



Lavori di salpamento della Diga Ronciglio, dragaggio dei fondali antistanti e messa in esercizio delle banchine a ponente dello Sporgente Ronciglio

PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Sergio La Barbera

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progettista - Ing. Antonino Viviano

Collaboratore - Geom. Piero Vivona

Supporto alla progettazione Opere civili - Ing. Rodolfo Piscopia

Coordinatore sicurezza in fase di progettazione - Ing. Paolo Tusa

GRUPPO DI LAVORO STUDI AMBIENTALI

Dr.ssa Marino Maria Antonietta, biologa, Direttore Tecnico vamirgeoind srl

Dr. Bellomo Gualtiero, geologo, esperto in Via e Vinca

Ing. Mauro Di Prete, Tecnico Competente in Acustica

Ing. Valerio Veraldi

Ing. Giacomo Pettinelli

Arch. Fabio Marcello Massari

GESTIONE DEI SEDIMENTI

Università Kore di Enna - Prof. Ing. Gaetano di Bella

TITOLO ELABORATO:

Indagini ambientali su fanerogame marine, macrozoobenthos e video transetti all'interno del porto

ELABORATO N° :

ISP-3

| | | ELABORATO | | CONTROLLATO | | APPROVATO | | |
|-----------|----|-----------|---------------|---------------|------|-----------|--|--|
| SIGLA | | | | | | | | |
| REVISIONE | N. | DATA | DESCRIZIONE | RED. | VER. | APP. | | |
| | | 0 | Dicembre 2021 | Prima stesura | | | | |
| | | | | | | | | |

NOME FILE :

PE-2021-ISP-3

DATA: Dicembre 2021

SCALA :

INDAGINI AMBIENTALI SU FANEROGAME MARINE,
MACROZOOBENTHOS E VIDEO TRANSETTI ALL'INTERNO
DEL PORTO DI TRAPANI
SMART CIG: Z3C2BD6E79



Rapporto Finale

Giugno 2020

Indice

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. INDAGINI SU FANEROGAME MARINE | 6 |
| 2.1 Prateria di Posidonia oceanica..... | 6 |
| Piano di campionamento - monitoraggio | 6 |
| Strategie di campionamento | 6 |
| Transetti video ispettivi | 9 |
| Descrittori strutturali | 9 |
| Analisi in laboratorio..... | 12 |
| Parametri fenologici | 12 |
| 2.2 Prateria di Cymodocea nodosa | 20 |
| Piano di campionamento - monitoraggio | 20 |
| Strategie di campionamento | 20 |
| Risultati e considerazioni conclusive | 21 |
| 3. PARAMETRI GRANULOMETRICI DEL SEDIMENTO | 23 |
| Risultati | 34 |
| 4. INDAGINI SU MACROZOOBENTHOS | 37 |
| 4.1 Introduzione..... | 37 |
| Macrozoobenthos ed indagini ambientali..... | 38 |
| 4.2 Metodi e tecniche | 41 |
| Attività di campo | 41 |
| Attività di laboratorio | 42 |
| 4.3 Risultati | 44 |
| 4.4 Conclusioni..... | 51 |
| 5. TRANSETTI VIDEO ISPETTIVI..... | 52 |
| 6. BIBLIOGRAFIA | 53 |

1. Premessa

Nell'ambito dei lavori relativi al dragaggio del Porto di Trapani l'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sicilia Occidentale, con autorizzazione di spesa N. 71 del 03/02/2020 a affidato a Biosurvey srl, spin-off dell'Università degli studi di Palermo, l'incarico di svolgere "Indagini ambientali su fanerogame marine, macrozoobenthos e video transetti all'interno del Porto di Trapani" - SMART CIG: Z3C2BD6E79.

La caratterizzazione delle biocenosi andrà eseguita secondo diverse specifiche in funzione delle tipologie di biocenosi riscontrate durante le indagini.

Nel caso venga riscontrata la presenza di "praterie di *Posidonia oceanica*" la caratterizzazione andrà eseguita utilizzando tecniche indirette video ispettive e campionamenti ed indagini, eseguiti secondo le modalità previste nella scheda metodologica redatta dall'ISPRA "Monitoraggio relativo alle praterie di *Posidonia oceanica*". In particolare:

- Dovrà essere eseguito un transetto video ispettivo subacqueo georeferenziato all'ellissoide WGS84, proiezione UTM, fuso 33N, di lunghezza adeguata alla morfologia della prateria, finalizzato all'attività di Visual Census;
- Per ogni prateria di *Posidonia oceanica* riscontrata dovrà essere identificato un numero adeguato di stazioni di campionamento idoneo ad ottenere un risultato complessivamente rappresentativo della singola area di biocenosi riscontrata e sui campioni prelevati da tali stazioni devono essere effettuate analisi in situ, accompagnate da riprese fotografiche subacquee, ed analisi di laboratorio secondo lo schema predisposto dall'ISPRA.

Nel caso si riscontrino presenza di *Cymodocea nodosa* e/o biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate la caratterizzazione andrà eseguita utilizzando tecniche indirette video ispettive e campionamenti ed indagini, eseguiti secondo le modalità previste nel "Manuale di Metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo". In particolare:

- Dovrà essere eseguito un transetto video ispettivo subacqueo georeferenziato all'ellissoide WGS84, proiezione UTM, fuso 33N, per ciascuna per ciascuna area di biocenosi riscontrata e adeguata alle dimensioni dell'area stessa, finalizzato all'attività di Visual Census;

- Per ogni area di biocenosi riscontrata dovrà essere eseguito il campionamento del benthos, attraverso l'identificazione di un numero adeguato di stazioni di campionamento idoneo ad ottenere un risultato complessivamente rappresentativo della singola area di biocenosi riscontrata, corredato da documentazione fotografica subacquea, finalizzato alle valutazioni dello stato di qualità e conservazione della biocenosi. Sui campioni prelevati devono essere eseguite analisi: granulometriche, bionomiche e fenologiche.

Il presente rapporto costituisce il report finale relativo all'indagine ambientale condotta nel Porto di Trapani dal 27 al 29 aprile 2020. Nella Tavola 1 che segue sono riportati, la cartografia dell'area di indagine con le principali fitocenosi, e sono indicati i transetti video-ispettivi T1, T2 e T3 con i punti di prelievo, e le stazioni dove sono state effettuate foto e prelievo dei sedimenti tramite benna.

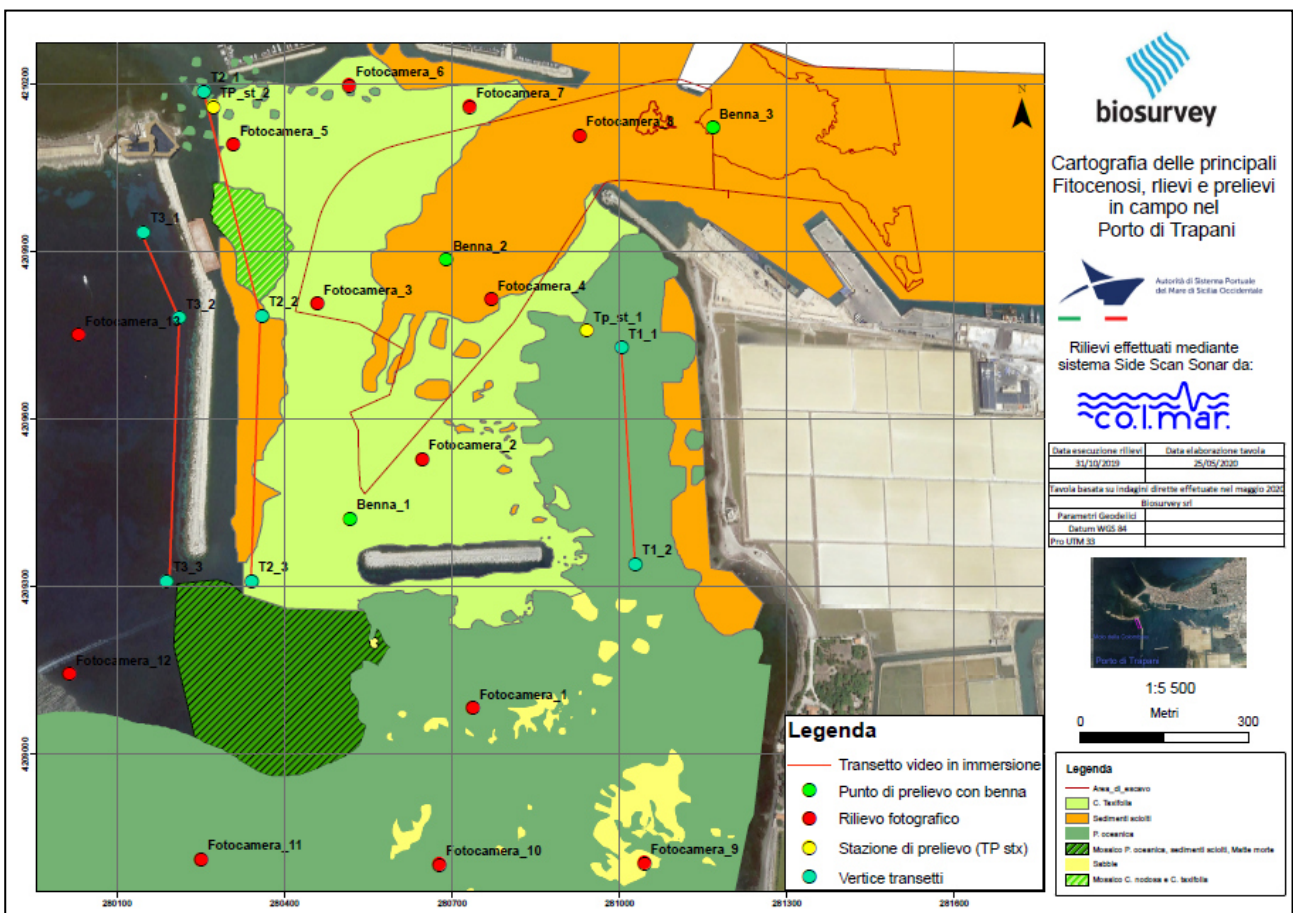


Tavola 1 – Cartografia delle principali fitocenosi presenti nell'area di studio. Sono inoltre indicate le stazioni ed i punti dove sono stati effettuati misure, osservazioni e prelievi e dove sono stati realizzati transetti video-ispettivi e foto.

Si precisa che la cartografia delle principali fitocenosi presenti nell'area di studio è stata realizzata sulla base della base dei dati di verità-mare rappresentati nella Tavola 1 e del rilievo Side Scan Sonar effettuato in precedenza da C.O.L.MAR. e fornito dal Committente. Di seguito si riportano le coordinate UTM dei punti di osservazione, prelievo filmati e foto riportati nella Tavola 1.

| Coordinate UTM delle attività riportate nella Tavola 1 | | |
|---|----------|-----------|
| Attività | E | N |
| T1_1 | 281003,3 | 4209727,2 |
| T1_2 | 281028,0 | 4209339,3 |
| T2_1 | 280254,9 | 4210185,8 |
| T2_2 | 280359,0 | 4209784,0 |
| T2_3 | 280341,0 | 4209309,0 |
| T3_1 | 280147,0 | 4209934,0 |
| T3_2 | 280211,0 | 4209780,0 |
| T3_3 | 280188,0 | 4209309,0 |
| TP_st_1 (Posidonia) | 280940,0 | 4209757,0 |
| TP_st_2 (Posidonia) | 280271,0 | 4210158,0 |
| TP_st_2 (Cymodocea) | 280271,0 | 4210158,0 |
| Fotocamera_1 | 280737,0 | 4209082,0 |
| Fotocamera_2 | 280646,0 | 4209527,0 |
| Fotocamera_3 | 280458,0 | 4209806,0 |
| Fotocamera_4 | 280769,4 | 4209813,4 |
| Fotocamera_5 | 280307,7 | 4210090,4 |
| Fotocamera_6 | 280515,0 | 4210196,0 |
| Fotocamera_7 | 280731,0 | 4210158,0 |
| Fotocamera_8 | 280928,0 | 4210107,0 |
| Fotocamera_9 | 281044,0 | 4208804,0 |
| Fotocamera_10 | 280677,0 | 4208802,0 |
| Fotocamera_11 | 280250,0 | 4208811,0 |
| Fotocamera_12 | 280014,0 | 4209143,0 |
| Fotocamera_13 | 280030,0 | 4209750,0 |
| Benna_1 | 280517,0 | 4209421,0 |
| Benna_2 | 280688,8 | 4209884,1 |
| Benna_3 | 281166,5 | 4210121,2 |

2. Indagini su Fanerogame marine

2.1 Prateria di *Posidonia oceanica*

Piano di campionamento - monitoraggio

La strategia di monitoraggio adottata ha visto tecniche indirette video ispettive e campionamenti per indagini, eseguite secondo le modalità previste nella scheda metodologica redatta dall' ISPRA "Monitoraggio relativo alle praterie di *Posidonia oceanica*" (Figura 2.1).

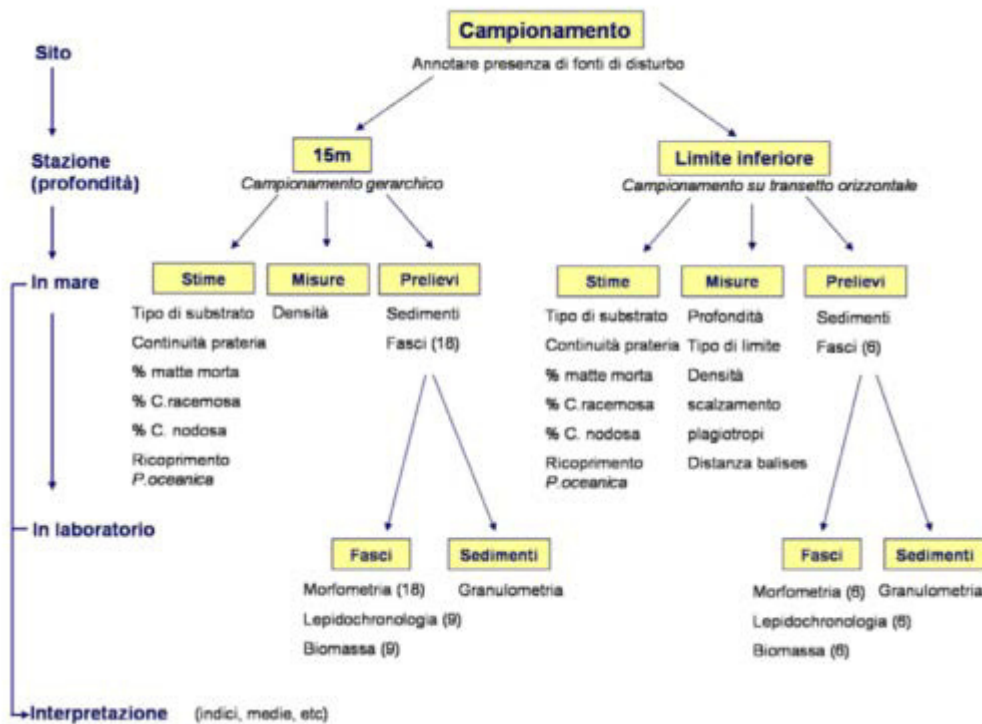


Figura 2.1 – Piano di campionamento per il monitoraggio di *P. oceanica*.

