



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Provveditorato Interregionale Opere Pubbliche

Sicilia-Calabria

UFFICIO 4 - OPERE MARITTIME SICILIA

PALERMO

OPERE PER CONTO DELL'AUTORITA' PORTUALE DI CATANIA



PORTO DI CATANIA

(2^A CAT. - 1^A CLASSE)

**PROGETTO DEI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO
E RICARICA DELLA MANTELLATA DELLA DIGA
FORANEA, RAFFORZAMENTO E
POTENZIAMENTO DELLA TESTATA**

PROGETTO ESECUTIVO redatto ai sensi dell'art. 33 comma 1 del D.P.R. 207/2010

Tavola:

B.3

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE

n° 23/A del 26 Settembre 2014

UFFICIO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Pietro Viviano

Ing. Salvatore Gemma

Collaboratori:

P.I. Marino Mondello

IL COORDINATORE DELL'UFFICIO PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Pietro VIVIANO

VISTO: IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO *sino al 17.10.2017*

Dott. Ing. Riccardo Lentini

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO *dal 18.10.2017*

Dott. Ing. Carlo Guglielmi

	RELAZIONE TECNICA	Cod. Doc.: MD7540-RTC
		Rev. N.: 0
		Date Rev.: 23.03.2016
File name: MD7540-RTC_Relazione Tecnica_R0	Prepared: CTG	Issued: ARA

	PORTO DI CATANIA: INDAGINE AMBIENTALE E CAMPIONAMENTI FINALIZZATI ALLO STUDIO DELLE BIOCENOSI DI FONDO MOLLE PRESENTI NEI PRESSI DEL MOLO DI LEVANTE LATO ESTERNO. RELAZIONE TECNICA	
---	---	---



**PORTO DI CATANIA: INDAGINE AMBIENTALE E
CAMPIONAMENTI FINALIZZATI ALLO STUDIO DELLE
BIOCENOSI DI FONDO MOLLE PRESENTI NEI PRESSI DEL
MOLO DI LEVANTE LATO ESTERNO
- RELAZIONE TECNICA -**

AUTORITÀ PORTUALE DI CATANIA

DOCUMENTO N.: P1293-RTC_APC-BIOCENOSI_R00



Revisione	Data	Descrizione	Redatta	Controllata	Approvata	Approvazione del Cliente
Rev.00	25/05/2016	Relazione Tecnica	GCT	DBR	ARA	

Questo documento è proprietà di Geonautics Srl. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Geonautics srl. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.



INDICE DELLE REVISIONI

Rev. No.	Scopo	Descrizione della Revisione
REV00	Prima Emissione	



SOMMARIO

INDICE DELLE REVISIONI	2
SOMMARIO.....	3
INDICE DELLE FIGURE	4
1 INTRODUZIONE E RIFERIMENTI GENERALI.....	5
1.1 Lista degli Acronimi e Abbreviazioni.....	5
1.2 Introduzione e Scopo del lavoro.....	6
1.3 Praterie di <i>Posidonia oceanica</i>	6
1.4 Comunità macrobentoniche.....	8
1.5 Periodo di Lavoro.....	9
2 METODOLOGIE OPERATIVE	10
2.1 Mobilitazione.....	10
2.2 Calibrazioni Strumentali	10
2.3 Sistema di Posizionamento Superficiale.....	11
2.4 Sistema Side Scan Sonar	11
2.5 Girobussola.....	12
3 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E ACQUISIZIONE DATI.....	12
3.1 Acquisizione Dati di Posizione e Navigazione.....	12
3.2 Acquisizione Dati Side Scan Sonar	13
3.3 Campionamento di sedimenti	13
3.4 Mezzo nautico impiegato	15
3.5 Visual Census	16
4 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE DATI.....	17
4.1 Elaborazione Dati di Posizione e Navigazione	17
4.2 Elaborazione Dati Morfologici.....	17
4.3 Restituzione Cartografica e Risultati	17
4.4 Studio delle comunità bentoniche	18
4.5 Analisi granulometrica sul sedimento	19
5 RISULTATI E CONCLUSIONI	20
5.1 Caratterizzazione delle biocenosi.....	20
Biocenosi di fondo duro.....	20
Biocenosi di fondo molle	27
5.2 Analisi granulometrica.....	30
5.3 Carta delle biocenosi	31
6 BIBLIOGRAFIA	33
7 ALLEGATI.....	36
ALLEGATO I – Rapporti di Prova	36
ALLEGATO II – Carta delle Biocenosi	36



INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Porto di Catania – Molo di Levante lato mare: Evidenziata in colore rosso l'area nella quale sono state svolte le attività d'indagine ambientale.....	10
Figura 2 – Side scan sonar Starfish 990F.....	12
Figura 3 – Stazioni di campionamento individuate in base alle linee guida di riferimento (ISPRA, 2003) e alle specifiche tecniche fornite dalla committenza.....	14
Figura 4 – Porto di Catania: Imbarcazione Neptune1 ed equipaggiamento impiegati per il campionamento di sedimenti nel lato esterno del molo di Levante. Nell'immagine in basso dettaglio della benna Van-Veen impiegata.....	15
Figura 5 – Porto di Catania: Fase di apertura della benna e raccolta del sedimento da destinare all'analisi delle comunità macrobentoniche.....	16
Figura 6 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Piano mesolitorale caratterizzato dalla fascia a balanomorpha che contraddistingue la linea di marea lungo tutta la scogliera artificiale. ...	21
Figura 7 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Masso in calcestruzzo ricoperto di feltri biologici, caratterizzati dall'insieme di forme incrostanti animali e vegetali.....	21
Figura 8 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Masso in calcestruzzo ricoperto dai gametofiti dall'alga rossa <i>Asparagopsis taxiformis</i> e da altre forme incrostanti.....	22
Figura 9 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Piano infralitorale caratterizzato dalla zona di pascolo (barren) dei ricci di mare (cerchiati in rosso), a livello dei massi in calcestruzzo che occupano la porzione di fondale che va da appena al di sotto la superficie del mare sino ai -5/6m.	22
Figura 10 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Piano infralitorale caratterizzato da un letto artificiale di massi sui quali si è insediata una biocenosi delle alghe fotofile perlopiù rappresentata da forme piccole e incrostanti.....	24
Figura 11 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Piano infralitorale caratterizzato dai massi sui quali nelle zone più nascoste e al riparo dalla luce si instaura una biocenosi sciafila perlopiù rappresentata da forme incrostanti animali.....	24
Figura 12 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Piano infralitorale caratterizzato dalla zona rocciosa occupata dalle biocenosi fotofile. Nelle immagini alcuni degli organismi tipici di questo ambiente in cui dominano le forme incrostanti sono principalmente echinodermi, policheti e pesci che “pascolano”, predano e trovano riparo tra le rocce.....	25
Figura 13 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Piano infralitorale caratterizzato dal substrato incoerente di natura sabbiosa originario dell'area e sulla quale è stata costruita l'attuale scogliera artificiale. In basso dettaglio di una rete da pesca abbandonata.....	26
Figura 14 – Il mollusco gasteropode <i>Acteon tornatilis</i> rappresenta una specie tipica delle biocenosi delle sabbie fini ben classate (SFBC).	27
Figura 15 – Granulometria: Percentuale in peso (%) di ghiaia (frazione >2mm) riscontrata nei sedimenti campionati lungo il molo di levante lato mare del porto di Catania.	30
Figura 16 – Granulometria: Percentuale in peso (%) di sabbia (63µm < frazione < 2mm) riscontrata nei sedimenti campionati lungo il molo di levante lato mare del porto di Catania.....	31
Figura 17 – Granulometria: Percentuale in peso (%) di pelite (frazione < 63µm) riscontrata nei sedimenti campionati lungo il molo di levante lato mare del porto di Catania.	31
Figura 18 – Porto di Catania: carta delle biocenosi presenti lungo la scogliera e fondali adiacenti del molo di levante lato mare del porto di Catania.	32



1 INTRODUZIONE E RIFERIMENTI GENERALI

1.1 Lista degli Acronimi e Abbreviazioni

DGPS	Differential Global Positioning System	Sistema di Posizionamento Globale Differenziale
GPS	Global Positioning System	Sistema di Posizionamento Globale
RTK	Real Time Kinematic	Sistema di posizionamento centimetrico
SSS	Side Scan Sonar	Sonar a scansione laterale
OTS		Operatore Tecnico Subacqueo
TM	Transverse Mercator Projection	Proiezione Trasversa di Mercatore
UTM	Universal Transverse Mercator	
WGS84	World Geodetic System 1984	
KP	Kilometer Post	Progressiva Chilometrica
GIS	Geographic Information System	Sistema Geografico Informatizzato



