C (I)</i>		
<b>Continuità della prateria</b>	<input type="checkbox"/> Continua <input checked="" type="checkbox"/> Discontinua			<input type="checkbox"/> Continua <input checked="" type="checkbox"/> Discontinua			<input type="checkbox"/> Continua <input checked="" type="checkbox"/> Discontinua		
<b>Ricoprimento % matte morta</b>	60			50			50		
<b>Ricoprimento % <i>P. oceanica</i> viva</b>	40			50			50		
<b>Ricoprimento% <i>Caulerpa cylindracea</i></b>	-			-			-		
<b>Ricoprimento % <i>Cymodocea nodosa</i></b>	-			-			-		
<b>Tipo di substrato</b>	<input type="checkbox"/> Roccia <input checked="" type="checkbox"/> Sabbia <input checked="" type="checkbox"/> Matte			<input type="checkbox"/> Roccia <input checked="" type="checkbox"/> Sabbia <input checked="" type="checkbox"/> Matte			<input type="checkbox"/> Roccia <input checked="" type="checkbox"/> Sabbia <input checked="" type="checkbox"/> Matte		
<b>Fonti di disturbo evidenti</b>	<input type="checkbox"/> Presenza <input checked="" type="checkbox"/> Assenza			<input type="checkbox"/> Presenza <input checked="" type="checkbox"/> Assenza			<input type="checkbox"/> Presenza <input checked="" type="checkbox"/> Assenza		
<b>Composizione prateria</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Pura <input type="checkbox"/> Mista			<input checked="" type="checkbox"/> Pura <input type="checkbox"/> Mista			<input checked="" type="checkbox"/> Pura <input type="checkbox"/> Mista		
<b>Presenza alghe alloctone</b>	<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe			<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe			<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe		
<b>Densità dei fasci fogliari</b> Numero fasci / quadrato 50*50	53	59	63	63	58	61	59	60	47

Osservazioni: Vedi foto e filmati relativi al monitoraggio. Sono stati prelevati n. 6 fasci ortotropi per ogni area, per un totale di n.18 fasci. Sono stati osservati esemplari di *Pinna nobilis* morti.

*Scheda di monitoraggio - Stazione 2 Luogo Arenella (PA) data 25/10/2022*

*Operatore Raimondi/Assenzo profondità(m) 12.6 m coordinate N 38.14677° E 13.37424°*

<i>Parametro</i>	<i>AREA A (2)</i>			<i>AREA B (2)</i>			<i>AREA C (2)</i>		
<b>Continuità della prateria</b>	<input type="checkbox"/> Continua <input checked="" type="checkbox"/> Discontinua			<input type="checkbox"/> Continua <input checked="" type="checkbox"/> Discontinua			<input type="checkbox"/> Continua <input checked="" type="checkbox"/> Discontinua		
<b>Ricoprimento % matte morta</b>	30			20			20		
<b>Ricoprimento % <i>P. oceanica</i> viva</b>	70			80			80		
<b>Ricoprimento % <i>Caulerpa cylindracea</i></b>	-			-			-		
<b>Ricoprimento % <i>Cymodocea nodosa</i></b>	-			-			-		
<b>Tipo di substrato</b>	<input type="checkbox"/> <i>Roccia</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Sabbia</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Matte</i>			<input type="checkbox"/> <i>Roccia</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Sabbia</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Matte</i>			<input checked="" type="checkbox"/> <i>Roccia</i> <input type="checkbox"/> <i>Sabbia</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Matte</i>		
<b>Fonti di disturbo evidenti</b>	<input type="checkbox"/> <i>Presenza</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Assenza</i>			<input type="checkbox"/> <i>Presenza</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Assenza</i>			<input type="checkbox"/> <i>Presenza</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Assenza</i>		
<b>Composizione prateria</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Pura</i> <input type="checkbox"/> <i>Mista</i>			<input checked="" type="checkbox"/> <i>Pura</i> <input type="checkbox"/> <i>Mista</i>			<input checked="" type="checkbox"/> <i>Pura</i> <input type="checkbox"/> <i>Mista</i>		
<b>Presenza alghe alloctone</b>	<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> <i>Entrambe</i>			<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> <i>Entrambe</i>			<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> <i>Entrambe</i>		
<b>Densità dei fasci fogliari</b> Numero fasci / quadrato 50*50	46	58	61	54	42	47	48	52	51

**Osservazioni:** Vedi foto e filmati relativi al monitoraggio. Sono stati prelevati n. 6 fasci ortotropi per ogni area, per un totale di n.18 fasci.