Strategie di campionamento

In particolare, il campionamento ha previsto una metodologia gerarchica secondo lo schema riportato nella Figura 4.2.

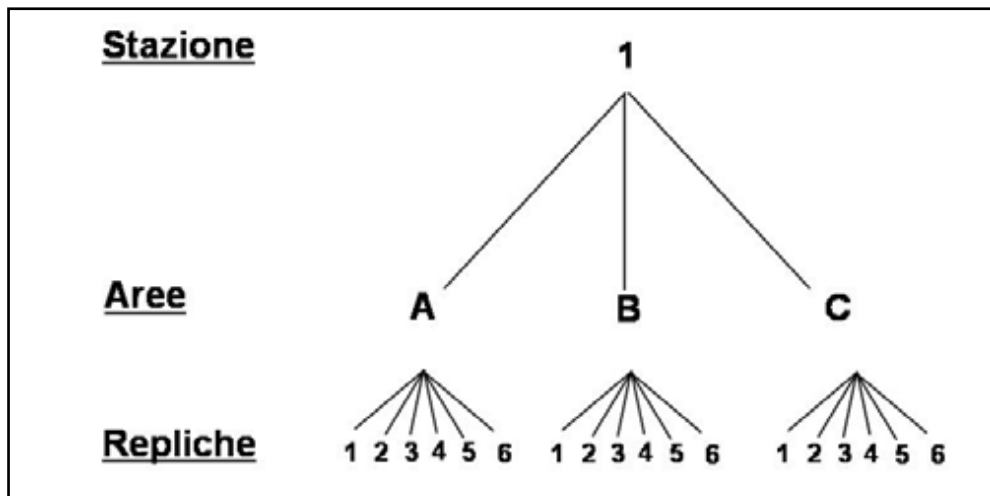


Figura 2.2: Schema di una strategia di campionamento gerarchica.

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.

I prelievi su *P. oceanica* sono stati effettuati in 2 differenti stazioni identificate una ad una profondità di -2,5 m (TP_st_1) e l'altra alla profondità di 1,5 m (TP_st_2).

In particolare, la strategia prevista per la stazione include la definizione di 3 aree secondo lo schema riportato in figura 2.3 a scopo esemplificativo per la profondità di 15 metri. In ciascuna delle aree riportate, al fine di uniformare le metodiche di campionamento e di analisi dei dati, il piano di campionamento sono state effettuate:

- 3 repliche per le misure di densità;
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi sui quali effettuare in laboratorio misure biometriche per analisi fenologiche

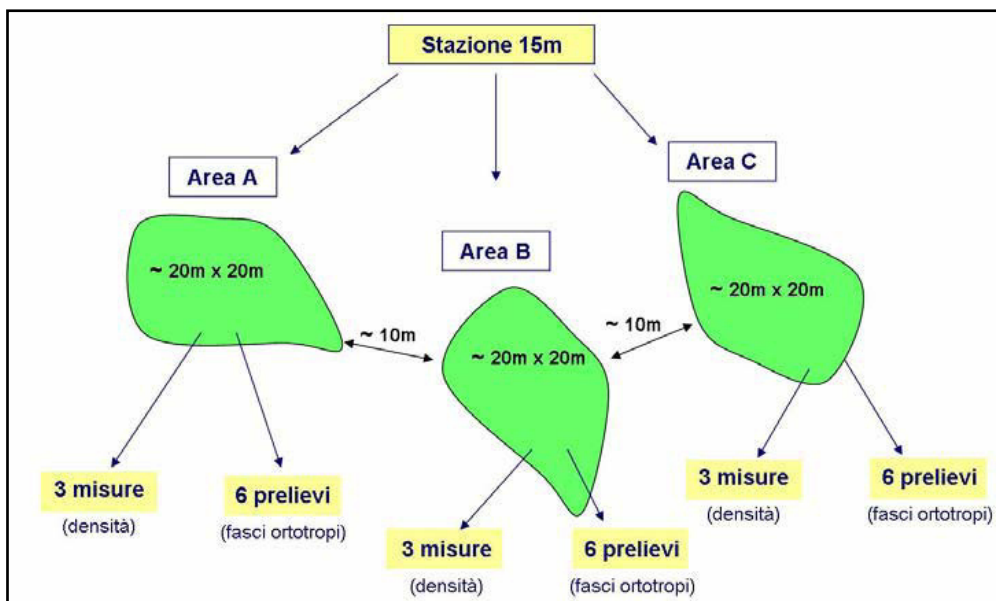


Figura 2.3: Strategia di campionamento gerarchica, proposta per il monitoraggio di *P. oceanica*.

Le repliche all'interno di ogni area sono poste 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.

In corrispondenza di ogni stazione sono stati stimati (Tabella 2.1) il ricoprimento percentuale, la percentuale di *matte* morta, la tipologia di substrato, la continuità della prateria, % *Caulerpa racemosa*, % *Cymodocea nodosa* la presenza di specie aliene o altre, secondo lo schema seguente (ISPRA, 2012).

Tabella 2.1 - Parametri e unità di misura del ricoprimento (ISPRA 2012).

| Parametro | Unità di misura | Sintesi |
|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| Ricoprimento % <i>P. oceanica</i> | % | % |
| Ricoprimento % <i>matte</i> morte | % | % |
| Ricoprimento % <i>C. nodosa</i> | % | % |
| Tipologia di substrato | 1=roccia; 2=sabbia; 3=matte; 4=mista | 1-2-3-4 |
| Continuità prateria | 1=continua; 2=discontinua | 1-2 |
| Presenza alghe alloctone | 1=presenza; 2= assenza | 1(nome specie)-2 |

Transetti video ispettivi

Per ciascuna stazione di campionamento è stato effettuato un transetto video ispettivo subacqueo per una lunghezza di 30 metri parallelamente alla batimetrica, finalizzato all'attività di Visual Census.

Descrittori strutturali

In corrispondenza delle 2 stazioni sono state valutate i principali descrittori strutturali.

La densità è uno dei descrittori di macroripartizione più in uso nelle indagini sullo stato delle praterie di *P. oceanica*. Essa serve per valutare l'importanza quantitativa di una formazione vegetale (Giraud, 1977; Panayotidis *et al.*, 1981), e 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 delle macchie di *P. oceanica*. Tale conta è stata replicata 9 volte nella stazione TIBPs_1 e 6 volte nella stazione TIBPs_2.

Tra i criteri di classificazione basati sulla densità e riportati in letteratura, è stato utilizzato quello indicato da Giraud (1977) e quello proposto da Pergent *et al.* (1995), che tiene conto della variazione della densità lungo il gradiente batimetrico (Figura 2.4 e Tabelle 2.2 e 2.3).

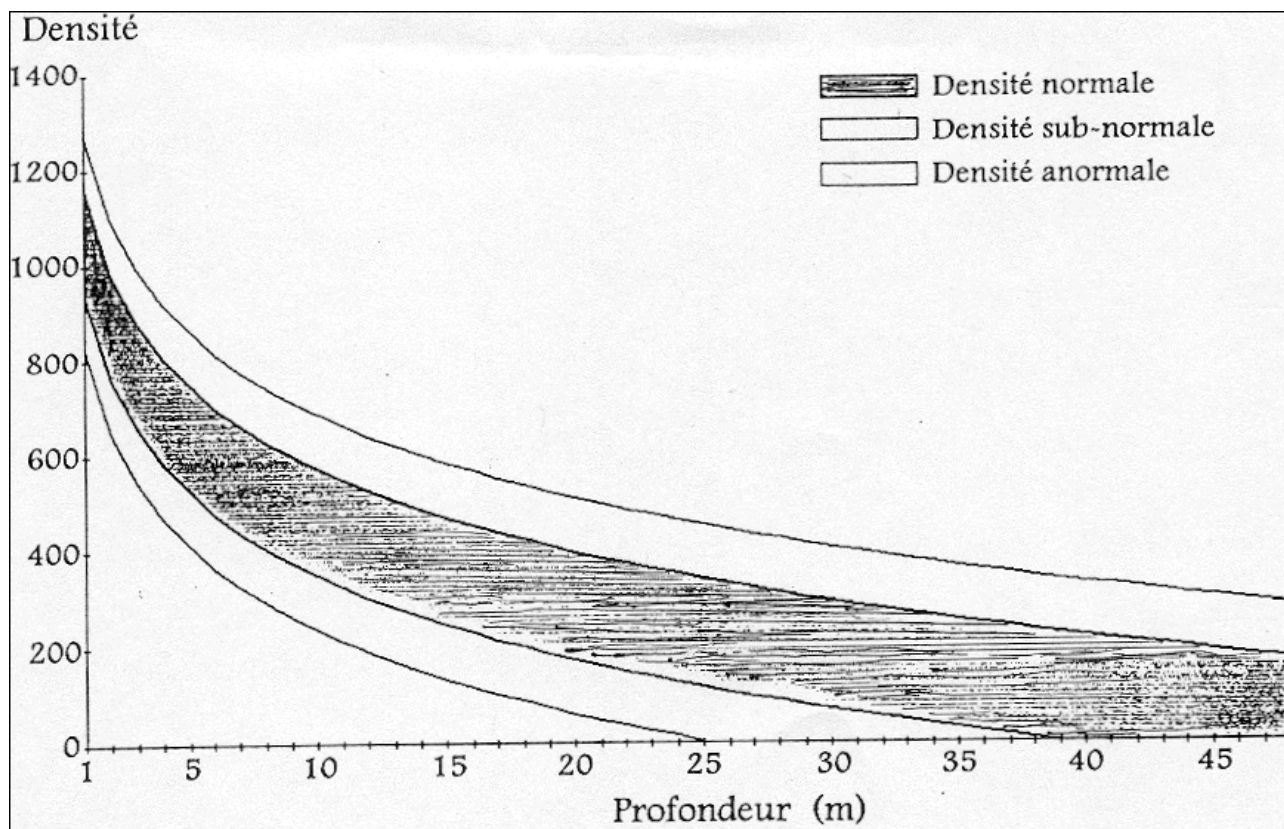


Figura 2.4- Classificazione della densità della prateria in funzione della profondità (da Pergent *et al.*, 1995).

Tabella 2.2 - Classificazione delle praterie in base alla densità dei fasci (da Giraud, 1977).

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

Tabella 2.3 - 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 | → |

Analisi in laboratorio

Sui fasci prelevati sono state effettuate misure relative ai parametri morfometrici.

Parametri fenologici

Per i fasci fogliari di *P. oceanica* prelevati in immersione in corrispondenza di ogni stazione di controllo, le determinazioni di laboratorio hanno compreso, dove previsto, i seguenti controlli ed il calcolo dei seguenti parametri ed indici:

- numero medio di foglie per fascio;
- superficie del fascio;
- fenomeni di necrosi (Tessuto bruno) sulla lamina 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).

Sono stati, inoltre, calcolati i seguenti Indici:

- 1) 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 |

2) 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 *et al.*, 2006):

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

dove:

$C_n = \% C. nodosa$ e $P_o = \% P. oceanica$

| 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 |

La stazione TP_st_1 si trova alla profondità di 2,5 m ed evidenzia, ad eccezione della sub area A, una prateria continua di *P. oceanica* impiantata su *matte* con un ricoprimento compreso tra 60% e 90% (Tabella 2.4 e Figure 2.5 e 2.6). *La matte* morta occupa mediamente il 7,5% dei fondali e non sono presenti apparentemente evidenti fonti di disturbo, sebbene si rileva la presenza di *Caulerpa taxifolia* con copertura tra 10% e 30%, anche all'interno della prateria (Figura 2.7). La densità media presenta un valore pari a $295,6 \pm 12,6$ fasci/m² con valore massimo $310,7 \pm 12,7$ fasci/m² nella sub area C e un valore minimo di $276 \pm 25,7$ fasci/m² nella sub area A.

Secondo la classificazione di Giraud (1977), le densità rilevate identificano una prateria da rada a molto rada (classe III-IV). Utilizzando una classificazione che considera anche la profondità

(Pergent *et al.*, 1995), la stazione è classificata DA=Densità Anormale. Dalle successive analisi fenologiche si rileva un LAI (Leaf Area Index) pari a $0,82 \text{ m}^2/\text{m}^2$, un indice di Conservazione (I.C.) pari 0,91 (classe 5 - elevato) e un Indice di Sostituzione pari a 0 (Classe 1 - limitata), poiché assente *Cymodocea nodosa*.

Si registra una percentuale media di apici erosi del 31,6% ed una significativa presenza di comunità epifita sulle foglie. Il numero di foglie per fascicolo fogliare, ripartito nelle tre categorie è mediamente $6,7 \pm 0,67$, mostrando una prevalenza di foglie adulte rispetto alle foglie intermedie e giovanili, in accordo con il ciclo vitale della pianta.



Figura 2.5 - Aspetto della prateria di *P. oceanica* nella stazione TP_st_1 sub area C



Figura 2.6 - Aspetto della prateria di *P. oceanica* nella stazione TP_st_1 sub area A



Figura 2.7 – Particolare nella stazione TP_st_1 che evidenzia la presenza di *Caulerpa taxifolia* all'interno della prateria.

Tabella 2.4 - Scheda della stazione TP_st_1 riportante i dati rilevati in campo.

| Scheda di monitoraggio: Stazione TP_st_1 | | Luogo Trapani | | Data 28/04/2020 | | | | | |
|---|--|----------------------------|-----|--|-----|-----|--|-----|-----|
| Operatore Vincenzo Raimondi | | Profondità (m) 2,5m | | Coordinate 280940 E 4209757 N | | | | | |
| Parametro | AREA A (TP_st_1A) | | | AREA B (TP_st_1B) | | | AREA C (TP_st_1C) | | |
| Continuità della prateria | <input type="checkbox"/> Continua <input checked="" type="checkbox"/> Discontinua | | | <input checked="" type="checkbox"/> Continua <input type="checkbox"/> Discontinua | | | <input checked="" type="checkbox"/> Continua <input type="checkbox"/> Discontinua | | |
| Copertura % matte morta | 10 | | | 5 | | | 0 | | |
| Copertura % <i>P. oceanica</i> | 60 | | | 80 | | | 90 | | |
| Copertura % <i>Caulerpa taxifolia</i> | 30 | | | 15 | | | 10 | | |
| Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i> | -- | | | -- | | | -- | | |
| Tipologia di substrato | <input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input checked="" type="checkbox"/> Matte | | | <input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input checked="" type="checkbox"/> Matte | | | <input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input checked="" type="checkbox"/> Matte | | |
| Fonti di disturbo evidenti | <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 | | |
| Composizione prateria | <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 | | |
| Presenza alghe alloctone | <input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe | | | <input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe | | | <input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe | | |
| Densità dei fasci fogliari Numero fasci / quadrato 50*50 | 79 | 57 | 71 | 63 | 87 | 75 | 83 | 72 | 78 |
| Densità dei fasci fogliari Numero fasci / m ² | 316 | 228 | 284 | 252 | 348 | 300 | 322 | 288 | 312 |
| Osservazioni: Presenza di <i>Caulerpa taxifolia</i> anche all'interno della prateria di <i>P. oceanica</i> (foto St_1) | | | | | | | | | |

La stazione **TP_st_2** si trova alla profondità di 1,5 m ed evidenzia in tutte le sub aree una prateria discontinua di *P. oceanica* impiantata su *matte* con valori di copertura compresi tra 5% e 10% (Tabella 2.5 e Figure 2.8 - 2.10). I valori di copertura della *matte* morta sono il 5% in tutte le sub aree e la struttura e composizione delle comunità presenti mostra evidenti fonti di disturbo. *C. taxifolia* (Figura 2.7) si presenta con valori di copertura compresi tra 50% e 60%, mentre *C. nodosa* occupa dal 30% al 35 % dei fondali (Figura 2.7). La densità media della prateria di *P. oceanica* presenta un valore pari a $201,8 \pm 10,8$ fasci/m² con valore massimo $214,7 \pm 15,0$ fasci/m² nella sub area A e un valore minimo di $173,3 \pm 20,2$ fasci/m² nella sub area B.