1.2 Introduzione e Scopo del lavoro

In seguito all'incarico ricevuto dalla rispettabile Autorità di Catania, la Geonautics s.r.l. ha eseguito un'indagine ambientale finalizzata alla caratterizzazione delle biocenosi di fondo molle presenti nei fondali adiacenti al molo di Levante lato esterno del porto di Catania (**Figura 1**). Le attività, inserite nell'ambito dei "lavori di consolidamento e ricarica della mantellata della diga foranea, rafforzamento e potenziamento della testata", sono state svolte sia mediante indagine geofisica condotta con l'ausilio di strumentazione sonar (side scan sonar), sia mediante campionamenti diretti di sedimento impiegato per lo studio delle biocenosi di fondo mobile e la definizione delle caratteristiche granulometriche. I risultati delle indagini sono stati utilizzati per la produzione di una mappa dettagliata delle biocenosi presenti nell'area.

In accordo con le specifiche tecniche fornite dalla committenza, nell'area indicata, sono state eseguite le seguenti attività:

- Indagine morfologica dei fondali eseguita mediante sistema side scan sonar (SSS);
- Indagini granulometriche e caratterizzazione delle biocenosi;
- Elaborazione dei dati, stesura report e produzione cartografia e mappa delle biocenosi.

La presente Relazione Tecnica Finale contiene una descrizione dettagliata di tutte le metodologie applicate, delle risorse impiegate e dei risultati raggiunti nell'ambito del lavoro commissionato, nonché tutte le informazioni ritenute utili alla comprensione e impiego degli elaborati finali.

L'attività di monitoraggio prevede l'individuazione e la caratterizzazione delle eventuali praterie di Posidonia oceanica (Habitat prioritario 1120 del protocollo SPA/BIO) e delle comunità macrobentoniche insediate nei sedimenti di fondo mobile, seguendo le indicazioni tecnico-scientifiche ritenute necessarie e basate sui criteri indicati nel manuale ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione Ambientale).

La caratterizzazione ante operam dei fondali del sito interessato, si rende necessaria al fine di fornire un quadro della situazione ambientale in quel dato momento, indispensabile per la successiva valutazione dei possibili effetti che le attività di realizzazione dell'opera possono determinare a carico delle biocenosi marine, come quelle caratterizzate dalla fanerogama marina *P. oceanica* e sulla composizione e struttura dei popolamenti macrobentonici insediati nei sedimenti.

1.3 Praterie di *Posidonia oceanica*

Le praterie di *P. oceanica* negli ultimi decenni sono divenute oggetto di tutela e di una migliore gestione (Pergent-Martini, 2000; Boudouresque, 2003; Procaccini *et al.*, 2003; Boudouresque *et al.*, 2006; Ferrari *et al.*, 2008; Montefalcone *et al.*, 2009).

Queste praterie costituiscono, infatti, un elemento fondamentale per la qualità dei litorali che sta alla base della pesca artigianale e dello sviluppo del turismo, attività di fondamentale importanza socio-economica per alcuni paesi rivieraschi mediterranei (Boudouresque *et al.*, 2005; 2006; Ferrari *et al.*, 2008).

La conservazione e la protezione delle praterie di Posidonia sono dunque giustificate, non solo per il loro grande valore patrimoniale ma anche per ragioni economiche (Boudouresque, 2002; Boudouresque *et al.*, 2006).



P. oceanica è una fanerogama marina endemica del Mediterraneo, costituita da fusti che si accrescono orizzontalmente o verticalmente generalmente infossati nel sedimento, detti rizomi. Quelli orizzontali prendono il nome di rizomi plagiotropi, mentre quelli verticali sono detti ortotropi (Caye, 1980; Boudouresque *et al.*, 2006).