Scheda di monitoraggio - Stazione 3 Luogo Arenella (PA) data 25/10/2022

Operatore Raimondi/Assenzo profondità(m) 14 m coordinate N 38.14566° E 13.37405°

<i>Parametro</i>	<i>AREA A (3)</i>			<i>AREA B (3)</i>			<i>AREA C (3)</i>		
<b>Continuità della prateria</b>	<input type="checkbox"/> Continua <input checked="" type="checkbox"/> Discontinua			<input type="checkbox"/> Continua <input checked="" type="checkbox"/> Discontinua			<input type="checkbox"/> Continua <input checked="" type="checkbox"/> Discontinua		
<b>Ricoprimento % matte morta</b>	20			-			20		
<b>Ricoprimento % <i>P. oceanica</i> viva</b>	80			100			80		
<b>Ricoprimento % <i>Caulerpa cylindracea</i></b>	-			-			-		
<b>Ricoprimento % <i>Cymodocea nodosa</i></b>	-			-			-		
<b>Tipo di substrato</b>	<input type="checkbox"/> <i>Roccia</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Sabbia</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Matte</i>			<input type="checkbox"/> <i>Roccia</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Sabbia</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Matte</i>			<input type="checkbox"/> <i>Roccia</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Sabbia</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Matte</i>		
<b>Fonti di disturbo evidenti</b>	<input type="checkbox"/> <i>Presenza</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Assenza</i>			<input type="checkbox"/> <i>Presenza</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Assenza</i>			<input type="checkbox"/> <i>Presenza</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Assenza</i>		
<b>Composizione prateria</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <i>Pura</i> <input type="checkbox"/> <i>Mista</i>			<input checked="" type="checkbox"/> <i>Pura</i> <input type="checkbox"/> <i>Mista</i>			<input checked="" type="checkbox"/> <i>Pura</i> <input type="checkbox"/> <i>Mista</i>		
<b>Presenza alghe alloctone</b>	<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> <i>Entrambe</i>			<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> <i>Entrambe</i>			<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> <i>Entrambe</i>		
<b>Densità dei fasci fogliari</b> Numero fasci / quadrato 50*50	49	60	66	48	55	61	63	59	61

Osservazioni: Vedi foto e filmati relativi al monitoraggio. Sono stati prelevati n. 6 fasci ortotropi per ogni area, per un totale di n.18 fasci. Sono stati osservati esemplari di *Pinna nobilis* morti.



Il descrittore sintetico più utilizzato per monitorare una prateria è la densità intesa come numero dei fasci fogliari al metro quadro. Sulla base di questo conteggio è stato possibile classificare la prateria secondo i modelli proposti da Giraud (1977) e da Pergent *et al.* (1995) che tiene conto della variazione della densità lungo il gradiente batimetrico. I risultati delle classificazioni proposte da Giraud (1977) e da Pergent *et al.* (1995) sono riportati in Tabella 5.

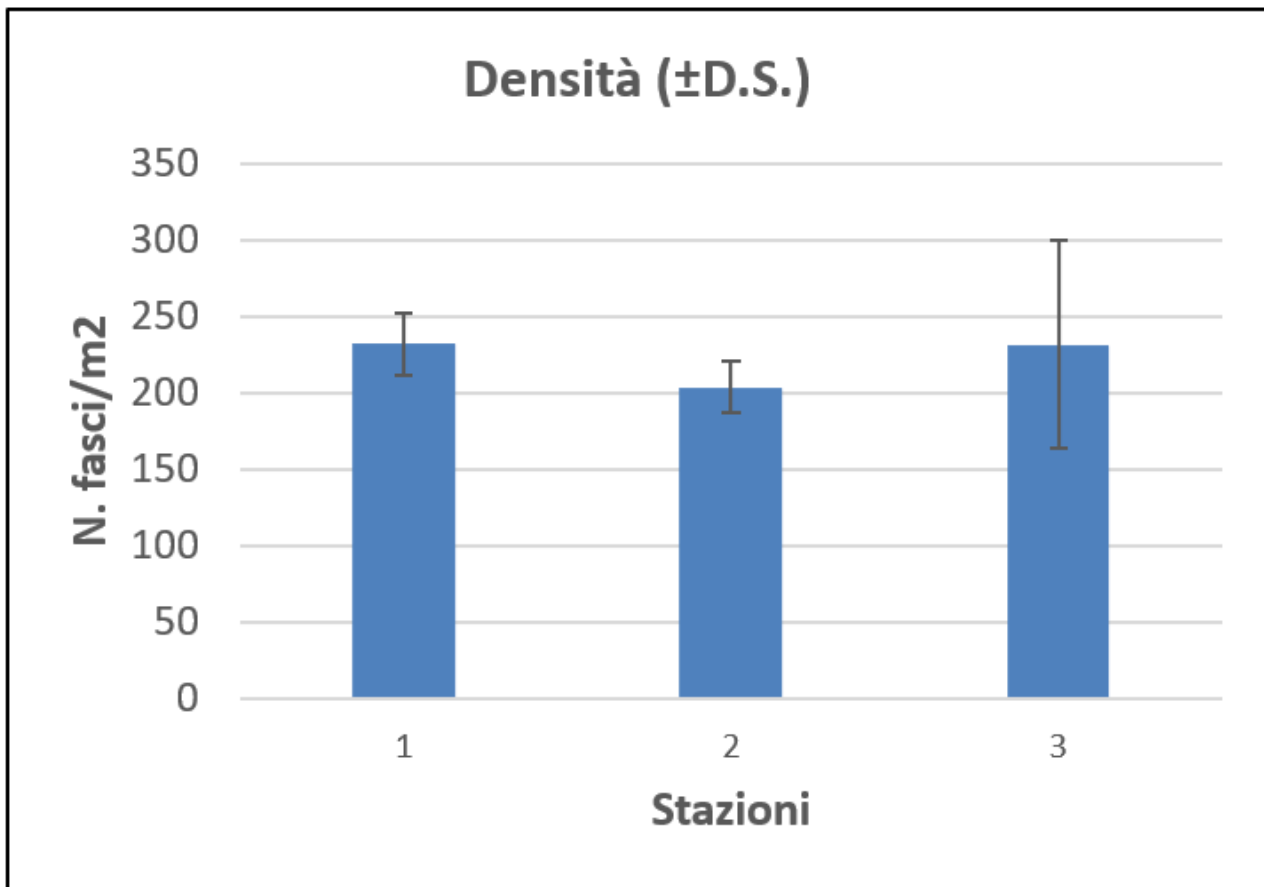
Nell'intervallo batimetrico considerato (-12m / -14m) i valori medi di densità rilevate sono comprese tra 204,0±24,1 fasci/m<sup>2</sup> nella stazione 2 e 232,4±20,5 fasci/m<sup>2</sup> nella stazione 1 (Figura 7 e Tabella 6).