Secondo la classificazione di Giraud (1977), le densità rilevate identificano una prateria molto rada (classe IV). Utilizzando una classificazione che considera anche la profondità (Pergent *et al.*, 1995), la stazione è classificata DA=Densità Anormale. Dalle successive analisi fenologiche si rileva un LAI

(Leaf Area Index) pari a $0,50 \text{ m}^2/\text{m}^2$, un indice di Conservazione (I.C.) pari 0,60 (classe 3 - moderato) e un Indice di Sostituzione pari a 0,8 (Classe 5 - elevata).

Si registra una percentuale media di apici erosi del 26,3% ed una significativa presenza di comunità epifita sulle foglie. Il numero di foglie per fascicolo fogliare, ripartito nelle tre categorie è mediamente $6,3 \pm 0,67$, mostrando una prevalenza di foglie adulte rispetto alle foglie intermedie e giovanili, in accordo con il ciclo vitale della pianta.



Figura 2.8 – Prato a *C. nodosa* nella stazione TP_st_2 (Posidonia).



Figura 2.9 – Colonia di *P. oceanica* nella stazione TP_st_1 (Posidonia) a ridotta vitalità.



Figura 2.10 – *C. taxifolia* e ciuffi sparsi di *P. oceanica* nella stazione TP_st_2 (Posidonia).

Tabella 2.5 - Scheda della stazione TP_st_2 (Posidonia) riportante i dati rilevati in campo.

| Scheda di monitoraggio: Stazione TP_st_2 | | | | | | | | | |
|---|--|-----|--------------------------------------|--|-----|------------------------|--|-----|-----|
| Operatore Vincenzo Raimondi | | | Luogo Trapani | | | Data 29/04/2020 | | | |
| Profondità (m) 1,5m | | | Coordinate 280271 E 4210158 N | | | | | | |
| Parametro | AREA A (TP_Pr_2A) | | | AREA B (TP_Pr_2B) | | | AREA C (TP_Pr_2C) | | |
| Continuità della prateria | <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 | | |
| Copertura % matte morta | 5 | | | 5 | | | 5 | | |
| Copertura % <i>P. oceanica</i> | 5 | | | 10 | | | 10 | | |
| Copertura % <i>Caulerpa taxifolia</i> | 60 | | | 50 | | | 50 | | |
| Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i> | 30 | | | 35 | | | 35 | | |
| Tipologia di substrato | <input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input checked="" type="checkbox"/> Matte | | | <input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input checked="" type="checkbox"/> Matte | | | <input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input checked="" type="checkbox"/> Matte | | |
| Fonti di disturbo evidenti | <input checked="" type="checkbox"/> Presenza <input type="checkbox"/> Assenza | | | <input checked="" type="checkbox"/> Presenza <input type="checkbox"/> Assenza | | | <input checked="" type="checkbox"/> Presenza <input type="checkbox"/> Assenza | | |
| Composizione prateria | <input type="checkbox"/> Pura <input checked="" type="checkbox"/> Mista | | | <input type="checkbox"/> Pura <input checked="" type="checkbox"/> Mista | | | <input type="checkbox"/> Pura <input checked="" type="checkbox"/> Mista | | |
| Presenza alghe alloctone | <input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe | | | <input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe | | | <input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe | | |
| Densità dei fasci fogliari Numero fasci / quadrato 50*50 | 60 | 54 | 47 | 41 | 53 | 36 | 48 | 58 | 57 |
| Densità dei fasci fogliari Numero fasci / m ² | 240 | 216 | 188 | 164 | 212 | 144 | 192 | 232 | 204 |
| Osservazioni: Misure di densità su <i>Posidonia oceanica</i> | | | | | | | | | |

2.2 Prateria di *Cymodocea nodosa*

Piano di campionamento - monitoraggio

La strategia di monitoraggio adottata ha visto tecniche indirette video ispettive e campionamenti per indagini, eseguite secondo quanto riportato in figura 2,11.

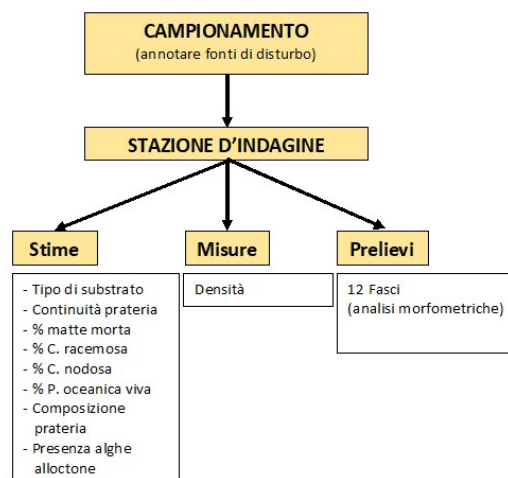


Figura 2.11: - Schema di una strategia di campionamento gerarchica.

Strategie di campionamento

La stazione da indagare è stata suddivisa in 3 aree denominate A, B e C (Figura 2.12). Per ogni area sono state effettuate 3 misure di densità e prelevati 4 rizomi per le successive analisi morfometriche in laboratorio.

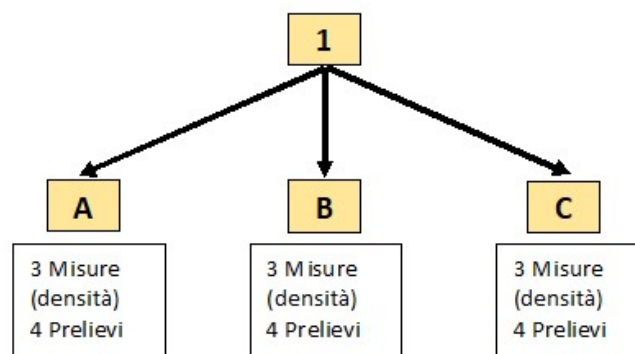


Figura 2.12 - Schema di una strategia di campionamento gerarchica.

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. I prelievi su *C. nodosa* sono stati effettuati in una stazione identificata come TP-st_2 (Cymodocea), ad una profondità di -1,2 m. In campo sono stati stimati e riportati nella tabella 2.6 il ricoprimento percentuale, la percentuale di *matte* morta, la tipologia di substrato, la continuità della prateria, % *Caulerpa racemosa*, % *Cymodocea nodosa*, la presenza di specie aliene o altre.

Risultati e considerazioni conclusive

La densità media della prateria di *C. nodosa* rilevata nella stazione TP_st_2 (Tabella 2.7) presenta un valore pari a $513 \pm 31,5$ fasci/m², con valore massimo $591,7 \pm 46,4$ fasci/m² nella sub area C e un valore minimo di $466,7 \pm 30,0$ fasci/m² nella sub area A. La superficie media del fascio evidenzia valori di $4,9 \pm 0,6$ cm² ed il valore di LAI (indice di Area Fogliare) è di 0,25 m²/m². La percentuale di apici erosi è pari a 34,0%. Nelle figure 2.13 – 2.15 sono riportati alcuni aspetti della stazione.

Tabella 2.6 - Scheda della stazione TP_st_2 (Cymodocea) riportante i dati rilevati in campo.

| Scheda di monitoraggio - Stazione: TP_st_2 (Cymodocea) Luogo Trapani Data 29/04/2020 | | | | | | | | | |
|---|--|-----|----------------------------|--|-----|--------------------------------------|--|-----|-----|
| Operatore Vincenzo Raimondi | | | Profondità (m) 1,5m | | | Coordinate 280271 E 4210158 N | | | |
| Parametro | AREA A | | | AREA B | | | AREA C | | |
| Continuità della prateria (Cymodocea nodosa) | <input type="checkbox"/> Continua <input checked="" type="checkbox"/> Discontinua | | | <input type="checkbox"/> Continua <input checked="" type="checkbox"/> Discontinua | | | <input checked="" type="checkbox"/> Continua <input type="checkbox"/> Discontinua | | |
| Copertura: % matte morta | 5 | | | 5 | | | 5 | | |
| Copertura: % P. oceanica viva | 5 | | | 10 | | | 10 | | |
| Copertura: % Caulerpa taxifolia | 60 | | | 50 | | | 50 | | |
| Copertura: % Cymodocea nodosa | 30 | | | 35 | | | 35 | | |
| Tipo di substrato | <input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input checked="" type="checkbox"/> Matte | | | <input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input checked="" type="checkbox"/> Matte | | | <input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input checked="" type="checkbox"/> Matte | | |
| Fonti di disturbo evidenti | <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 | | |
| Composizione prateria | <input type="checkbox"/> Pura <input checked="" type="checkbox"/> Mista | | | <input type="checkbox"/> Pura <input checked="" type="checkbox"/> Mista | | | <input type="checkbox"/> Pura <input checked="" type="checkbox"/> Mista | | |
| Presenza alghe alloctone | <input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe | | | <input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe | | | <input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe | | |
| Densità dei fasci fogliari (Cy) Numero fasci / quadrato 20*20 | 18 | 17 | 21 | 15 | 24 | 19 | 26 | 25 | 20 |
| Densità dei fasci fogliari (Cy) Numero fasci / m ² | 450 | 425 | 525 | 375 | 600 | 475 | 650 | 625 | 500 |

Osservazioni: Misure di densità su *Cymodocea nodosa*



Figura 2.13 – Copertura a *C. taxifolia* nella stazione TP_st_2 (Cymodocea).

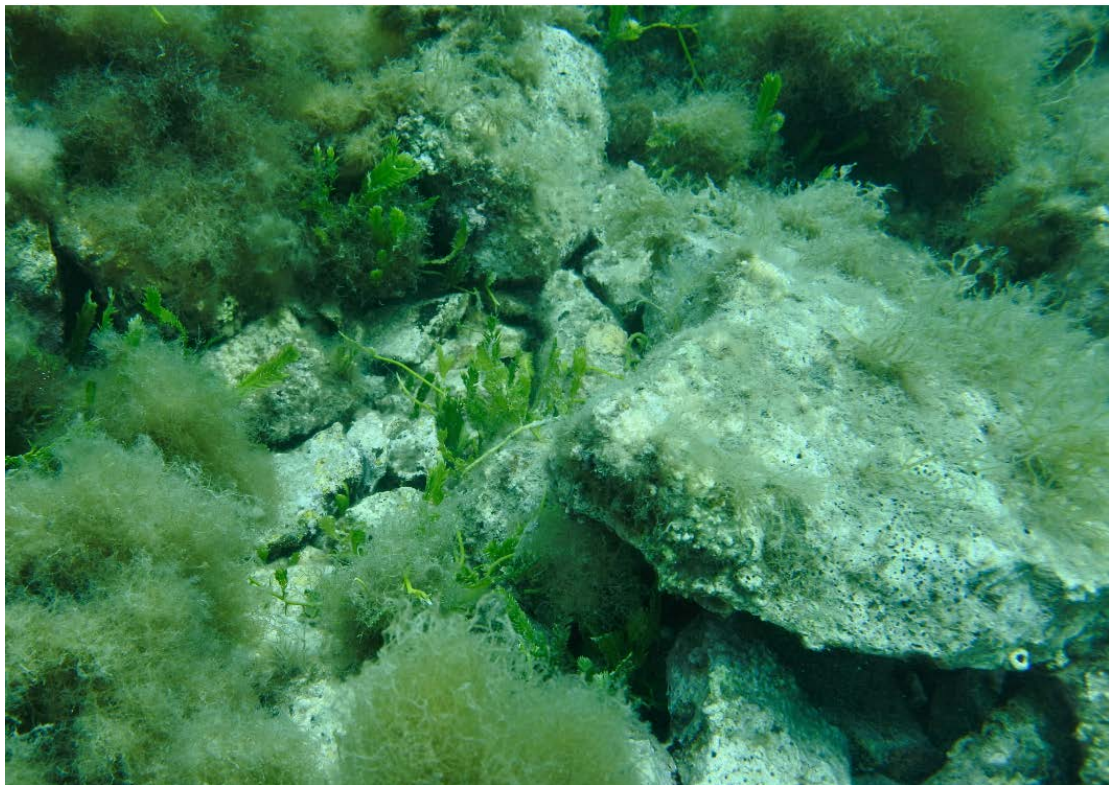


Figura 2.14 – Particolare nella stazione TP_st_2 (Cymodocea).



Figura 2.15 – Particolare nella stazione TP_st_2 (Cymodocea).