Questa pianta può colonizzare vaste aree del fondo marino, formando ampie distese verdi che prendono il nome di praterie. Queste si distribuiscono a partire dalla zona più superficiale (1-15 m), in genere in luoghi più riparati dal moto ondoso (moda calma), fino a 30-35 m di profondità, spingendosi a volte fino a 40 metri, in relazione alla trasparenza delle acque (Buia *et al.*, 2003; Boudouresque *et al.*, 2006). Lo sviluppo e la crescita avvengono solitamente su substrati sabbiosi, talvolta misti a fango, ma anche su fondi detritici e rocciosi; sono condizionati sia dalla conformazione del litorale e del fondo marino, che dalla trasparenza delle acque e dalla conseguente intensità luminosa che raggiunge il fondale. La pianta tollera range piuttosto ampi di temperatura compresi tra i 10 e i 28°C (Augier *et al.*, 1993), mentre risulta poco resistente alle variazioni di salinità: la distribuzione delle praterie si interrompe, infatti, davanti alla foce dei fiumi e negli stagni salmastri probabilmente a causa anche degli elevati trasporti terrigeni. Le praterie hanno un'ampia distribuzione lungo le coste mediterranee ed essendo la specie chiave dell'intero ecosistema costiero, costituiscono uno degli ambienti più produttivi e importanti del Mediterraneo suscitando l'interesse delle comunità scientifiche internazionali (Boudouresque *et al.*, 2006; Montefalcone *et al.*, 2009).

Le praterie sono, inoltre, delle vere e proprie aree di nursery, habitat permanenti per una grande varietà di specie sia animali (più di 1000) che vegetali (più di 400), rappresentando pertanto un polo di biodiversità marina unico (Bell e Harmelin-Vivien, 1982; Boudouresque e Meinesz, 1982; Bellan-Santini *et al.*, 1994; Francour, 1997; Boudouresque, 2004).

Considerando il ruolo della Posidonia all'interno degli equilibri fisici dei sistemi litorali, l'aspetto più importante è rappresentato dal fatto che essa costituisce una vera e propria barriera vegetale che favorisce la sedimentazione del particolato in sospensione lungo la colonna d'acqua (Boudouresque e Meinesz, 1982; Boudouresque e Jeudy de Grissac, 1983; Jeudy de Grissac e Boudouresque, 1985; Gacia e Duarte, 2001; SDAGE, 2003; Romero, 2004), riducendo al tempo stesso l'idrodinamismo (onde e correnti) e limitando di conseguenza, l'erosione costiera. La decantazione del sedimento, principalmente di quello fine, all'interno della "matte", contribuisce ad aumentare la trasparenza delle acque litorali (Boudouresque e Meinesz, 1982; Jeudy de Grissac e Boudouresque, 1985). Le foglie morte trasportate dalle correnti e accumulate sulla riva, specialmente durante il periodo invernale, costituiscono, inoltre, delle banquettes (banchetti) importanti per la protezione delle spiagge dall'erosione (Boudouresque e Meinesz, 1982; Jeudy de Grissac e Audoly, 1985; Chessa *et al.*, 2000; SDAGE, 2003).

Nel corso del 20° secolo, soprattutto dopo gli anni '50, le praterie di *P. oceanica* hanno subito un considerevole processo di regressione, in particolar modo vicino ai grandi centri urbani e portuali (Pérès e Picard, 1975; Boudouresque e Meinesz, 1982; Pérès, 1984; Boudouresque, 1996, 2003; Romero, 2004; Solis-Weiss *et al.*, 2004; Boudouresque *et al.*, 2006).

Chiaramente le attività umane rappresentano il principale fattore di regressione delle praterie di Posidonia, sebbene le cause siano molteplici, agiscono in sinergia e pertanto non sono facili da isolare e studiare separatamente (Boudouresque *et al.*, 2006).

La realizzazione di strutture sul mare quali dighe, barriere frangiflutti e porti, in base al valore ambientale dell'area in cui si intendono costruire, possono costituire una minaccia importante per le coste e in particolar modo per le praterie di Posidonia. Tali costruzioni possono alterare localmente le dinamiche di onde e correnti modificando in tal modo i processi di trasporto dei sedimenti litorali che determinano la loro distribuzione, con i conseguenti fenomeni di erosione o accumulo (Astier,



1984). Queste modificazioni alterano il tasso di sedimentazione e l'accrescimento verticale dei rizomi. Un accumulo eccessivo di sedimento, infatti, determina il ricoprimento degli apici vegetativi della pianta: se il tasso di sedimentazione supera i 5-7 cm/anno, i punti vegetativi muoiono (Boudouresque et al., 1984; Boudouresque et al., 2006).