Entrambe le classificazioni adottate evidenziano uno stato di alterazione della prateria in tutte le stazioni di campionamento. La prateria è infatti frammentata e mostra evidenti segni di regressione. Secondo la classificazione di Giraud (1977) le densità rilevate in tutte le stazioni identificano una prateria definita “molto rada” (classe IV).

Utilizzando la classificazione che considera anche la profondità (Pergent *et al.*, 1995), tutte e tre le stazioni classificano la prateria a “Densità Subnormale Inferiore” (DSI). Entrambe le classificazioni adottate confermano lo stato di alterazione e ridotta qualità della prateria in tutte e tre le stazioni.

**Tabella 5** – Classificazione secondo i valori di densità delle praterie di *P. oceanica*.

<b>Stazioni</b>	<b>Profondità (m)</b>	<b>Densità (fasci/m<sup>2</sup> (±DS)</b>	<b>Classificazione Giraud (1977)</b>	<b>Classificazione Pergent <i>et al.</i> (1995)</b>
1	12,0	232,4±20,5	IV classe	DSI
2	12,6	204,0±17,2	IV classe	DSI
3	14,0	232,0±68,1	IV classe	DSI



**Figura 7** - Rappresentazione grafica dei valori medi ( $\pm$ D.S.) di densità dei fasci in *P. oceanica*.

### ***Fenologia***

Si riportano i risultati delle analisi fenologiche effettuate su campioni di *P. oceanica* prelevati nelle tre stazioni individuate nella baia prospiciente il porto dell'Arenella (Tabella 1 e Figura 3).

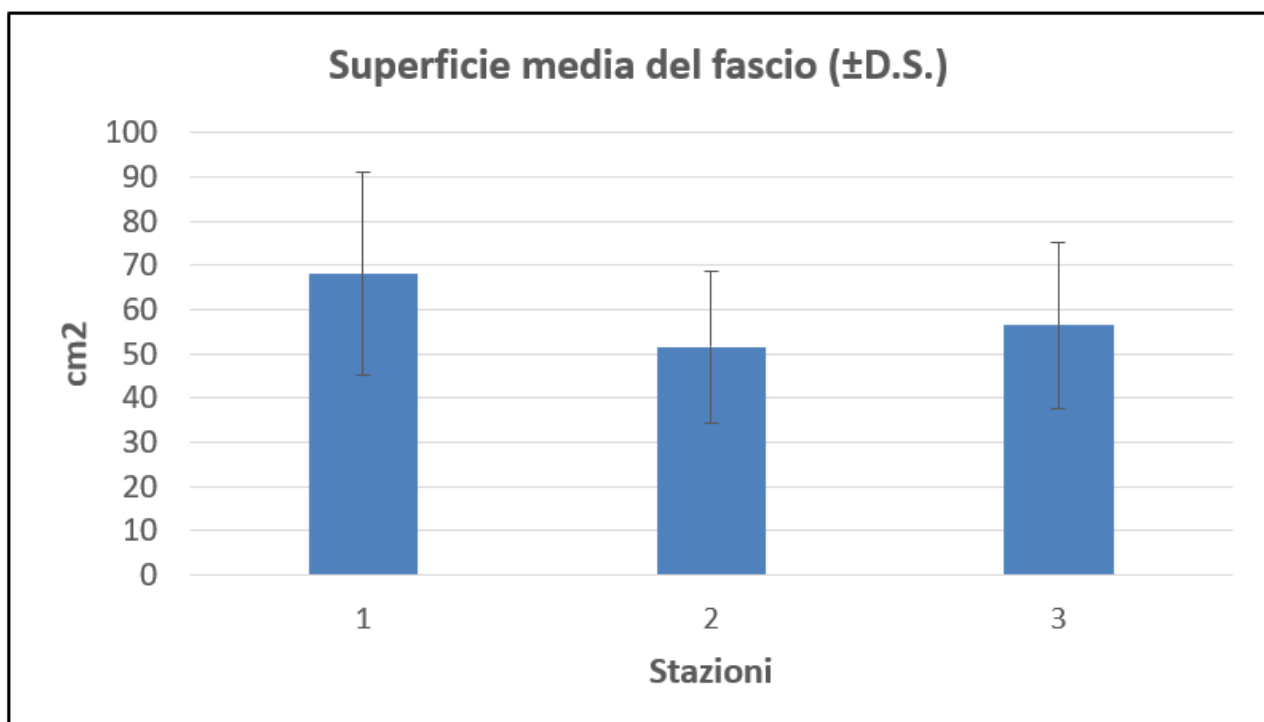
Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare (Tabella 6 e Figure 8-13) è compreso tra  $4,9 \pm 1,1$  e  $5,4 \pm 1,3$  rispettivamente nelle stazioni 3 e 2. In accordo con il ciclo vitale della pianta la foglia più lunga (altezza della prateria) risulta compresa tra 39,0 – 45,0 cm, mentre la superficie media del fascio mostra valori compresi tra  $51,5 \pm 17,1$  cm<sup>2</sup> nella stazione 2 e  $68,1 \pm 23,0$  cm<sup>2</sup> nella stazione 1. Tenendo conto dei bassi valori di densità della prateria, che evidenziano lo stato di alterazione e ridotta qualità (Tabella 5), l'Indice di Area Fogliare (L.A.I.) mostra valori compresi tra 1,1 – 1,6 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

Nel contempo il tessuto bruno si presenta con ridotti valori compresi tra 2,1% e 3,9%, mentre la percentuale di apici erosi (Coefficiente “A”) mostra valori che oscillano tra 27,5 – 28,6 in relazione al grazing e al regime idrodinamico.