3. Parametri granulometrici del sedimento

In tre stazioni di all'interno dell'area portuale sono stati prelevati campioni di sedimento sui quali sono state effettuate le analisi granulometriche secondo quanto riportato in Cicero & Di Girolamo (2001). In ogni stazione sono state effettuate tre repliche riportando nelle schede seguenti informazioni generali, come metodo di campionamento e profondità, le condizioni meteo marine al momento del prelievo ed una descrizione visiva del campione. Il prelievo dei sedimenti è stato documentato con le foto riportate nella figura 3.1.

| INFORMAZIONI GENERALI | | | | | |
|---|--|-----------------------------|--|-----------------------------|--|
| <i>Sito di campionamento</i> | | Trapani | | <i>Data</i> | 27/04/2020 |
| <i>Stazione</i> | 1 | <i>Coordinate</i> | <i>N</i> | 280517,0 | |
| <i>Replica</i> | A | | <i>E</i> | 4209421,0 | |
| <i>Profondità (m)</i> | 11 | <i>Ora inizio attività</i> | | 11.50 | |
| | | <i>Ora fine attività</i> | | 12.00 | |
| <i>Cliente</i> | | | | | |
| <i>Operatore</i> | Bisconti/Pipitone | | | | |
| CONDIZIONI METEO-MARINE | | | | | |
| <i>Direzione moto ondoso</i> | SW | <i>Stato mare</i> | CALMO | | |
| <i>Direzione vento</i> | SW | <i>Forza vento</i> | 10 Km/h | | |
| CAMPIONAMENTO IN SITU - DESCRIZIONE VISIVA SEDIMENTO | | | | | |
| <i>Metodo di campionamento</i> | Benna | <i>N. prelievi</i> | 1 | | |
| <i>Colore</i> | <input type="checkbox"/> Chiaro <input checked="" type="checkbox"/> Scuro <input type="checkbox"/> Marrone chiaro <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Odore</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Nessuno <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Consistenza</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Plastico <input type="checkbox"/> Compatto <input type="checkbox"/> Fluidico <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Presenza residui e materiali organici</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | <i>Presenza strutture sedimentologiche</i> | <input type="checkbox"/> SI | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| OSSERVAZIONI: Presenza di <i>Caulerpa taxifolia</i> e <i>Caulerpa prolifera</i> | | | | | |

| INFORMAZIONI GENERALI | | | | | |
|--|--|-----------------------------|--|--|-----------------------------|
| <i>Sito di campionamento</i> | | Trapani | | <i>Data</i> | 27/04/2020 |
| <i>Stazione</i> | <i>1</i> | <i>Coordinate</i> | <i>N</i> | 280517,0 | |
| <i>Replica</i> | <i>B</i> | | <i>E</i> | 4209421,0 | |
| <i>Profondità (m)</i> | <i>11</i> | <i>Ora inizio attività</i> | | 12.05 | |
| | | <i>Ora fine attività</i> | | 12.15 | |
| <i>Cliente</i> | | | | | |
| <i>Operatore</i> | <i>Bisconti/Pipitone</i> | | | | |
| CONDIZIONI METEO-MARINE | | | | | |
| <i>Direzione moto ondoso</i> | SW | <i>Stato mare</i> | CALMO | | |
| <i>Direzione vento</i> | SW | <i>Forza vento</i> | 10 Km/h | | |
| CAMPIONAMENTO IN SITU - DESCRIZIONE VISIVA SEDIMENTO | | | | | |
| <i>Metodo di campionamento</i> | Benna | <i>N. prelievi</i> | 1 | | |
| <i>Colore</i> | <input type="checkbox"/> Chiaro <input checked="" type="checkbox"/> Scuro <input type="checkbox"/> Marrone chiaro <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Odore</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Nessuno <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Consistenza</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Plastico <input type="checkbox"/> Compatto <input type="checkbox"/> Fluidico <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Presenza residui e materiali organici</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | <i>Presenza strutture sedimentologiche</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO |
| OSSERVAZIONI: Presenza di <i>Caulerpa taxifolia</i> Presenza di residui di rizomi di <i>P. oceanica</i> | | | | | |

| INFORMAZIONI GENERALI | | | | | |
|--|--|-----------------------------|--|-----------------------------|--|
| <i>Sito di campionamento</i> | | Trapani | | <i>Data</i> | 27/04/2020 |
| <i>Stazione</i> | 1 | <i>Coordinate</i> | <i>N</i> | 280517,0 | |
| <i>Replica</i> | C | | <i>E</i> | 4209421,0 | |
| <i>Profondità (m)</i> | 11 | <i>Ora inizio attività</i> | | 12.20 | |
| | | <i>Ora fine attività</i> | | 12.30 | |
| <i>Cliente</i> | | | | | |
| <i>Operatore</i> | Bisconti/Pipitone | | | | |
| CONDIZIONI METEO-MARINE | | | | | |
| <i>Direzione moto ondoso</i> | SW | <i>Stato mare</i> | CALMO | | |
| <i>Direzione vento</i> | SW | <i>Forza vento</i> | 10 Km/h | | |
| CAMPIONAMENTO IN SITU - DESCRIZIONE VISIVA SEDIMENTO | | | | | |
| <i>Metodo di campionamento</i> | Benna | <i>N. prelievi</i> | 1 | | |
| <i>Colore</i> | <input type="checkbox"/> Chiaro <input checked="" type="checkbox"/> Scuro <input type="checkbox"/> Marrone chiaro <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Odore</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Nessuno <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Consistenza</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Plastico <input type="checkbox"/> Compatto <input type="checkbox"/> Fluidico <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Presenza residui e materiali organici</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | <i>Presenza strutture sedimentologiche</i> | <input type="checkbox"/> SI | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| OSSERVAZIONI: Presenza di <i>Caulerpa taxifolia</i> Presenza di residui di rizomi di <i>P. oceanica</i> | | | | | |

| INFORMAZIONI GENERALI | | | | | |
|--|--|-----------------------------|--|--|-----------------------------|
| <i>Sito di campionamento</i> | | Trapani | | <i>Data</i> | 27/04/2020 |
| <i>Stazione</i> | 2 | <i>Coordinate</i> | <i>N</i> | 280688,8 | |
| <i>Replica</i> | A | | <i>E</i> | 4209884,1 | |
| <i>Profondità (m)</i> | 9.7 | <i>Ora inizio attività</i> | | 12.35 | |
| | | <i>Ora fine attività</i> | | 12.45 | |
| <i>Cliente</i> | | | | | |
| <i>Operatore</i> | Bisconti/Pipitone | | | | |
| CONDIZIONI METEO-MARINE | | | | | |
| <i>Direzione moto ondoso</i> | SW | <i>Stato mare</i> | CALMO | | |
| <i>Direzione vento</i> | SW | <i>Forza vento</i> | 10 Km/h | | |
| CAMPIONAMENTO IN SITU - DESCRIZIONE VISIVA SEDIMENTO | | | | | |
| <i>Metodo di campionamento</i> | Benna | <i>N. prelievi</i> | 1 | | |
| <i>Colore</i> | <input type="checkbox"/> Chiaro <input type="checkbox"/> Scuro <input checked="" type="checkbox"/> Marrone chiaro <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Odore</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Nessuno <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Consistenza</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Plastico <input type="checkbox"/> Compatto <input type="checkbox"/> Fluidido <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Presenza residui e materiali organici</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | <i>Presenza strutture sedimentologiche</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO |
| OSSERVAZIONI: Presenza di <i>Caulerpa taxifolia</i> Presenza di residui di rizomi di <i>P. oceanica</i> | | | | | |

| INFORMAZIONI GENERALI | | | | | |
|--|--|-----------------------------|--|--|-----------------------------|
| <i>Sito di campionamento</i> | | Trapani | | <i>Data</i> | 27/04/2020 |
| <i>Stazione</i> | 2 | <i>Coordinate</i> | <i>N</i> | 280688,8 | |
| <i>Replica</i> | B | | <i>E</i> | 4209884,1 | |
| <i>Profondità (m)</i> | 9.7 | <i>Ora inizio attività</i> | | 12.50 | |
| | | <i>Ora fine attività</i> | | 12.55 | |
| <i>Cliente</i> | | | | | |
| <i>Operatore</i> | Bisconti/Pipitone | | | | |
| CONDIZIONI METEO-MARINE | | | | | |
| <i>Direzione moto ondoso</i> | SW | <i>Stato mare</i> | CALMO | | |
| <i>Direzione vento</i> | SW | <i>Forza vento</i> | 10 Km/h | | |
| CAMPIONAMENTO IN SITU - DESCRIZIONE VISIVA SEDIMENTO | | | | | |
| <i>Metodo di campionamento</i> | Benna | <i>N. prelievi</i> | 1 | | |
| <i>Colore</i> | <input type="checkbox"/> Chiaro <input type="checkbox"/> Scuro <input checked="" type="checkbox"/> Marrone chiaro <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Odore</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Nessuno <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Consistenza</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Plastico <input type="checkbox"/> Compatto <input type="checkbox"/> Fluidido <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Presenza residui e materiali organici</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | <i>Presenza strutture sedimentologiche</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO |
| OSSERVAZIONI: Presenza di <i>Caulerpa taxifolia</i> Presenza di residui di rizomi di <i>P. oceanica</i> | | | | | |

| INFORMAZIONI GENERALI | | | | | |
|--|--|-----------------------------|--|-----------------------------|--|
| <i>Sito di campionamento</i> | | Trapani | | <i>Data</i> | 27/04/2020 |
| <i>Stazione</i> | 2 | <i>Coordinate</i> | <i>N</i> | 280688,8 | |
| <i>Replica</i> | C | | <i>E</i> | 4209884,1 | |
| <i>Profondità (m)</i> | 9.7 | <i>Ora inizio attività</i> | | 13.00 | |
| | | <i>Ora fine attività</i> | | 13.05 | |
| <i>Cliente</i> | | | | | |
| <i>Operatore</i> | Bisconti/Pipitone | | | | |
| CONDIZIONI METEO-MARINE | | | | | |
| <i>Direzione moto ondoso</i> | SW | <i>Stato mare</i> | CALMO | | |
| <i>Direzione vento</i> | SW | <i>Forza vento</i> | 10 Km/h | | |
| CAMPIONAMENTO IN SITU - DESCRIZIONE VISIVA SEDIMENTO | | | | | |
| <i>Metodo di campionamento</i> | Benna | <i>N. prelievi</i> | 1 | | |
| <i>Colore</i> | <input type="checkbox"/> Chiaro <input type="checkbox"/> Scuro <input checked="" type="checkbox"/> Marrone chiaro <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Odore</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Nessuno <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Consistenza</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Plastico <input type="checkbox"/> Compatto <input type="checkbox"/> Fluido <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Presenza residui e materiali organici</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | <i>Presenza strutture sedimentologiche</i> | <input type="checkbox"/> SI | <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| OSSERVAZIONI: Presenza di <i>Caulerpa prolifera</i> Presenza di residui di rizomi di <i>P. oceanica</i> | | | | | |

| INFORMAZIONI GENERALI | | | | | |
|---|--|-----------------------------|--|--|-----------------------------|
| <i>Sito di campionamento</i> | | Trapani | | <i>Data</i> | 27/04/2020 |
| <i>Stazione</i> | 3 | <i>Coordinate</i> | <i>N</i> | 281166,5 | |
| <i>Replica</i> | A | | <i>E</i> | 4210121,2 | |
| <i>Profondità (m)</i> | 11.2 | <i>Ora inizio attività</i> | | 13.15 | |
| | | <i>Ora fine attività</i> | | 13.25 | |
| <i>Cliente</i> | | | | | |
| <i>Operatore</i> | Bisconti/Pipitone | | | | |
| CONDIZIONI METEO-MARINE | | | | | |
| <i>Direzione moto ondoso</i> | SW | <i>Stato mare</i> | CALMO | | |
| <i>Direzione vento</i> | SW | <i>Forza vento</i> | 10 Km/h | | |
| CAMPIONAMENTO IN SITU - DESCRIZIONE VISIVA SEDIMENTO | | | | | |
| <i>Metodo di campionamento</i> | Benna | <i>N. prelievi</i> | 1 | | |
| <i>Colore</i> | <input type="checkbox"/> Chiaro <input type="checkbox"/> Scuro <input type="checkbox"/> Marrone chiaro <input checked="" type="checkbox"/> Grigio Argilla | | | | |
| <i>Odore</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Nessuno <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Consistenza</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Plastico <input type="checkbox"/> Compatto <input type="checkbox"/> Fluido <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Presenza residui e materiali organici</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | <i>Presenza strutture sedimentologiche</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO |
| <i>OSSERVAZIONI:</i> | | | | | |

| INFORMAZIONI GENERALI | | | | | |
|---|--|--|--|--|-----------------------------|
| <i>Sito di campionamento</i> | | Trapani | | <i>Data</i> | 27/04/2020 |
| <i>Stazione</i> | 3 | <i>Coordinate</i> | <i>N</i> | 281166,5 | |
| <i>Replica</i> | B | | <i>E</i> | 4210121,2 | |
| <i>Profondità (m)</i> | 11.2 | <i>Ora inizio attività</i> | | 13.30 | |
| | | <i>Ora fine attività</i> | | 13.35 | |
| <i>Cliente</i> | | | | | |
| <i>Operatore</i> | Bisconti/Pipitone | | | | |
| CONDIZIONI METEO-MARINE | | | | | |
| <i>Direzione moto ondoso</i> | SW | <i>Stato mare</i> | CALMO | | |
| <i>Direzione vento</i> | SW | <i>Forza vento</i> | 10 Km/h | | |
| CAMPIONAMENTO IN SITU - DESCRIZIONE VISIVA SEDIMENTO | | | | | |
| <i>Metodo di campionamento</i> | Benna | <i>N. prelievi</i> | 1 | | |
| <i>Colore</i> | <input type="checkbox"/> Chiaro <input type="checkbox"/> Scuro <input type="checkbox"/> Marrone chiaro <input checked="" type="checkbox"/> Grigio argilla | | | | |
| <i>Odore</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Nessuno <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Consistenza</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Plastico <input type="checkbox"/> Compatto <input type="checkbox"/> Fluidico <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Presenza residui e materiali organici</i> | <input type="checkbox"/> SI | <input checked="" type="checkbox"/> NO | <i>Presenza strutture sedimentologiche</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO |
| <i>OSSERVAZIONI:</i> | | | | | |

| INFORMAZIONI GENERALI | | | | | |
|---|--|-----------------------------|--|--|-----------------------------|
| <i>Sito di campionamento</i> | | Trapani | | <i>Data</i> | 27/04/2020 |
| <i>Stazione</i> | 3 | <i>Coordinate</i> | <i>N</i> | 281166,5 | |
| <i>Replica</i> | C | | <i>E</i> | 4210121,2 | |
| <i>Profondità (m)</i> | 11.2 | <i>Ora inizio attività</i> | | 13.40 | |
| | | <i>Ora fine attività</i> | | 13.45 | |
| <i>Cliente</i> | | | | | |
| <i>Operatore</i> | Bisconti/Pipitone | | | | |
| CONDIZIONI METEO-MARINE | | | | | |
| <i>Direzione moto ondoso</i> | SW | <i>Stato mare</i> | CALMO | | |
| <i>Direzione vento</i> | SW | <i>Forza vento</i> | 10 Km/h | | |
| CAMPIONAMENTO IN SITU - DESCRIZIONE VISIVA SEDIMENTO | | | | | |
| <i>Metodo di campionamento</i> | Benna | <i>N. prelievi</i> | 1 | | |
| <i>Colore</i> | <input type="checkbox"/> Chiaro <input type="checkbox"/> Scuro <input type="checkbox"/> Marrone chiaro <input checked="" type="checkbox"/> Grigio argilla | | | | |
| <i>Odore</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Nessuno <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Consistenza</i> | <input checked="" type="checkbox"/> Plastico <input type="checkbox"/> Compatto <input type="checkbox"/> Fluido <input type="checkbox"/> ... | | | | |
| <i>Presenza residui e materiali organici</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | <i>Presenza strutture sedimentologiche</i> | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO |
| OSSERVAZIONI: | | | | | |
| Presenza di residui di <i>P. oceanica</i> | | | | | |