La costruzione di infrastrutture in mare quali porti e dighe perpendicolari alla linea di costa, determinano uno spostamento delle correnti verso il largo, con fenomeni di ipersedimentazione a monte (depositi di sedimento) ed erosione (carenza di sedimento) a valle (Blanc e Jeudy de Grissac, 1989). Le dighe parallele alla costa, alterando il moto ondoso, possono determinare effetti simili (Boudouresque *et al.*, 2006).

Oltre alla variazione delle correnti e dei flussi sedimentari, la costruzione di porti e terrapieni può provocare un aumento della torbidità delle acque. L'idrodinamismo, infatti, contribuisce a risospingere una parte del materiale terrigeno riversato in mare, causando da una parte la diminuzione della trasparenza delle acque con una conseguente riduzione dell'attività fotosintetica, e dall'altra l'eccessivo deposito di sedimento sulle praterie; infine i sedimenti fini rimangono in sospensione durante le tempeste: ciò porta ad una diminuzione della trasparenza delle acque a lungo termine (Charbonnel, 1993; Boudouresque et al., 2006).

Da quanto sopra descritto risulta indispensabile, in fase di progettazione di qualsiasi opera in mare, la caratterizzazione preliminare dei fondali finalizzata a valutare la presenza/assenza di eventuali praterie di Posidonia e un attività di monitoraggio delle praterie individuate finalizzata all'acquisizione dei parametri descrittivi dello stato di salute della prateria stessa ed eventualmente a suggerire le misure di salvaguardia di questa fanerogama, in modo da auspicare una gestione integrata della fascia costiera che consenta uno sviluppo sostenibile dell'area rendendola fruibile all'uomo senza una simultanea degradazione dell'ambiente marino costiero circostante.

1.4 Comunità macrobentoniche

Tra i vari descrittori dello stato di qualità ambientale dei fondali marini la fauna bentonica (organismi che intrattengono relazioni legati in modo più o meno strette con il fondo) riveste una notevole importanza. Le comunità bentoniche, analizzate nella loro composizione e trasformazione nel tempo e nello spazio, infatti, possono assumere il ruolo di "indicatori biologici", intesi come "spia" di condizioni ambientali complesse da interpretare e difficilmente misurabili, in quanto rappresentano la risultante di interazioni tra molteplici fattori (Dean, 2009; Goodsell *et al.*, 2009, Rosenberg *et al.*, 2009; Kröncke e Reiss, 2010). Lo studio delle variazioni spaziali e temporali dei popolamenti bentonici consente, quindi, una lettura fortemente integrata delle variazioni spaziotemporali del "mondo fisico", rappresentando la "memoria biologica" dell'ecosistema e fornendo informazioni sufficientemente complete circa la qualità dell'ambiente (Damiani *et al.*, 1988; Rosenberg *et al.*, 2009; Kröncke e Reiss, 2010).

La comunità bentonica presenta capacità omeostatiche: è, infatti, in grado di reagire con "aggiustamenti" interni ai diversi fattori stressanti che agiscono dall'esterno, mantenendo una condizione di equilibrio. Se però tali sollecitazioni superano le capacità omeostatiche dei singoli organismi, la comunità non è più in grado di mantenere le sue condizioni di equilibrio e la sua struttura viene modificata sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.

Il ruolo di indicatore attribuito all'intera comunità (animale o vegetale) va, quindi, interpretato alla luce delle capacità insite a detta comunità di reagire alla situazione ambientale globale. Dallo studio delle modificazioni quali-quantitative nella struttura della comunità si possono, infatti, trarre informazioni sufficientemente complete circa la qualità dell'ambiente (Goodsell *et al.*, 2009).



Il quadro di una data situazione ambientale è il risultato delle interazioni di un gran numero di fattori altrimenti non rilevabili o difficilmente misurabili senza l'impiego di un alto numero di mezzi, di un elevato impiego di tempo e con costi contenuti entro la finalità dell'indagine (Stirn, 1981; Goodsell *et al.*, 2009; Kröncke e Reiss, 2010).