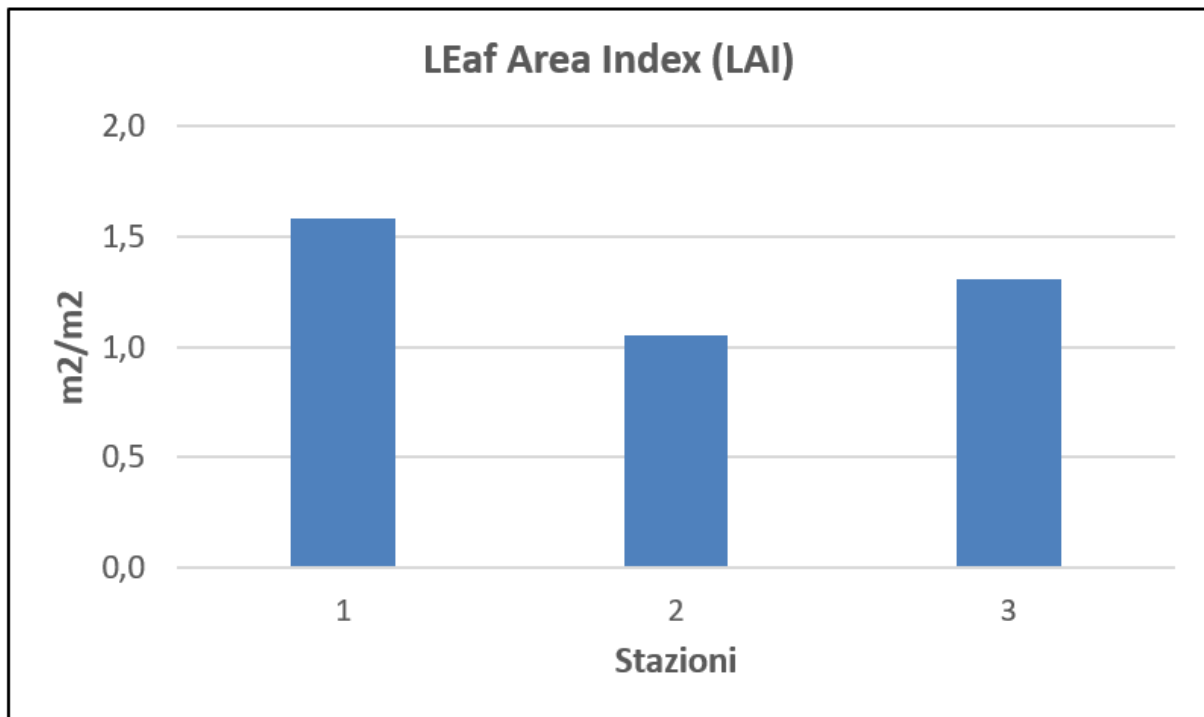
I risultati sullo stato di qualità della prateria che colonizza le suddette stazioni rappresenteranno un riferimento nella elaborazione della VIA e nella fase attuativa del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA).

**Tabella 6** – Valori dei principali indicatori e indici di macro (densità) e microripartizione (fenologia) in Posidonia.

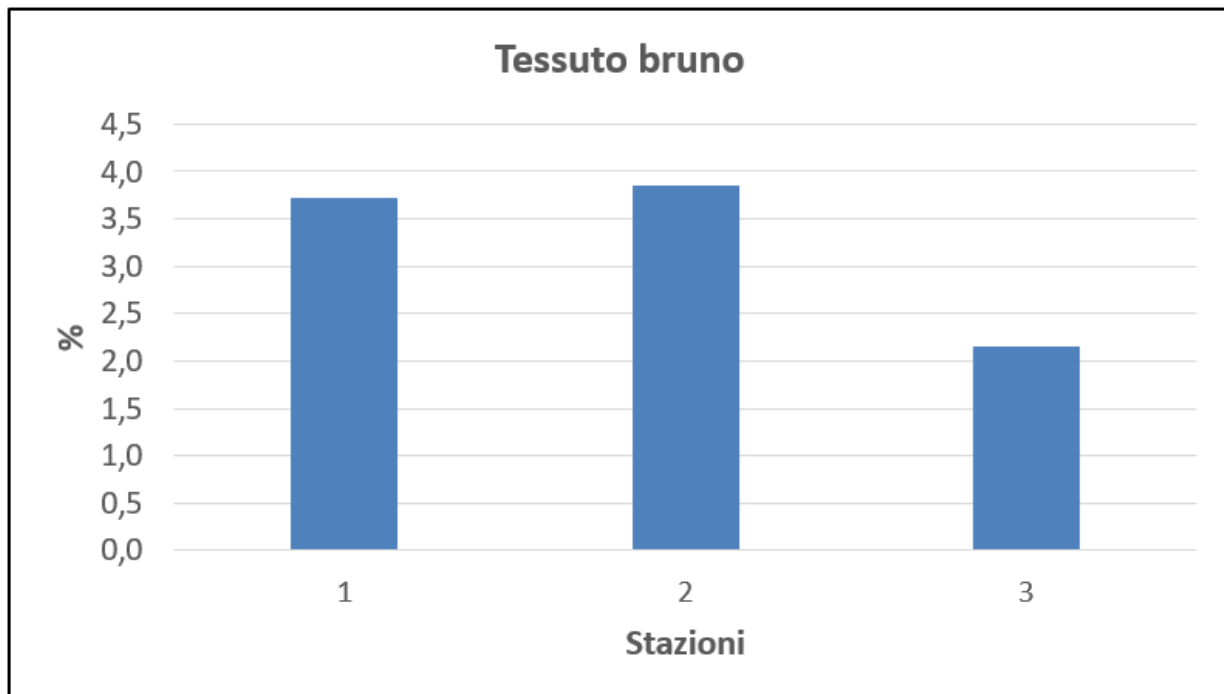
STAZIONI	Densità	N. medio foglie/fascio	Lunghezza foglia (cm)	Larghezza foglia (cm)	Lunghezza base	Altezza prateria (cm)	Sup. media fascio (cm <sup>2</sup> )	LAI m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	Tessuto Bruno (%)	Coeff. A (%)
1	232,4±20,5	5,2±0,8	19,4±11,4	1,0±0,1	3,5±0,8	43,5	68,1±23,0	1,6	3,7	27,7
2	204,0±17,2	5,4±1,3	13,6±7,7	1,0±0,1	3,6±0,5	39,0	51,5±17,1	1,1	3,9	28,6
3	232,0±68,1	4,9±1,1	17,5±9,4	1,0±0,1	3,7±0,4	45,0	56,4±18,9	1,3	2,1	27,5