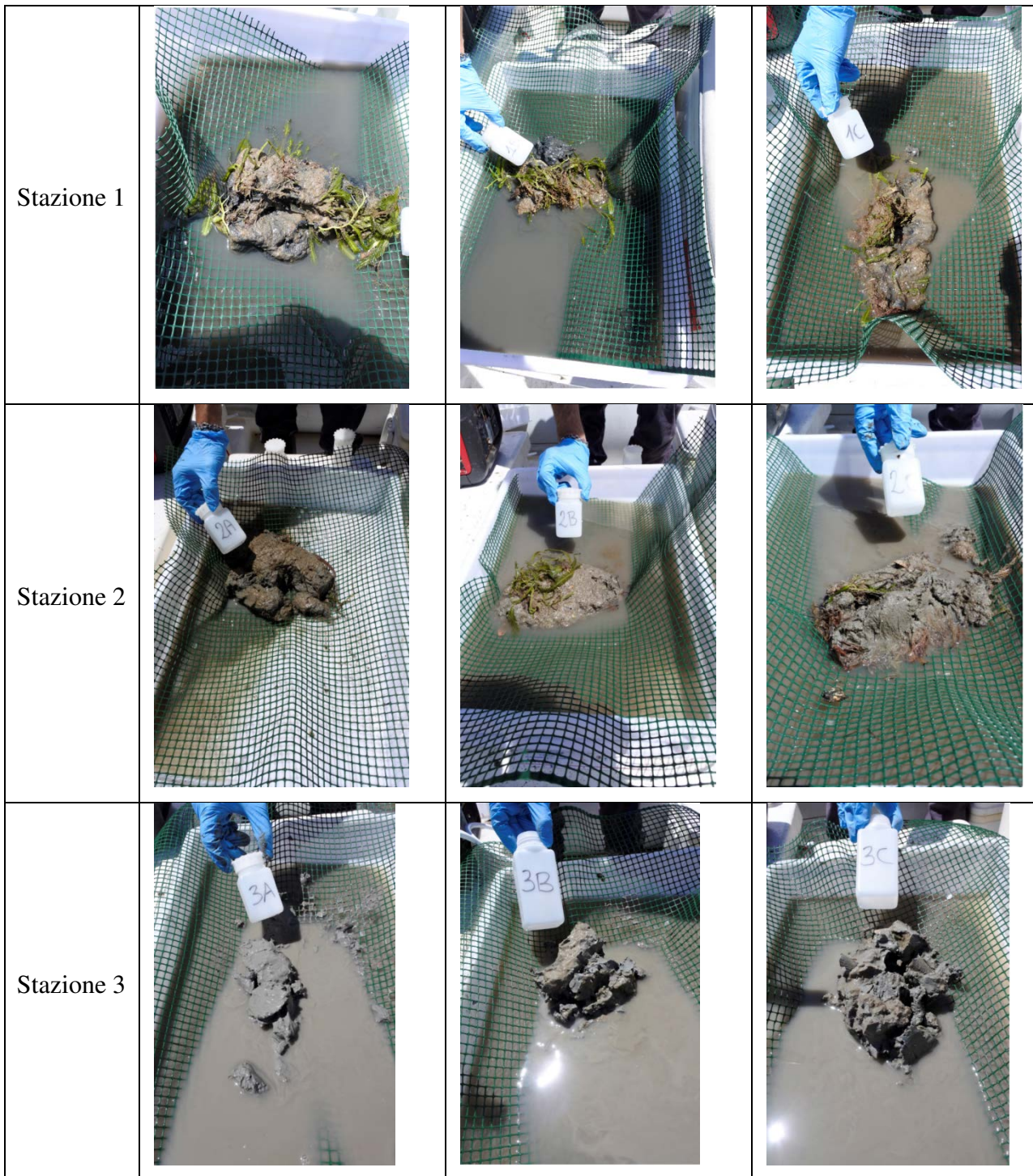


Figura 3.1 – Sub campioni di sedimento prelevati nelle tre stazioni.

Risultati

Di seguito si riportano i rapporti di prova realizzati da SOGEST AMBIENTE. La componente principale del sedimento analizzato (82,4%) è rappresentata da sabbia grossolana/molto grossolana e sabbia media, segue la sabbia fine (12,6%), il limo/argilla (4,46%) e lo scheletro (0,56%).

| RAPPORTO DI PROVA N° 1267/20 | | | |
|---|---|---|------------|
| | | SPETT. BIOSURVEY SRL Viale delle Scienze Ed.16 c/o Consorzio ARCA 90128 PALERMO (PA) | |
| Data emissione | 06/05/2020 | | |
| Data ricevimento campione | 30/04/2020 | | |
| <i>Dichiarazioni del cliente</i> | | | |
| Luogo di campionamento | PORTO TRAPANI (TP) | | |
| Data campionamento | 30/04/2020 | | |
| Q.tà campione | 6x2000 Kg cad. | | |
| Campionamento effettuato da | Cliente - campionamento non accreditato | | |
| Descrizione campione | Sedimento | | |
| Temperatura di trasporto rilevata in accettazione | +3,1°C | | |
| Conservazione campione | frigo campioni | | |
| Protocollo Campione | 1229/1 del 30/04/20 | Data Inizio Prove | 30/04/2020 |
| Etichetta/Lotto | TP-Prelievo 1A | Data Fine Prove | 06/05/2020 |
| Indagine eseguita | Risultato | U.M | Metodo |
| Analisi granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | |
| Scheletro | 0,16 | % | ASTMD 422 |
| Sabbia molto grossolana/grossolana | 41,10 | % | |
| Sabbia media | 34,14 | % | |
| Sabbia fine | 18,89 | % | |
| Limo/argilla | 5,71 | % | |
| Protocollo Campione | 1229/2 del 30/04/20 | Data Inizio Prove | 30/04/2020 |
| Etichetta/Lotto | TP-Prelievo 1B | Data Fine Prove | 06/05/2020 |
| Indagine eseguita | Risultato | U.M | Metodo |

| <i>SEGUE RAPPORTO DI PROVA N° 1267/20</i> | | | |
|---|---------------------|--------------------------|---------------|
| Indagine eseguita | Risultato | U.M | Metodo |
| Analisi granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | ASTMD 422 |
| Scheletro | 0,78 | % | |
| Sabbia molto grossolana/grossolana | 47,20 | % | |
| Sabbia media | 38,81 | % | |
| Sabbia fine | 9,50 | % | |
| Limo/argilla | 3,71 | % | |
| Protocollo Campione | 1229/3 del 30/04/20 | Data Inizio Prove | 30/04/2020 |
| Etichetta/Lotto | TP-Prelievo 1C | Data Fine Prove | 06/05/2020 |
| Indagine eseguita | Risultato | U.M | Metodo |
| Analisi granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | ASTMD 422 |
| Scheletro | 1,12 | % | |
| Sabbia molto grossolana/grossolana | 39,22 | % | |
| Sabbia media | 39,85 | % | |
| Sabbia fine | 15,20 | % | |
| Limo/argilla | 4,61 | % | |
| Protocollo Campione | 1229/4 del 30/04/20 | Data Inizio Prove | 30/04/2020 |
| Etichetta/Lotto | TP-Prelievo 2A | Data Fine Prove | 06/05/2020 |
| Indagine eseguita | Risultato | U.M | Metodo |
| Analisi granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | ASTMD 422 |
| Scheletro | 0,09 | % | |
| Sabbia molto grossolana/grossolana | 21,70 | % | |
| Sabbia media | 62,73 | % | |
| Sabbia fine | 12,39 | % | |
| Limo/argilla | 3,09 | % | |
| Protocollo Campione | 1229/5 del 30/04/20 | Data Inizio Prove | 30/04/2020 |
| Etichetta/Lotto | TP-Prelievo 2B | Data Fine Prove | 06/05/2020 |
| Indagine eseguita | Risultato | U.M | Metodo |

| <i>SEGUE RAPPORTO DI PROVA N° 1267/20</i> | | | |
|---|---------------------|--------------------------|---------------|
| Indagine eseguita | Risultato | U.M | Metodo |
| Analisi granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | ASTMD 422 |
| Scheletro | 0,52 | % | |
| Sabbia molto grossolana/grossolana | 34,08 | % | |
| Sabbia media | 53,16 | % | |
| Sabbia fine | 7,91 | % | |
| Limo/argilla | 4,33 | % | |
| Protocollo Campione | 1229/6 del 30/04/20 | Data Inizio Prove | 30/04/2020 |
| Etichetta/Lotto | TP-Prelievo 2C | Data Fine Prove | 06/05/2020 |
| Indagine eseguita | Risultato | U.M | Metodo |
| Analisi granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione | | | ASTMD 422 |
| Scheletro | 0,74 | % | |
| Sabbia molto grossolana/grossolana | 38,22 | % | |
| Sabbia media | 44,28 | % | |
| Sabbia fine | 11,47 | % | |
| Limo/argilla | 5,29 | % | |



Se non diversamente specificato, l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura $K=2$ corrispondente ad un livello di probabilità del 95% o come intervallo di confidenza calcolato ad un livello di probabilità del 95%.

Se non diversamente specificato, le prove microbiologiche quantitative, escluso MPN, sono eseguite su singola replica e 2 volumi consecutivi in conformità alla Norma ISO 8199:2018.

Nel caso di metodi che prevedono fasi di concentrazione e purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso nei limiti di accettazione specifici previsti dal metodo di prova o dalla norma vigente. Ove non espressamente indicato il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

Se non diversamente specificati i giudizi di conformità/non conformità eventualmente riportati si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del valore con i valori riferimento senza considerare l'intervallo di confidenza della misura.

4. Indagini su Macrozoobenthos

4.1 Introduzione

In ambito marino-costiero, i monitoraggi ambientali vengono sempre più spesso effettuati anche attraverso indagini dirette su parte della componente biotica dell'area interessata. In particolare, allo scopo di verificare la sussistenza e l'evoluzione di plausibili impatti ambientali negativi, conseguenti all'esecuzione di specifiche attività o alla realizzazione di opere antropiche, si valutano eventuali variazioni temporali che intervengono a livello della "comunità" che caratterizza l'ecosistema naturale di volta in volta interessato. Meglio ancora, per quanto più possibile, le indagini vengono condotte su determinate "categorie" o "macro-gruppi" di organismi facenti parte dell'intera comunità: insiemi di differenti specie, che interagiscono tra loro all'interno di un sistema geograficamente limitato. Le indagini che si basano su livelli di organizzazione biologica inferiore a quella di comunità o dei suddetti "macro-gruppi" di organismi, come quelle fondate sulla biochimica, sulla biologia cellulare o sulla fisiologia di certe specie presenti nell'area di indagine, non possono prescindere dall'approccio sperimentale. In pratica, se il monitoraggio si basa su questo tipo di indagini, si rende necessario il prelievo di alcuni organismi vivi dall'ambiente naturale (appartenenti alle specie target delle indagini), i quali saranno successivamente sottoposti ad appositi test (o esperimenti) di laboratorio. In tali casi, oltre ad essere potenzialmente influenzata da nuove variabili in gioco, caratterizzanti l'ambiente artificiale, la risposta degli organismi presi in considerazione scaturisce prettamente dalle sole condizioni ambientali in cui gli stessi si trovavano al momento del campionamento. Nella struttura e nelle proprietà che caratterizzano ogni comunità di organismi viventi in un determinato ambiente naturale, invece, è racchiusa l'espressione e l'integrazione delle condizioni ambientali avvenute precedentemente al momento del campionamento – per un periodo di tempo la cui entità è correlata, in maggior misura, alla specificità del "macro-gruppo" di organismi di volta in volta considerato.

Ogni disturbo in grado di mutare i complessi equilibri di un ambiente naturale, non interviene esclusivamente sulle singole componenti dello stesso, interessando piuttosto l'intera comunità di specie presenti. Le comunità degli ambienti naturali rappresentano, dunque, il livello di organizzazione maggiormente efficace nel registrare informazioni utili ad identificare quali cambiamenti siano intervenuti nel tempo a livello dei vari fattori ambientali, biotici ed abiotici, consentendo anche di valutare l'entità degli stessi. Inoltre, dalle indagini sulle comunità, volte al monitoraggio ambientale, possono anche scaturire indicazioni predittive sulle conseguenze che differenti tipi di impatto possono comportare.

In presenza di aree marine caratterizzate da fondali mobili, la struttura delle comunità di organismi bentonici - ovvero che vivono sui fondali marini o in prossimità degli stessi - può essere utilizzata per caratterizzare le condizioni ambientali di aree da indagare e per classificare l'estensione di eventuali impatti ambientali.

Macrozoobenthos ed indagini ambientali

Il macrozoobenthos è costituito, per definizione, da organismi animali bentonici (ovvero *in stretto rapporto con il fondale*) di dimensioni superiori a 0,5 mm, o comunque in grado di essere trattenuti da setacci di tali dimensioni (il limite minimo di 0,5 mm per il macrozoobenthos non è comunque generalizzato ed alcuni autori ritengono più adatto un valore di 1 mm). Nei fondali mobili (*sedimentari*) il macrozoobenthos è generalmente dominato, in termini di abbondanza, da anellidi policheti, seguiti da molluschi bivalvi, crostacei anfipodi e decapodi ed echinodermi. Lo studio del macrozoobenthos di fondo mobile rappresenta attualmente un importante strumento per il monitoraggio dell'ambiente marino: le comunità bentoniche insediate nei fondali sedimentari, difatti, sono largamente usate come "indicatori" delle caratteristiche ambientali, utili anche a valutare le alterazioni delle stesse causate dall'attività antropica. La scelta di tale *strumento* di monitoraggio avviene nonostante le difficoltà intrinseche al campionamento degli organismi macrozoobentonici nei fondali mobili - che comporta, di fatto, il prelievo di una quantità di sedimento piuttosto elevata - ed ai tempi relativamente lunghi necessari alla conseguente conduzione, sui campioni, delle analisi utili allo scopo; . Di contro, l'impiego del macrozoobenthos presenta indubbi vantaggi: in primo luogo, fondamentale risulta la mole di dati già presenti nella

letteratura di settore, che descrivono gli effetti dei cambiamenti delle variabili ambientali sul macrozoobenthos di fondali marini in aree geografiche distribuite su tutti i mari e gli oceani del globo terrestre; inoltre, va considerato che gli organismi del macrozoobenthos appartengono spesso a specie con elevata sensibilità agli effetti negativi che le attività di origine antropica possono esercitare sull'ambiente, rispondendo, in maniera ormai nota e prevedibile, allo scopo di integrare, nel tempo, le variazioni dei fattori ambientali. Altro relativo vantaggio dell'analisi qualitativa del macrozoobenthos, per i suddetti scopi, consiste nel fatto che il riconoscimento delle specie animali di appartenenza degli organismi macrozoobentonici risulta, in genere, "meno difficile" rispetto all'identificazione specie-specifica degli organismi del *meiobenthos*: anche questi sono animali che vivono nei fondali, ma sono caratterizzati da una lunghezza inferiore a 500 μm ; inoltre, come per il macrozoobenthos, sono anch'essi abbondanti nei sedimenti e potenzialmente utilizzabili allo scopo di valutare le variazioni a livello di comunità indotte dai mutamenti ambientali.

L'opportunità della scelta del macrozoobenthos di fondi mobili come comparto biotico utile a monitoraggi ambientali risiede anche nella spiccata sedentarietà che caratterizza tali organismi animali. I quali, dunque, vivendo a stretto rapporto con il fondale, possiedono, relativamente ad un sito geografico ben specifico, l'intrinseca capacità di rivelare gli effetti delle variazioni ambientali indotte e di "memorizzare" tali informazioni nella struttura di comunità. Inoltre, si tratta generalmente di specie con cicli vitali piuttosto lunghi, in relazione a quelli che sono gli standard dei programmi di monitoraggio.