Nell'ambito delle comunità zoobentoniche, quelle dei macroinvertebrati (organismi trattenuti da un setaccio di maglia di 1 mm) si sono rivelate, per ragioni di ordine pratico, le più idonee in questo tipo di indagine (Dean, 2009; Kröncke e Reiss, 2010). I gruppi sistematici maggiormente rappresentati nelle comunità bentoniche marine di acque costiere, sia come numero di specie che come numero di individui, sono - escludendo gli organismi coloniali - gli Anellidi Policheti, i Molluschi, i Crostacei Malacostraci (soprattutto Anfipodi e Decapodi) e gli Echinodermi.

In particolare, i Policheti, capaci di occupare nicchie alimentari notevolmente diversificate e di inserirsi, quindi, a differenti livelli trofici nelle comunità macrobentoniche, rappresentano “efficaci descrittori” sia in termini funzionali (Bianchi e Morri, 1985; Dean, 2009) che strutturali (Gambi e Giangrande, 1986; Dean, 2009). Anche i Molluschi possono svolgere il ruolo di “efficace descrittore” delle condizioni ecologiche globali di ecosistemi marini costieri (Gambi *et al.*, 1982). Nell'ambito dei Crostacei, gli Anfipodi in particolare si sono rivelati una componente importante della fauna mobile in vari ambienti (Scipione e Fresi, 1983).

1.5 Periodo di Lavoro

Le attività di indagine in corrispondenza dell'area di interesse, precedute dalle propedeutiche operazioni di mobilitazione e calibrazione della strumentazione, sono state realizzate nelle seguenti date:

- 17/03/2016 sono stati eseguiti i campionamenti di sedimento con benna Van-Veen;
- 18/03/2016 sono stati eseguiti i rilievi morfologici con sistema (SSS).

Le attività sono state svolte nelle ore diurne in relazione alle condizioni meteo marine adeguate.

Le attività di analisi ed elaborazione dati sono iniziate il 21/03/2016 e completate fino all'emissione del presente documento.



Figura 1 - Porto di Catania – Molo di Levante lato mare: Evidenziata in colore rosso l'area nella quale sono state svolte le attività d'indagine ambientale.

2 METODOLOGIE OPERATIVE

2.1 Mobilitazione

Preliminarmente alle attività di rilievo in mare, la strumentazione è stata accuratamente sottoposta alle operazioni di manutenzione e preparazione all'utilizzo sul campo.

- ✓ Mobilitazione Imbarcazione "Neptune 1".
- ✓ Installazione e test del ricevitore GPS - RTK;
- ✓ Installazione e test del sistema S.S.S.;
- ✓ Installazione e test della girobussola;
- ✓ Installazione e test del Sistema di Navigazione e Acquisizione Dati e collegamento con tutte le periferiche di misura.
- ✓ Installazione e verifica dell'attrezzatura di campionamento (Benna Van Veen e traliccio con verricello);
- ✓ Installazione e verifica del sistema ROV per le video riprese subacquee e verità a mare.

Completate le fasi di installazione, la strumentazione è stata sottoposta ad attenti controlli di funzionamento e alle successive procedure di calibrazione prescritte dalle case costruttrici al fine di ottenere la richiesta accuratezza ed affidabilità dei dati.

2.2 Calibrazioni Strumentali

Nella prima parte di questa fase è stato testato e verificato il corretto funzionamento di tutte le apparecchiature in dotazione. Le operazioni di calibrazione sono iniziate solo dopo aver verificato l'esito positivo di tale controllo preliminare.



2.3 Sistema di Posizionamento Superficiale

Per il posizionamento di superficie è stato utilizzato un sistema di posizionamento satellitare GPS in modalità RTK. La verifica del corretto funzionamento del ricevitore nella modalità RTK è stata effettuata il giorno prima della partenza installando l'antenna del ricevitore GPS in corrispondenza di un punto di coordinate note e appurandone la corrispondenza con la misura effettuata, sia come coordinate che come valore di quota, nell'ambito della precisione strumentale attesa. In dettaglio in base allo scopo del lavoro, il segnale RTK è stato quello fornito dalla LEICA - ITALPOS Network in modalità RTK MAX, che permette rilievi RTK di precisione centimetrica con il solo sistema ROVER, il quale inviando la propria posizione alla stazione di correzione più vicina, riceve a sua volta le relative correzioni dal network. Il risultato finale è quello di avere in tempo reale i dati di posizione e di quota ellissoidica corretti con precisione centimetrica.