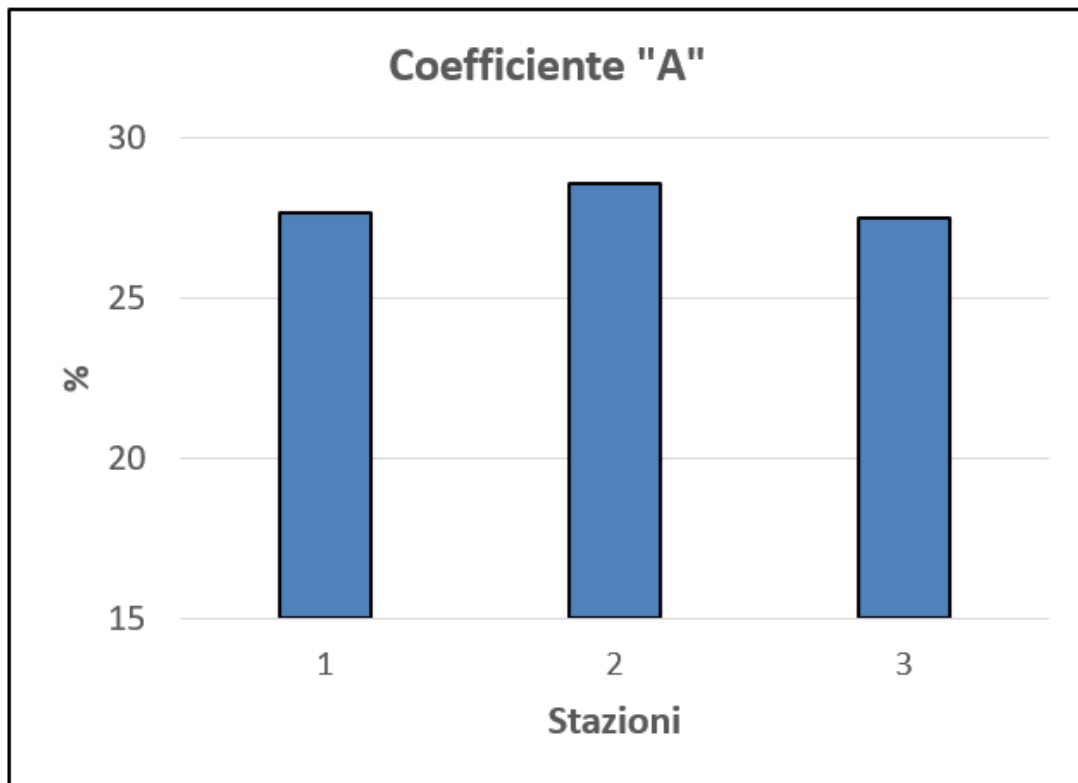
**Figura 8** - Rappresentazione grafica dei valori medi (±E.S.) di superficie del fascio in *P. oceanica*.