La composizione e la struttura delle comunità animali bentoniche di fondali mobili marini è strettamente dipendente da una serie di fattori biotici ed abiotici, caratterizzati da una notevole variabilità sia spaziale sia temporale, quali: l'idrodinamismo, la granulometria del substrato, il ritmo sedimentario, la concentrazione di sostanza organica nei sedimenti, la pressione, l'apporto di acque dolci, la presenza di sostanze inquinanti (e l'entità dell'impatto ambientale derivato da qualsiasi attività di origine antropica) e, non da ultime, le caratteristiche biologiche delle specie animali stesse. I popolamenti macrozoobentonici di fondo mobile sono particolarmente importanti per la loro capacità di rispondere significativamente a variazioni ambientali sia di origine naturale sia antropica: le modificazioni ambientali, consistenti principalmente nello scostamento dei fattori

sopra elencati da quelli che sono i naturali valori (sito specifici), provocano di norma alterazioni nella composizione in specie e/o nell'abbondanza relativa degli esemplari di ognuna delle specie caratterizzanti le comunità bentoniche marine. Queste, di conseguenza, assumono un ruolo di "indicatore" di notevole importanza nel processo di valutazione della qualità dell'ambiente, consentendo di evidenziare eventuali alterazioni dello stato naturale dell'area in cui esse esistono. In seguito al verificarsi di fenomeni di disturbo, che causano variazioni tangibili su uno o più fattori ambientali, la composizione del macrozoobenthos dei fondi mobili cambia seguendo il tipico modello della successione secondaria, inizialmente descritto da Pearson e Rosenberg (1978): questa consiste nella transizione da alta a bassa diversità, nonché dalla dominanza delle specie sensibili alla dominanza di specie tolleranti, in concomitanza con la crescita dell'arricchimento organico nel sedimento. Le modificazioni indotte all'ambiente possono dunque essere rilevate osservando l'integrazione delle risposte a condizioni sfavorevoli operata nel tempo dalle comunità bentoniche: in seguito al perdurare della perturbazione, in una prima fase si assiste alla scomparsa graduale delle specie più caratteristiche della comunità; successivamente si verifica una progressiva diminuzione del numero di specie, con una prevalenza sempre maggiore, nel tempo, di quelle caratterizzate da intervalli di tolleranza sempre più ampi, nei confronti di diversi fattori ambientali; infine, in condizioni di disturbo particolarmente elevato, si assiste alla totale scomparsa degli organismi macrobentonici e ad un contestuale ed esponenziale incremento delle popolazioni batteriche, che finiscono per dominare di gran lunga i fondali interessati.

L'approccio ecologico è uno degli aspetti più innovativi della recente normativa europea dell'acqua (Direttiva 2000/60/EC) meglio nota come *Water Framework Directive* (WFD). Difatti, per la prima volta a livello legislativo, vengono considerati come "indicatori" validi della qualità ambientale anche la composizione, l'abbondanza e la biomassa delle comunità biologiche. In particolare, l'analisi della composizione in specie del macrozoobenthos di fondo mobile, oltre ad essere riconosciuta - da parecchi decenni ormai - molto utile nella valutazione dell'identità e delle caratteristiche peculiari degli habitat e degli ecosistemi di appartenenza, attualmente viene utilizzata nei programmi di monitoraggio che hanno lo scopo di valutare lo stato di salute dell'ambiente acquatico e di classificare l'estensione di eventuali impatti ambientali.

Secondo quanto prescritto dalla direttiva 2000/60/CE - in Italia recepita con il D.Lgs. 152/06 ed attuata tramite il D.M. 260/2010 - ai fini della classificazione dello Stato di Qualità Ambientale delle acque marino costiere viene indagata una serie di elementi biologici, fisico-chimici, chimici e idromorfologici; in particolare uno degli elementi di qualità biologica (EQB) presi in considerazione è rappresentato dai *macroinvertebrati bentonici di fondo molle*.

4.2 Metodi e tecniche

Attività di campo

I campionamenti per il prelievo degli organismi del macrozoobenthos sono stati eseguiti, come da “*Scheda metodologica per il campionamento e l’analisi del macrozoobenthos di fondi molli*” (ISPRA).

Il prelievo dei campioni è stato eseguito il 27/04/2020 in tre stazioni con profondità comprese tra 9,7 metri e 11,2 metri, localizzate all’interno del porto di Trapani. Nella tabella 4.1 sono riportate le coordinate UTM delle singole stazioni di campionamento.

Tabella 4.1 - Lista delle stazioni di campionamento del macrozoobenthos con relative coordinate geografiche e profondità.

| Stazione | Coordinate UTM | | Profondità (m) |
|----------|----------------|---------|----------------|
| | N | E | |
| 1 | 280517 | 4209421 | 11 |
| 2 | 280688,8 | 4209884 | 9,7 |
| 3 | 281166,5 | 4210121 | 11,2 |

In ogni stazione, sono state effettuate tre distinte repliche di campionamento, ognuna rappresentata dal prelievo di sedimento dal fondale effettuato tramite una benna Van Veen - con una superficie di presa di circa 0,1 m² – appositamente calata dall’imbarcazione d’appoggio. I campioni prelevati, una volta a bordo, sono stati sottoposti a setacciatura per eliminare dagli stessi, per quanto possibile, il sedimento e raccogliere gli organismi animali delle dimensioni superiori a 0,5 mm. A tal proposito, ogni replica di campionamento è stata opportunamente vagliata su un setaccio con apertura regolare di maglia pari a 0,5 mm. Il materiale raccolto nel

setaccio è stato quindi trasferito in appropriati contenitori in plastica, ognuno dei quali provvisto di un'etichetta contenente le informazioni relative al campionamento d'origine (data di prelievo, codice della stazione, numero della replica). All'interno di ognuno di tali contenitori, gli organismi del macrozoobenthos sono stati "fissati" in una soluzione di formalina al 10% (o formaldeide al 4%). La formalina è stata neutralizzata con carbonato di calcio.

Attività di laboratorio

Prima di essere sottoposto alle indagini di laboratorio, ogni campione di macrozoobenthos è stato innanzitutto adeguatamente sciacquato dalla formalina: nel corso di tale operazione, sono state adottate le dovute precauzioni allo scopo di preservare sia l'ambiente sia gli operatori di laboratorio dagli effetti negativi della formalina. In seguito, i singoli campioni sono stati sottoposti a *sorting* (smistamento), tramite osservazione degli stessi allo stereo-microscopio. Si è così giunti, in primo luogo, all'assegnazione di ognuno degli organismi animali rilevati ad uno dei macrogruppi principali tipicamente caratterizzanti il macrozoobenthos dei fondali sabbiosi costieri del Mediterraneo. Nello specifico, tutti gli organismi riscontrati appartenevano esclusivamente a cinque di questi macrogruppi di specie bentoniche: Molluschi, Anellidi Policheti, Crostacei, Echinodermi, Sipunculidi. Come da protocollo, per ogni campione, l'insieme degli esemplari appartenenti a ciascuno dei suddetti macrogruppi animali è stato posto in un apposito contenitore in plastica, opportunamente etichettato, in una soluzione acquosa con alcol etilico al 70%. Questa ha la funzione di "conservante", nei confronti degli animali del macrozoobenthos, in precedenza "fissati" tramite l'impiego della formalina. I *taxa* sopra citati sono normalmente impiegati in indagini di questo tipo in quanto, oltre ad essere generalmente i più importanti (soprattutto i primi quattro, tra quelli elencati) in termini di abbondanza e distribuzione nel macrozoobenthos marino del Mar Mediterraneo, anche perché gli organismi ad essi appartenenti sono considerati "efficaci descrittori" delle comunità bentoniche cui fanno parte (Gambi *et al.*, 1982; Scipione e Fresi, 1983; Bianchi e Morri, 1985; Gambi e Giangrande, 1986).

Successivamente si è proceduto, con l'ausilio di stereo-microscopi, microscopi e chiavi di identificazione (dicotomiche), alla fase di "identificazione tassonomica" di ogni esemplare del macrozoobenthos riscontrato, fino al livello di specie, ove possibile. Per ciascuna specie - o *taxon*

di livello superiore - è stato effettuato il conteggio del numero di individui presenti in ogni campione. Sulla base delle analisi effettuate, dunque, è stata elaborata la lista delle specie (o dei *taxa* di livello superiore) relativa a ciascun campione.

Il D.M. 260/2010 prevede che la caratterizzazione dello stato di salute delle aree marine sia effettuata tramite la valutazione di Elementi di Qualità Biologica (EQB), quali i “Macroinvertebrati bentonici”. In particolare, gli aspetti da considerare relativamente al macrozoobenthos consistono nel livello di biodiversità e di abbondanza degli invertebrati, nonché nella proporzione tra organismi più o meno sensibili ai livelli di disturbo. L’EQB “Macroinvertebrati bentonici” viene valutato applicando l’indice M-AMBI sulle liste delle specie elaborate. Il M-AMBI è un indice multivariato che prende in considerazione l’indice AMBI (AZTI Marine Biotic Index), la ricchezza specifica totale (S, Richness) -corrispondente al numero totale delle specie catturate nella stazione - e l’indice di diversità specifica (H’, Diversity) (Shannon e Weaver, 1949) - basato sull’abbondanza proporzionale delle specie riscontrate, essendo dunque un indice che tiene conto sia del numero di specie presenti sia del modo in cui gli individui sono distribuiti fra le diverse specie.

L’AMBI prevede la ripartizione delle specie bentoniche presenti in un sito in cinque gruppi ecologici, qui di seguito descritti, ognuno caratterizzato da un determinato grado di sensibilità o tolleranza ad un progressivo peggioramento della qualità delle acque, basato su un metodo di valutazione dello stato di compromissione dell’ecosistema in cui la fonte di inquinamento è l’arricchimento in sostanza organica (Pearson e Rosenberg, 1978):

- gruppo I (GI): specie molto sensibili all’arricchimento organico - presenti quando l’ambiente è intatto - e soggette a scomparsa anche a seguito di un leggero squilibrio;
- gruppo II (GII): specie indifferenti all’arricchimento, presenti in ridotte densità e senza variazioni significative nel tempo, che possono svilupparsi a seguito della riduzione delle specie del gruppo I;
- gruppo III (GIII): specie tolleranti ad un eccesso di sostanza organica, che sono stimolate dall’arricchimento, quindi in situazioni di disequilibrio;
- gruppo IV (GIV): specie opportunistiche di 2° ordine, si sviluppano in condizioni di disequilibrio;
- gruppo V (GV): specie opportunistiche di 1° ordine, presenti in condizioni di forte disequilibrio.

Il calcolo dell’M-AMBI, nella presente indagine, è stato effettuato tramite il software “AMBI: AZTI MARINE BIOTIC INDEX” (AZTI-Tecnalia, www.azti.es), che fornisce i valori dell’AMBI e del M-AMBI,

i livelli di disturbo del sito e lo stato di salute della comunità bentonica. Il software restituisce il dato sulla percentuale di individui, relativamente al numero totale di quelli prelevati, che appartengono a ciascun gruppo ecologico; la ricchezza in specie (S, numero di specie) e la diversità (H', indice di Shannon and Weaver) ed infine il valore dell'M-AMBI che varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE).

Qui di seguito sono indicati i valori di riferimento per ciascuna metrica che compone l'M-AMBI ed i limiti di classe dell'M-AMBI, espressi in termini di RQE, tra lo stato "Elevato" e lo stato "Buono", e tra lo stato "Buono" e lo stato "Sufficiente" riportati dal D.M. 260/2010.

| Macrotipo | Valori di riferimento | | | RQE | |
|-----------|-----------------------|----|----|---------------|-------------------|
| | AMBI | H' | S | Elevato/Buono | Buono/Sufficiente |
| 3 | 0,5 | 4 | 30 | 0,81 | 0,61 |

Ai fini del calcolo e dell'applicazione del M-AMBI, le liste specie/abbondanza relative alle singole repliche prelevate sono state inserite nel software "AMBI: AZTI Marine Biotic Index 5.0" e processate, secondo quanto richiesto dalla procedura guidata insita nello stesso software, prima dell'elaborazione vera e propria dei dati con lo scopo di ottenere i valori degli indici sopra descritti e dello stato di qualità ambientale.

4.3 Risultati

Nella tabella 4.2 è riportato l'elenco delle specie (o altri *taxa* di rango "superiore", quando non si è potuti arrivare fino al livello di specie, nella fase di identificazione dei singoli esemplari) rilevate nell'insieme dei campioni di sedimento analizzati.

Gli esemplari di macrozoobenthos (n = 299) prelevati nelle varie stazioni di campionamento, sono stati attribuiti a 41 differenti *taxa*. Nell'insieme delle tre stazioni, quello dei policheti si è rivelato il gruppo di organismi del macrozoobenthos maggiormente rappresentato in termini di numero di esemplari (n = 139); a seguire, sono stati riscontrati in tutto 100 esemplari appartenenti al macrogruppo dei molluschi e 52 a quello dei crostacei. Decisamente meno rappresentati gli

echinodermi ed i sipunculidi. Come numero di taxa, il macrogruppo maggiormente rappresentato è risultato quello dei molluschi (17 taxa), seguito dai policheti (15 taxa) e dai crostacei (7 taxa).

Tabella 4.2 – Elenco dei taxa di appartenenza degli esemplari riscontrati nei campioni di sedimento.

| FAMIGLIA | TAXON | AUTORE |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|
| <u>CRUSTACEA AMPHIPODA</u> | | |
| Ampeliscidae | <i>Ampelisca diadema</i> | (Costa, 1853) |
| Ampeliscidae | <i>Ampelisca</i> sp. | Krøyer, 1842 |
| Dexaminidae | <i>Dexamine spinosa</i> | (Montagu, 1813) |
| <u>CRUSTACEA DECAPODA</u> | | |
| Diogenidae Ortmann, 1892 | <i>Diogenes pugilator</i> | (Roux, 1829) |
| Upogebiidae Borradaile, 1903 | <i>Upogebia tipica</i> | (Nardo, 1869) |
| <u>CRUSTACEA ISOPODA</u> | | |
| Sphaeromatidae Latreille, 1825 | <i>Sphaeroma serratum</i> | (J. C. Fabricius, 1787) |
| <u>CRUSTACEA TANAIACEA</u> | | |
| Apseudidae Leach, 1814 | <i>Apseudopsis latreillii</i> | (Milne Edwards, 1828) |
| <u>ECHINODERMATA HOLOTHUROIDEA</u> | | |
| | HOLOTHUROIDEA | |
| <u>MOLLUSCA BIVALVIA</u> | | |
| Semelidae Stoliczka, 1870 (1825) | <i>Abra alba</i> | (W. Wood, 1802) |
| Corbulidae Lamarck, 1818 | <i>Corbula gibba</i> | (Olivi, 1792) |
| Veneridae Rafinesque, 1815 | <i>Dosinia lupinus</i> | (Linnaeus, 1758) |
| Lasaeidae Gray, 1842 | <i>Kurtiella bidentata</i> | (Montagu, 1803) |
| Corbulidae Lamarck, 1818 | <i>Lentidium mediterraneum</i> | (O. G. Costa, 1830) |
| Semelidae Stoliczka, 1870 (1825) | <i>Moerella distorta</i> | (Poli, 1791) |
| Lucinidae J. Fleming, 1828 | <i>Myrtea spinifera</i> | (Sturany, 1896) |
| Nuculidae Gray, 1824 | <i>Nucula nucleus</i> | (Linnaeus, 1758) |
| Cardiidae Lamarck, 1809 | CARDIIDAE | Lamarck, 1809 |
| Veneridae Rafinesque, 1815 | <i>Pitar rudis</i> | (Poli, 1795) |
| Veneridae Rafinesque, 1815 | <i>Polittapes aureus</i> | (Gmelin, 1791) |
| Lasaeidae Gray, 1842 | <i>Tellimya ferruginosa</i> | (Montagu, 1808) |
| Tellinidae Blainville, 1814 | TELLINIDAE | Blainville, 1814 |
| Veneridae Rafinesque, 1815 | VENERIDAE (indet.) | Rafinesque, 1815 |
| <u>MOLLUSCA GASTROPODA</u> | | |
| Nassariidae Iredale, 1916 (1835) | <i>Nassarius</i> sp. | Duméril, 1805 |
| Naticidae Guilding, 1834 | <i>Naticarius stercusmuscarum</i> | (Gmelin, 1791) |
| Nassariidae Iredale, 1916 (1835) | <i>Tritia reticulata</i> | (Linnaeus, 1758) |
| <u>ANNELIDA POLYCHAETA</u> | | |
| Cirratulidae Ryckholt, 1851 | <i>Aphelochaeta</i> sp. | Blake, 1991 |
| Capitellidae Grube, 1862 | <i>Capitella capitata</i> | (Fabricius, 1780) |
| Capitellidae Grube, 1862 | CAPITELLIDAE (indet.) | Grube, 1862 |
| Glyceridae Grube, 1850 | <i>Glycera unicornis</i> | Lamarck, 1818 |
| Lumbrineridae Schmarda, 1861 | <i>Lumbrineris</i> sp. | Blainville, 1828 |
| Eunicidae Berthold, 1827 | <i>Marphysa</i> sp. | Quatrefages, 1865 |
| Hesionidae Grube, 1850 | <i>Microphthalmus</i> sp. | Mecznikow, 1865 |
| Nephtyidae Grube, 1850 | <i>Nephtys hombergii</i> | Savigny in Lamarck, 1818 |
| Nereididae Blainville, 1818 | <i>Nereis</i> sp. | Linnaeus, 1758 |
| Onuphidae Kinberg, 1865 | <i>Onuphis eremita</i> | Audouin & Milne Edwards, 1833 |
| Paraonidae Cerruti, 1909 | PARAONIDAE (indet.) | Cerruti, 1909 |
| Spionidae Grube, 1850 | <i>Polydora ciliata</i> | (Johnston, 1838) |
| Spionidae Grube, 1850 | <i>Prionospio cirrifera</i> | Wirén, 1883 |
| Sigalionidae Kinberg, 1856 | SIGALIONIDAE (indet.) | Kinberg, 1856 |
| Spionidae Grube, 1850 | SPIONIDAE (indet.) | Grube, 1850 |
| <u>SIPUNCULA</u> | | |
| | SIPUNCULA (indet.) | Leuckart, 1828 |

Nella tabella 4.3 sono riportati i risultati dell'elaborazione statistica dei dati effettuata con il supporto del software "AMBI: AZTI Marine Biotic Index 5.0".

Tabella 4.3 – Risultati relativi all'applicazione del software "AMBI: AZTI MARINE BIOTIC INDEX" (AZTI-Tecnalia, www.azti.es) ai dati di abbondanza di tutti i taxa del macrozoobenthos, rilevati in ciascuna replica di campionamento. Nella tabella viene espresso: il valore degli indici AMBI (con relativa classificazione del "disturbo" che insiste sull'ambiente naturale) e M-AMBI (con relativo "Rapporto di Qualità Ecologica, RQE); i valori di due indici che rappresentano importanti parametri strutturali della comunità, ovvero la ricchezza specifica totale (*S*, Richness) e l'indice di diversità di Shannon-Weaver (*H'*, Diversity); infine è riportata, nel dettaglio, l'importanza percentuale di ognuno dei 5 gruppi ecologici precedentemente descritti, determinata dall'abbondanza relativa degli esemplari macrozoobentonici appartenenti a taxa "assegnati" ad uno di tali gruppi ecologici, così come indicato nel database di taxa del macrozoobenthos di fondi mobili del Mediterraneo. Tale database, presente anch'esso sul sito web www.azti.es, può essere impiegato insieme al software sopra citato, e viene aggiornato nel tempo, sulla base di nuove informazioni di carattere ecologico sulle specie macrozoobentoniche, dedotte da studi, ricerche etc. L'ultima versione del database, qui impiegata, risale a maggio 2019.

| STAZIONI | GRUPPI ECOLOGICI ^(*) | | | | | INDICI DI DIVERSITA' | | Indice Biotico | AMBI | | M-AMBI | |
|----------|---------------------------------|-------|--------|-------|------|----------------------|-----------------------|----------------|--------|------------------------------|--------|-------------|
| | I(%) | II(%) | III(%) | IV(%) | V(%) | <i>S</i> , Richness | <i>H'</i> , Diversity | BI | Valore | Classificazione del Disturbo | Valore | Stato (RQE) |
| 1 | 5,8 | 9,3 | 44,2 | 27,9 | 12,8 | 26 | 4,36 | 3 | 3,466 | Moderately disturbed | 0,81 | High |
| 2 | 10,4 | 29,2 | 29,2 | 22,9 | 8,3 | 35 | 4,84 | 2 | 2,831 | Slightly disturbed | 1,00 | High |
| 3 | 8,9 | 18,8 | 31,3 | 26,8 | 14,3 | 35 | 4,74 | 3 | 3,05 | Moderately disturbed | 0,94 | High |

(*) I cinque gruppi ecologici in cui sono stati suddivisi i taxa riscontrati nei campioni di macrozoobenthos sono stati precedentemente descritti, nel presente documento, all'interno del paragrafo relativo alle attività di laboratorio.

Per ognuna delle repliche di campionamento, in figura 4.1 è stata espressa graficamente la ripartizione degli esemplari di macrozoobenthos nei 5 gruppi ecologici sopra descritti, calcolata con l'ausilio del software "AMBI: AZTI Marine Biotic Index 5.0". Il processo di identificazione ha consentito di riscontrare l'appartenenza di quasi tutti gli esemplari del macrozoobenthos esaminato ad un *taxon* già assegnato ad uno dei cinque gruppi ecologici di riferimento: durante il processamento dei dati quali-quantitativi del macrozoobenthos, il software AMBI 5.0 assegna automaticamente uno dei suddetti cinque gruppi ecologici ad ogni *taxon* riscontrato. Tale "assegnazione" avviene sulla base di una lista di specie (*Species List*) di riferimento, insita nel software stesso. Tale lista è frutto delle conoscenze di carattere ecologico relative ai singoli taxa del macrozoobenthos marino del Mar Mediterraneo, acquisite nel tempo; la lista è costantemente aggiornata da scienziati esperti dell'argomento. L'ultima versione di tale database, specificatamente impiegata allo scopo della presente indagine, risale a maggio 2019.

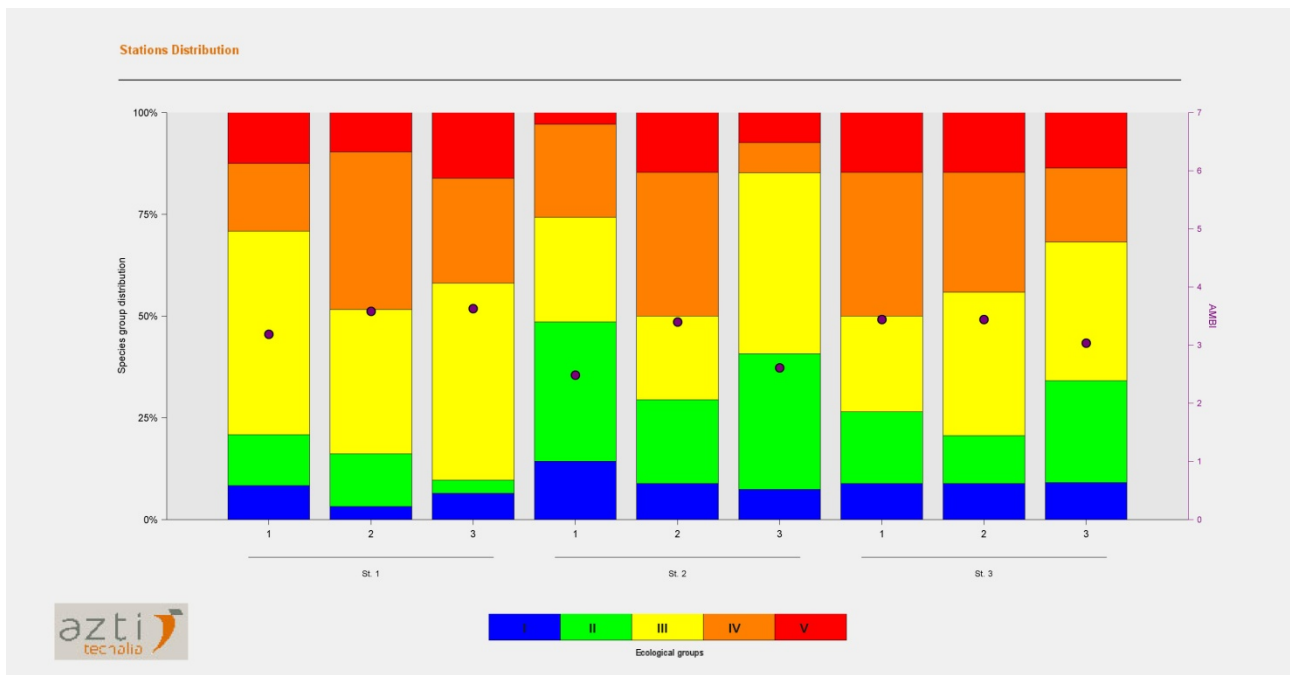


Figura 4.1 – Abbondanza percentuale, nelle singole repliche di campionamento, di ognuno dei 5 gruppi ecologici descritti precedentemente, calcolata in base al numero di esemplari del macrozoobenthos riscontrati nei campioni prelevati, attribuibili a taxa già “assegnati” ad uno di tali 5 gruppi (in base a conoscenze di carattere ecologico).

L’interpretazione dei dati presentati in tabella 4.3 ed in figura 4.1, relativamente alla ripartizione degli esemplari macrozoobentonici nei suddetti 5 gruppi ecologici, pone in risalto come nelle stazioni 1 e 3 dell’area di indagine prevalgano gli organismi del macrozoobenthos attribuibili a taxa dei gruppi ecologici III e IV (ovvero: GIII - specie tolleranti ad un eccesso di sostanza organica, che sono stimolate dall’arricchimento, quindi in situazioni di disequilibrio; GIV - specie opportunistiche di 2° ordine, che si sviluppano in condizioni di disequilibrio). Nella stazione 2, invece, è risultato egualmente rappresentato anche il gruppo II, rappresentato da specie indifferenti all’arricchimento, presenti in ridotte densità e senza variazioni significative nel tempo, che possono svilupparsi a seguito della riduzione delle specie del gruppo I.

A supporto di tali dati vanno anche i valori ricavati relativamente all’indice AMBI in ognuna delle stazioni di campionamento, che inducono a classificare l’area come sottoposta ad una certa entità di disturbo, che è risultata dunque inferiore nella stazione 2 (“leggermente disturbata”), rispetto alle stazioni 1 e 3 (“moderatamente disturbate”) (Tabella 4.3). Infine, i valori di M-AMBI indicano che l’area di studio è contestualmente caratterizzata una buona qualità ambientale, in quanto i valori dello stesso ricavati nelle singole stazioni di campionamento indicano come l’area di

indagine sia interamente contraddistinta dalla classi del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) “elevata” (High) (Tabella 4.3).

La figura 4.2 mostra l’assenza di un ben determinato gradiente spaziale delle stazioni di campionamento del macrozoobenthos, se si prendono in considerazione i valori dell’indice AMBI riscontrati.

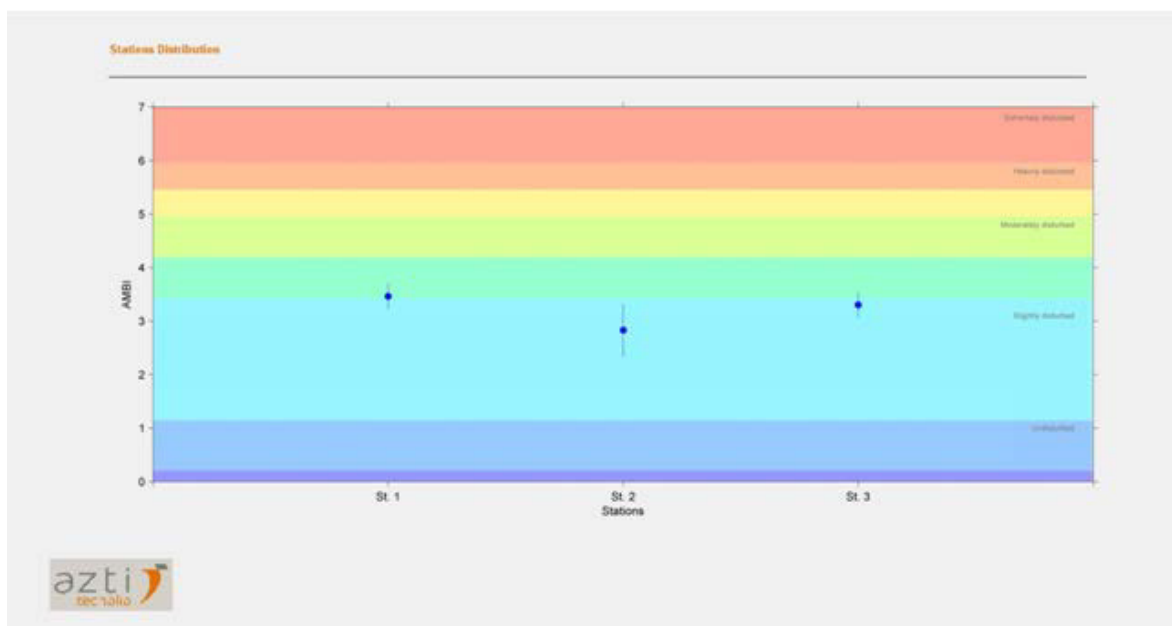


Figura 4.2– Distribuzione delle stazioni di campionamento con relativo valore dell’indice AMBI.

La figura 4.3 mette in evidenza come il numero totale dei *taxa* del macrozoobenthos riscontrati nell’area di indagine varia tra 26 (stazione 1) e 35 (stazioni 2 e 3).