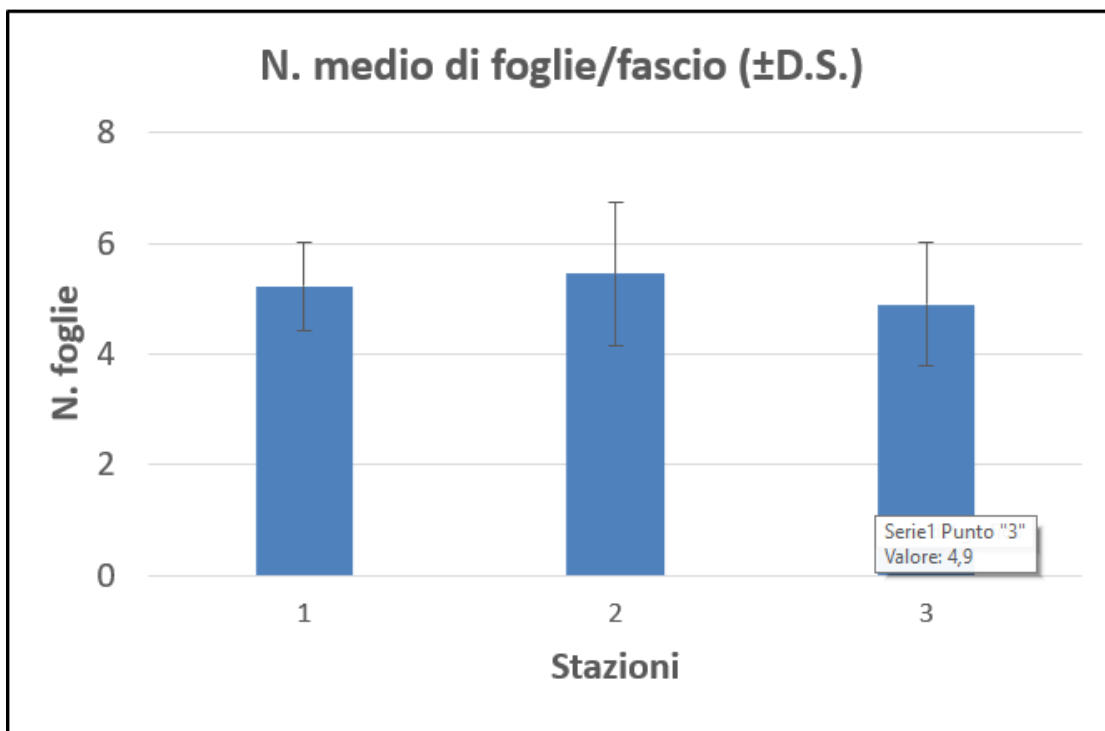
**Figura 9** - Rappresentazione grafica dei valori medi di L.A.I. in *P. oceanica*.



**Figura 10** - Rappresentazione grafica dei valori medi di Tessuto Bruno in *P. oceanica*.



**Figura 11** - Rappresentazione grafica dei valori medi di Apici Erosi (Coefficiente "A") in *P. oceanica*.



**Figura 12** - Rappresentazione grafica del numero medio di foglie/fascio in *P. oceanica*.



**Figura 13** - Rappresentazione grafica dei valori della foglia più lunga (altezza della prateria) in *P. oceanica*.

### ***Indici Ecologici***

Sono stati elaborati, sulla base di dati raccolti in campo e calcolati in laboratorio, una serie di indici ecologici quali il PREI (*Posidonia Rapid Easy Index*) Gobert *et al.*, (2009, normato dal DM 260/2010, l'Indice di Conservazione (I.C.) proposto da Moreno *et al.* (2001), l'Indice di Sostituzione (I.S.) indicato da Montefalcone (2009) E 4) L'Indice di Cambiamento di Fase (Phase-Shift Index – P.S.I.) proposto da Montefalcone *et al.*, (2007).

Per la valutazione dello stato ecologico delle praterie a Posidonia in tutte le stazioni è stata applicata la metodologia PREI per il calcolo dell'EQB (Elementi di Qualità Biologica). Nella Tabella 7 sono riportati i valori calcolati per l'indice di qualità PREI. L'EQB risulta compreso tra 0,324 (Stato Ecologico: *sufficiente*) nella stazione 2 e 0,346 nella stazione 1 (Stato Ecologico: *scarso*).

**Tabella 7** – Valori dell’indice PREI (*Posidonia oceanica* Rapid Easy Index)

STAZIONI	RQE	Stato Ecologico
1	0,346	sufficiente
2	0,324	scarso
3	0,333	sufficiente

L’Indice di Conservazione (I.C.) ha consentito di definire tra “moderato” e “buono” lo Stato di Conservazione della prateria nelle tre stazioni (Tabella 8). Il livello di sostituzione, virtualmente nullo, rilevato attraverso l’Indice di Sostituzione (I.S.), è definito sempre “limitata” in tutte le stazioni. Pertanto, la prateria a *P. oceanica*, secondo l’indice I.S., ricade sempre nella categoria “*High conservation status*”. Infine, l’Indice di Cambiamento di Fase (P.S.I.) indica uno sfasamento moderato nella stazione 1 e uno sfasamento in fase iniziale nelle rimanenti due stazioni, identificando e stimando una intensità di cambiamento di fase soprattutto nella stazione 1.

**Tabella 8** – Valori dell’Indice di Conservazione (I.C.) e dell’Indice di Sostituzione (I.S.).

Stazioni	Indice di Conservazione (I.C.)	Stato di Conservazione	Indice di Sostituzione (I.S.)	Sostituzione	Indice di Cambiamento di Fase (P.S.I.)	Sfasamento
1	0,47	cattivo	0,00	Limitata	0,09	moderato
2	0,77	buono	0,00	Limitata	0,04	Iniziale
3	0,87	buono	0,00	Limitata	0,02	Iniziale

## RIASSUNTO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ottobre del 2022 è stata condotta una indagine nella baia prospiciente il porto dell'Arenella (settore nord occidentale del Golfo di Palermo), con la finalità di caratterizzare e qualificare la prateria di *P. oceanica* insediata nei fondali.

Sono state scelte tre stazioni per osservazioni, misure e prelievo di campioni di Posidonia, localizzate a profondità comprese tra -12 m e -14 m, lungo un ipotetico gradiente decrescente di impatto delle opere previste per il completamento del molo foraneo del porto dell'Arenella.