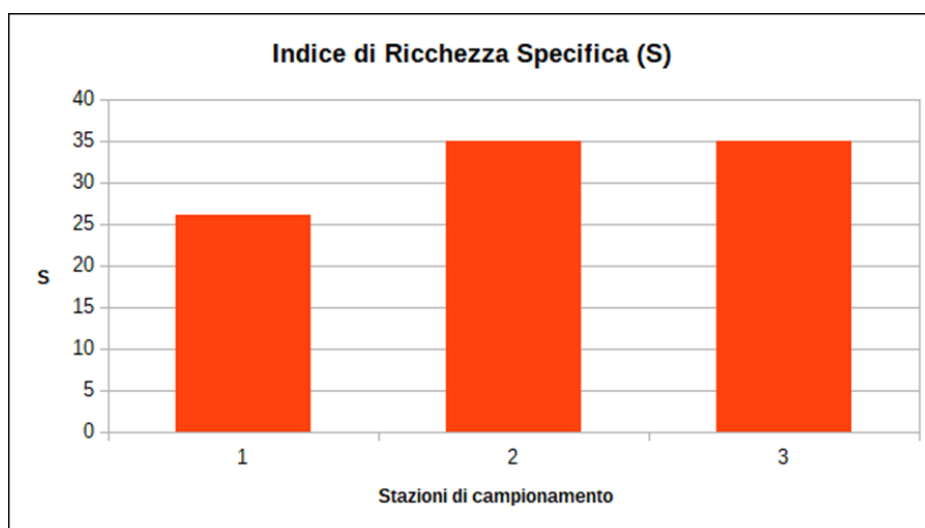


Figura 4.3 – Ricchezza specifica totale del macrozoobenthos riscontrata in ogni stazione di campionamento.

L'indice di diversità specifica (H') esprime un valore tanto più elevato quanto più diversificata è una comunità, a testimoniare una condizione di naturalità migliore. Relativamente al presente caso di studio, in effetti, tale indice ha fatto riscontrare il suo maggior valore nella stazione 2 ($H' = 4,84$), indicando la sussistenza di una comunità macrozoobentonica maggiormente diversificata, rispetto a quelle presenti nelle stazioni 1 e 3 (Figura 4.4). D'altro canto, come suddetto, i risultati delle indagini condotte sui campioni di macrozoobenthos tendono ad indicare come nella stazione 2 insista una condizione di "disturbo" inferiore, rispetto a quanto riscontrato per le altre due stazioni di prelievo (Tabella 4.3).

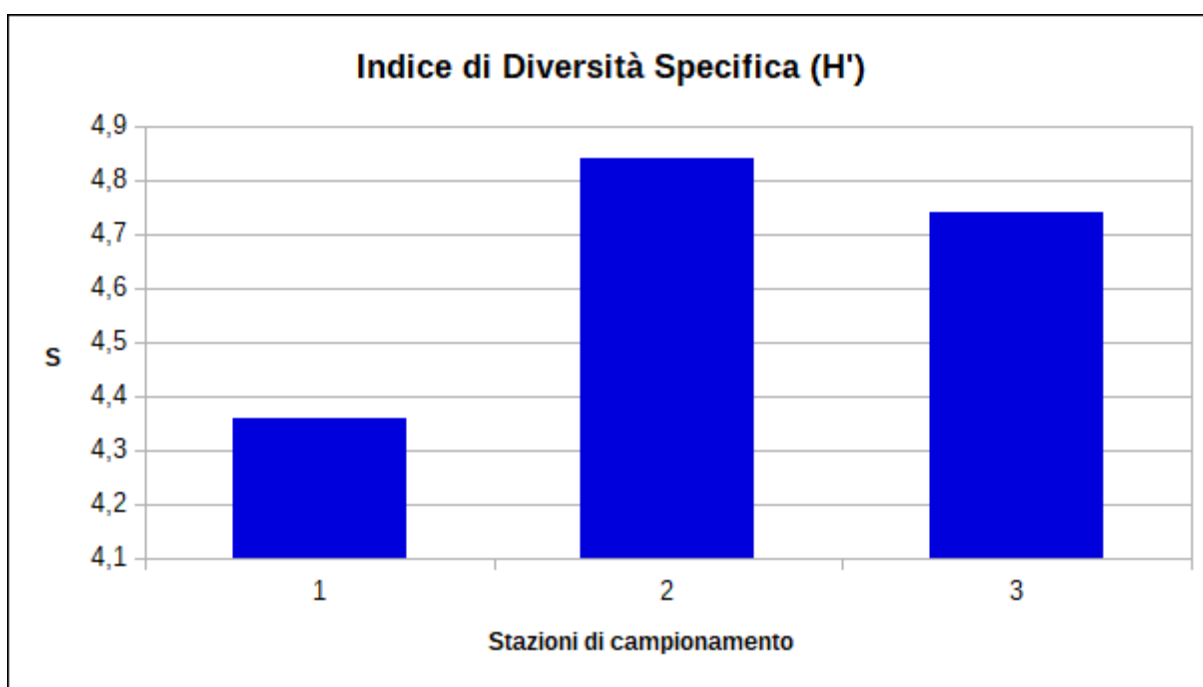


Figura 4.4 – Valori dell'indice di diversità specifica (Shannon-Weaver) riscontrati per il macrozoobenthos in ognuna delle stazioni di campionamento.

L'indice di diversità specifica di Shannon-Weaver, ha fatto riscontrare in ogni stazione valori vicini ai quelli massimi teorici, calcolati in base al numero di specie presenti nel campione (Tabella 4.4), secondo la seguente formula:

$$d_{max} = \log_2 \text{ di } S,$$

dove S è il numero totale di specie nel campione.

Ciò si verifica in quanto, in ogni campione, buona parte delle specie rinvenute ha fatto registrare frequenza numerica non troppo dissimili tra loro, quindi erano caratterizzate da una simile probabilità di cattura. Anche in questo caso, i valori tendono ad indicare la sussistenza di una situazione “migliore”, dal punto di vista delle condizioni ambientali, riferibile alla stazione 2.

Tabella 4.4 – Valori di diversità massima del macrozoobenthos per ogni stazione, calcolati con la formula: $d_{max} = \text{Log}_2 \text{ di } S$.

| Stazioni | Diversità massima teorica ($\text{Log}_2 \text{ di } S$) | H' |
|----------|---|------|
| 1 | 4,7 | 4,36 |
| 2 | 5,13 | 4,84 |
| 3 | 5,13 | 4,74 |



4.4 Conclusioni

Il calcolo degli indici ecologici e l'applicazione del software "AMBI: AZTI Marine Biotic Index 5.0" hanno permesso di evidenziare come sull'ambiente naturale dell'area marina soggetta alla presente indagine insistano fenomeni di disturbo - di origine antropica e/o naturale - di entità classificabile da "lieve" a "moderata". Di contro, relativamente all'Elemento di Qualità Biologica "Macroinvertebrati Bentonici", la qualità ambientale dell'area marina presa in considerazione non possa essere considerata pessima. In definitiva: l'ecosistema bentonico risulta, dunque, subire un disturbo di una certa entità, prettamente dovuto alle attività antropiche (in considerazione dell'area in esame, caratterizzata dalla presenza di un porto commerciale); contestualmente, in base ai dati ricavati dalle analisi eseguite sui campioni di macrozoobenthos, lo stesso ecosistema non risulta definitivamente compromesso da eventuali effetti dovuti alle suddette attività antropiche.



5. Transetti video ispettivi

Sono stati realizzati 3 transetti video-ispettivi denominati Transetto T_1, Transetto T_2 e Transetto T_3. I transetti sono riportati nella tavola di pagina 4 del rapporto finale ed i filmati/foto si trovano come allegato nelle cartelle *"1_Transetti video-ispettivi"* e *"2_Foto nei transetti video-ispettivi"*. In allegato si trasmette la cartella *"3_Verità mare"* dove sono riportate 13 cartelle di immagini riferite nella tavola di Pagina 4.

6. BIBLIOGRAFIA

- Bianchi C.N., Morri C. I Policheti come descrittori della struttura trofica degli ecosistemi marini. 1985. *Oebalia*, 11, N.S.: 203-214.
- Chessa L.A., Fresi E., Lorenzi C., (1995). Stato di salute di una prateria di *Posidonia oceanica* - Metodi di studio. In: *La Posidonia oceanica - Rivista Marittima*, 12: 72-77.
- Cicero A.M., Di Girolamo I., (2001). Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003)". Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM@ICRAM, Roma 2001 (disponibile on line: www.icram.org).
- Gambi M.C., Fresi E., Giangrande A. (1982) Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Naturalista Siciliano*, -497.
- Gambi M.C., Giangrande A. Distribution of soft bottom Polychaetes in two coastal areas of the Tyrrhenian Sea (Italy): structural analysis. 1986. *Estuar. Coast. and Shelf Sc.*, 23: 847-862.
- Giraud, G., (1977). Contribution à la description et à la phénologie des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Thèse Doctorat 3ème Cycle*, Univ. Aix-Marseille, II, p. 150.
- Montefalcone M. (2009) - Ecosystem health assessment using the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: a review. *Ecol. Indic.*, 9: 595-604.
- Montefalcone M., Albertelli G., Bianchi C.N., Mariani M., Morri C., 2006. A new synthetic index and a protocol for monitoring the status of *Posidonia oceanica* meadows: a case study at Sanremo (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 16, 29-42.
- Moreno D., Aguilera P., Castro H., (2001). Assessment of the conservation status of seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows: implications for monitoring strategy and the decision-making process. *Biological Conservation* 102, 325 - 332.
- ISPRA, (2012). Elemento di Qualità Biologica Angiosperme - Scheda metodologica ISPRA per il calcolo dello stato ecologico secondo la metodologia PREI. Aggiornamento. Procedure di campionamento per la raccolta dati.
- 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 à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée* 54: 3-27.
- Pearson T.H., Rosenberg R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanog Mar Biol Ann Rev* 16: 229-311.
- Scipione M.B., Fresi E. Distribution of Amphipod Crustaceans in *Posidonia oceanica* (L.) Delile Foliar Stratus. International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds. 1983. Boudouresque C. F., Jeudy de Grissac A. e Olivier J. edit., GIS Posidonie pubbl., France, 1: 319-329.
- Shannon C.E., Weaver W. (1949) The mathematical theory of communication. Urbana, Univ. Illinois Press.



biosurvey

Cartografia delle principali
Fitocenosi, rilievi e prelievi
in campo nel
Porto di Trapani



Autorità di Sistema Portuale
del Mare di Sicilia Occidentale

Rilievi effettuati mediante
sistema Side Scan Sonar da:



| | |
|--|--------------------------|
| Data esecuzione rilievi | Data elaborazione tavola |
| 31/10/2019 | 25/05/2020 |
| Tavola basata su indagini dirette effettuate nel maggio 2020 | |
| Biosurvey srl | |
| Parametri Geodeiici | |
| Datum WGS 84 | |
| Pro UTM 33 | |



1:5 500

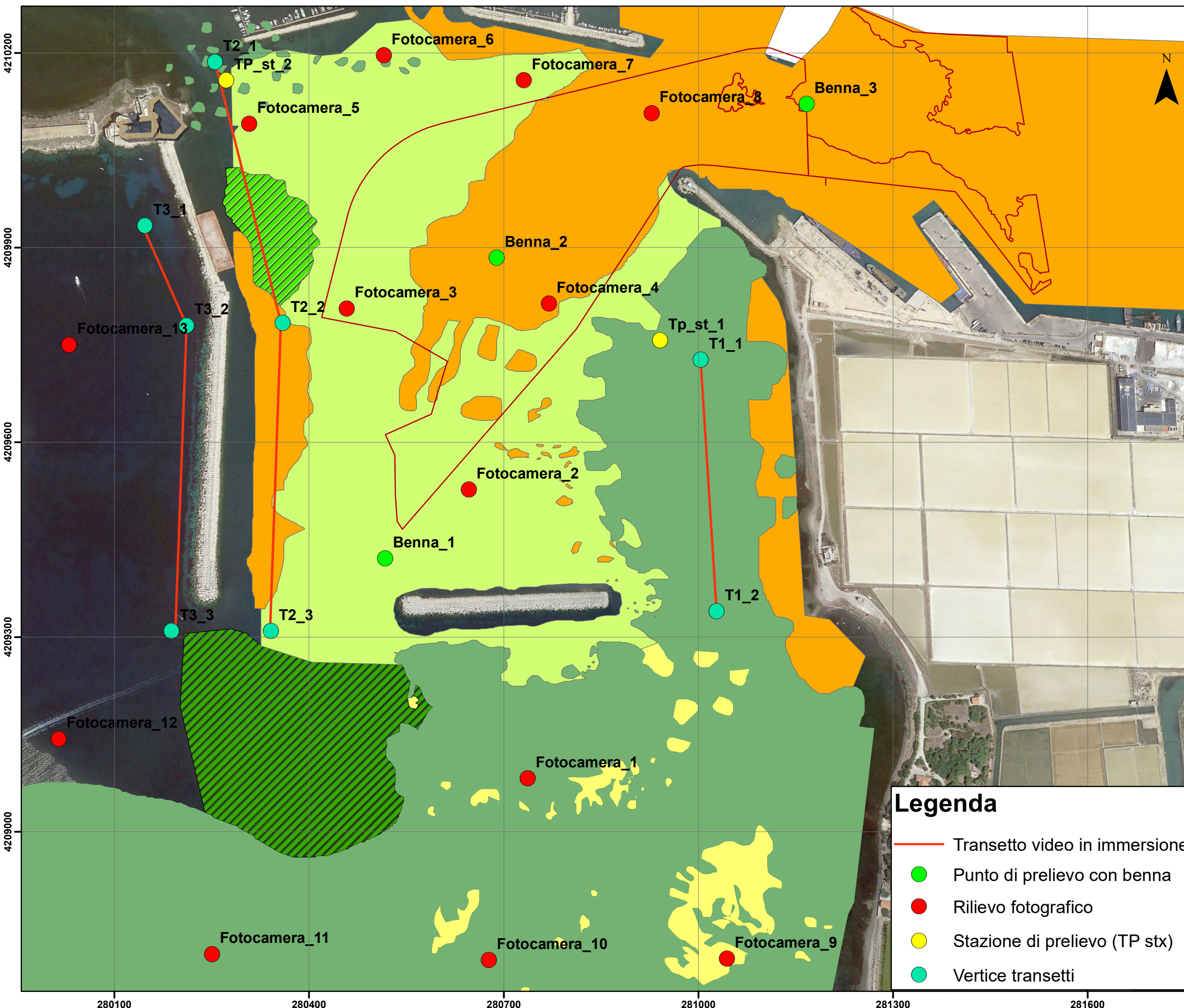


Legenda

- Area di escavo
- C. Taxifolia
- Sedimenti sciolti
- P. oceanica
- Mosaico P. oceanica, sedimenti sciolti, Matte morte
- Sabbie
- Mosaico C. nodosa e C. taxifolia

Legenda

- Transetto video in immersione
- Punto di prelievo con benna
- Rilievo fotografico
- Stazione di prelievo (TP stx)
- Vertice transetti



4210200
4209900
4209600
4209300
4209000

280100 280400 280700 281000 281300 281600