In particolare, considerato che il completamento del molo foraneo comporterà il prolungamento della struttura attuale di circa 110 m, la stazione 1 è stata posizionata alla distanza di circa 180 m della testa dell'attuale diga foranea, e le stazioni 2 e 3, rispettivamente alla distanza di circa 265m e 380m.

In particolare, sono state effettuate mediante OTS osservazioni, stime visive, misure di densità e prelievo di campioni per le successive analisi di laboratorio, che hanno consentito di definire mediante indicatori e indici ambientali e biotici, lo stato di qualità la prateria di *P. oceanica* presente nell'area.

La prateria di *P. oceanica* si presenta discontinua in tutte le stazioni e si rinviene insediata prevalentemente su *matte* e sabbia ed in parte anche su roccia della stazione 2. Il ricoprimento della prateria è compreso tra 40% e 100% mentre le *matte* morte sono considerevolmente rappresentate (20% - 60%) e suggeriscono uno evidente stato regressione della prateria.

Non è stata rilevata la presenza di altre fanerogame marine (*Cymodocea nodosa*) e di alghe alloctone appartenenti al genere *Caulerpa*, mentre in due delle tre stazioni sono stati osservati e documentati esemplari morti di *Pinna nobilis* che risultavano vitali nel corso dell'indagine condotta nella stessa area nel 2018.

I valori medi di densità dei fasci/m<sup>2</sup>, riportati sui metodi di classificazione adottati, evidenziano un significativo stato di alterazione della prateria in tutte le stazioni.

Infatti, secondo la classificazione di Giraud (1977), le densità rilevate in tutte le stazioni identificano una prateria definita "molto rada" (classe 4 su una scala da 1 a 5), mentre adottando la classificazione che considera anche la profondità (Pergent *et al.*, 1995), tutte e tre le stazioni identificano la prateria



a “Densità Subnormale Inferiore” (DSI). Entrambe le classificazioni adottate confermano lo stato di alterazione e ridotta qualità della prateria in tutte e tre stazioni.

I risultati delle analisi fenologiche confermano lo stato di alterazione e ridotta qualità della prateria di *P. oceanica* presente nell’area indagata.

In particolare, l’Indice di Area Fogliare (LAI), considerati i ridotti valori di superficie media del fascio e la densità della prateria, conferma lo stato di alterazione e ridotta qualità della prateria.

Questa valutazione trova ulteriore conferma nell’analisi degli indici ecologici utilizzati.

L’indice biotico PREI individua uno stato ecologico tra “sufficiente” e “scarso” (Classe 3 e 4 su una scala da 1 A 5), mentre l’Indice di Conservazione (I.C.) definisce tra “moderato” e “buono” lo Stato di Conservazione della prateria nelle tre stazioni, in considerazione dell’elevata presenza di *matte* morta rilevata soprattutto nella stazione 1.

Solo l’assenza virtuale nell’area indagata di altre fanerogame marine (*C. nodosa*) e di alghe alloctone appartenenti al genere *Caulerpa*, consente di definire “limitata” la Sostituzione (I.S.); l’Indice di Cambiamento di Fase (P.S.I.) mostra uno Sfasamento in parte “moderato” nella stazione 1 e “iniziale” nelle altre stazioni.

In conclusione, lo studio effettuato e i risultati ottenuti attraverso l’elaborazione di indicatori e indici ambientali e biotici, confermano la ridotta qualità e lo stato di regressione ed alterazione della prateria di *P. oceanica* presente in prossimità del porto dell’Arenella (Palermo). Ciò trova ulteriore conferma nelle osservazioni documentate (cfr. documentazione fotografica stazioni 1 e 3 e allegati e filmati riportati negli allegati al presente report) effettuate nelle stazioni 1 e 3, dove sono presenti solo esemplari morti di *Pinna nobilis*, che risultavano vitali nel corso dell’indagine condotta nella stessa area nel 2018.

Infine, i risultati ottenuti sullo stato ambientale della prateria che colonizza i fondali interessati dalle azioni di progetto relative al completamento del Molo Foraneo del Porto dell’Arenella, rappresenteranno un riferimento nella elaborazione della VIA e nella fase attuativa del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA).

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI CITATI NEL TESTO

- Alcoverro T., Pérez M., Romero T., 2004. Importance of within-shoot epiphyte distribution for the carbon budget of seagrasses: the example of *Posidonia oceanica*. *Bot. Mar.*, 47, 307-312.
- Balata, D., Bertocci, I., Piazzini, L., Nesti, U., 2008. Comparison between epiphyte assemblages of leaves and rhizomes of the seagrass *Posidonia oceanica* subjected to different levels of anthropogenic eutrophication. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 79, 533-540.
- Borja A., Franco J., Perez Landa V., 2000. A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments. *Marine Pollution Bulletin* 40(12):1100-1114. DOI:10.1016/S0025-326X(00)00061-8.
- Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano, M., 2004. Seagrass systems. *Biol. Mar. Medit.*, 10 (Suppl.), 133-183.
- Casola E., Scardi M., 1989. Variabilità della comunità epifita sulle due facce delle lamine fogliari di *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Oebalia*, 15, 89-97.
- Chessa L.A., Fresi E., Lorenzi C., 1995. Stato di salute di una prateria di *Posidonia oceanica* - Metodi di studio. In: *La Posidonia oceanica - Supplemento alla Rivista Marittima*, 12: 72-77.
- Giraud G., 1977. Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Thèse Doctorat 3ème Cycle*, Université d'Aix-Marseille II, pp.150.
- Gobert S., Sartoretto S., Rico-Raimondino V., Andral B, Chery A., Lejeune P., Boissery P., 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index: PREI. *Marine Pollution Bulletin*, 58: 1727–1733.
- Montefalcone M., Morri C., Peirano A., Albertelli G., Bianchi C.N., 2007. Substitution and phase shift within the *Posidonia oceanica* seagrass meadows of NW Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75: 63-71.
- Montefalcone M., 2009. Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: a review. *Ecol. Indic.*, 9: 595-604.
- Moreno D., Aguilera P., Castro H., 2001. Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. *Biological Conservation* 102, 325 - 332.
- Muxika I., Borja Á., Bonne W., 2005. The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecological Indicators*, 5: 19-31.
- Muxika I., Somerfield P.J., Borja A., Warwick R.M., 2012. Assessing proposed modifications to the AZTI marine biotic index (AMBI), biotic index (AMBI), using biomass and production. *Ecological Indicators*, 10.1016/j.ecolind.2011.04.030, 12: 96-104.
- Panayotidis P., Boudouresque C.F., Marcot-Coqueugniot J., 1981. Microstructure de l'herbier de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Botanica Marina*, 24: 115-124.



- Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., 1995. Utilisation de l'herbier a *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée*, 54, 3-27.
- Shannon, C.E. & Weaver, W. 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Steneck R.L., Dethier M.N., 1994. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, 69, 476-498.
- Volleinweider R.A., 1989. Eutrophication. In: Global Freshwater Quality, M. Meybeck, D. Chapman and R. Helmer (Eds). Blackwell, Oxford.



## **Documentazione fotografica - Stazione 1**



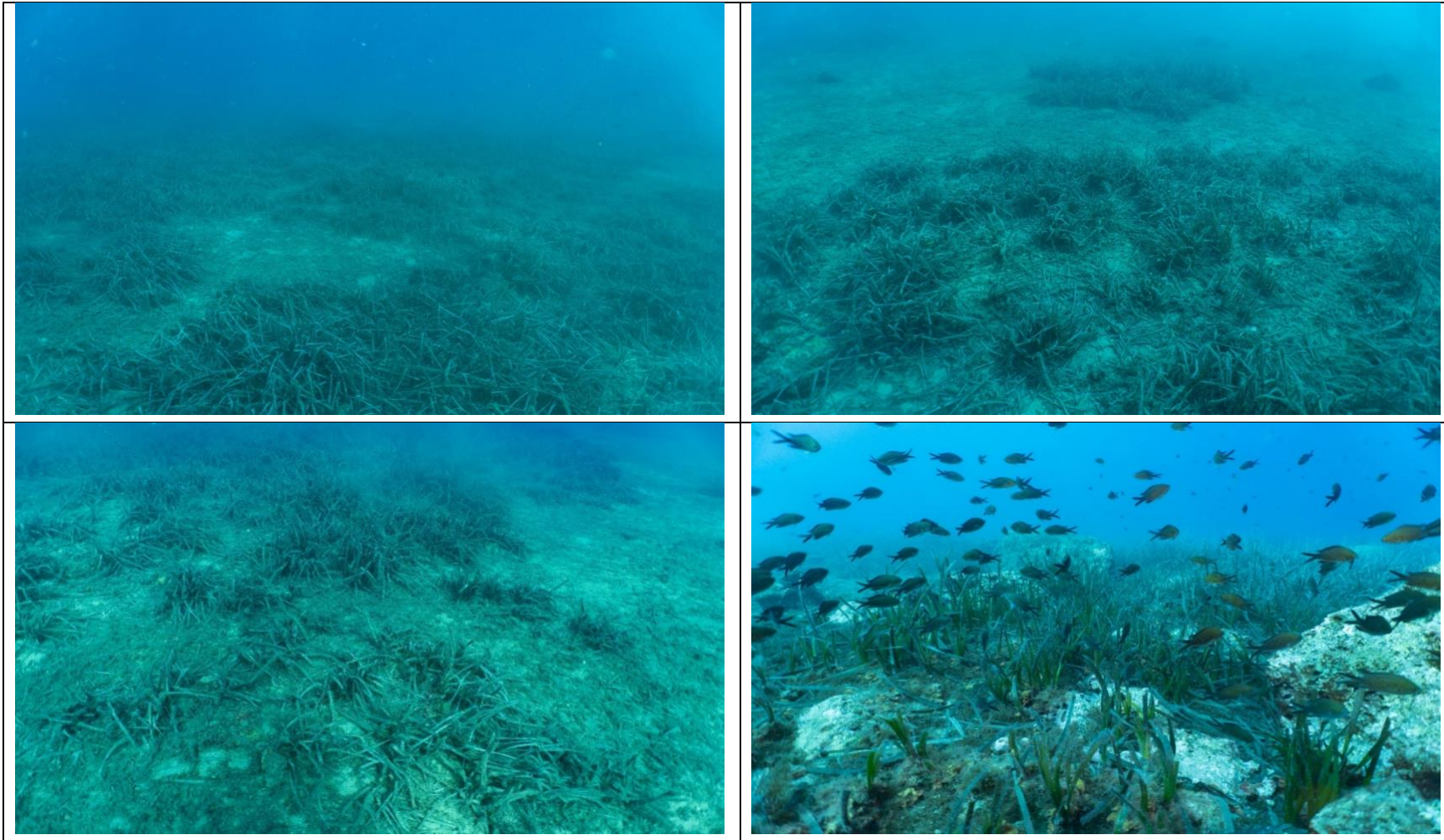




## **Documentazione fotografica - Stazione 2**









## **Documentazione fotografica - Stazione 3**