Una volta completata la fase di calibrazione e aver appurato la qualità delle misurazioni, si è dato inizio alla fase di installazione dello stesso ricevitore a bordo dell'imbarcazione Neptune1 (**Figura 2**).

2.4 Sistema Side Scan Sonar

Per l'esecuzione del rilievo morfologico dei fondali è stato utilizzato un sonar a scansione laterale (Side Scan Sonar) della Tritech modello Starfish 990F () che per le sue caratteristiche dimensionali ben si adatta ai rilievi in aree portuali e bassi fondali.

Il sistema Side Scan Sonar è stato montato e configurato con l'apposito software di gestione ed utilizzato a traino dall'imbarcazione.

Prima di iniziare le operazioni è stato eseguito un rubber test a bordo e un setting dei valori di gain, TVG finalizzati a rendere quanto più leggibili i sonogrammi acquisiti.

Il range laterale usato per le operazioni è stato fissato pari a 30 m effettuando più linee di acquisizione parallele alla scogliere mantenendo un overlap di copertura del 30%. In tal modo è stata garantita la copertura di acquisizione dell'intera area di interesse.



Figura 2 – Side scan sonar Starfish 990F

2.5 Girobussola

Durante la fase di installazione della girobussola si è provveduto ad allineare la linea di fede dello strumento con l'asse longitudinale dell'imbarcazione. L'offset di installazione finale della girobussola è stato poi misurato con l'imbarcazione ormeggiata nel Porto di Catania.

Per la calibrazione della girobussola è stato necessario determinare l'orientamento della banchina di ormeggio dell'imbarcazione Neptune1.

Contemporaneamente, con l'imbarcazione stabilmente ormeggiata in corrispondenza della banchina di riferimento, è stata effettuata la lettura della girobussola e si è preso nota della differenza tra l'orientamento della banchina di ormeggio fornita dalle misure topografiche e quello fornito dalla girobussola.

Le operazioni di misura sono state ripetute 6 volte in 30 minuti ed è stata fatta una media delle differenze. I valori ottenuti sono inseriti nel software di navigazione per la compensazione dell'allineamento della girobussola.

3 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO E ACQUISIZIONE DATI

Le operazioni in mare sono state eseguite solo nelle ore diurne e con condizioni meteomarine adeguate. In tal modo si è potuto operare entro i limiti di sicurezza garantendo nel contempo un'elevata qualità dei dati.

3.1 Acquisizione Dati di Posizione e Navigazione

L'acquisizione, la gestione e la memorizzazione dei dati di posizione e navigazione è stata eseguita dal sistema di navigazione costituito da un PC equipaggiato con il software QINSy della QPS. Il



sistema è stato interfacciato con il sistema di posizionamento RTK, con la girobussola e il sensore di assetto per la gestione e l'acquisizione di tutti i dati di posizionamento e navigazione.

Il piano di navigazione da seguire nell'area di indagine è stato preventivamente inserito nel sistema di Navigazione e visualizzato durante le operazioni di acquisizione per facilitare la guida in rotta dell'imbarcazione.

Per ogni linea di navigazione è stato creato un file dati separato, contenente tutte le informazioni di posizione per ciascuno dei sensori di misura utilizzati.

3.2 Acquisizione Dati Side Scan Sonar

I dati morfologici forniti dal sistema S.S.S. sono stati acquisiti con una workstation equipaggiata con il software Qinsy impiegato per seguire il piano di navigazione e la visualizzazione delle rotte in tempo reale.

L'acquisizione dei dati è stata invece effettuata tramite il software specifico Seastar.

Il trasduttore del sistema (towfish), trainato dall'imbarcazione e mantenuto a circa 3-4 m dal fondo, utilizzando un sostegno realizzato in acciaio inox, veniva filato e recuperato in relazione alla profondità incontrata, annotando le misurazioni di cavo per l'aggiornamento in tempo reale del layback, relativo al posizionamento. Si è provveduto a mantenere un overlap del 50% fra le linee di acquisizione adiacenti al fine di ottenere la ridondanza di dati necessaria ad una corretta elaborazione ed una copertura totale.

Il range laterale usato per le operazioni è stato fissato pari a 30 m con uno swath totale di 60 m, mentre l'overlap fra le varie strisciate è stato garantito dall'esecuzione di un navigation plan con spacing pari a 10 m. Prima di iniziare l'acquisizione dell'area da indagare, si sono eseguite una serie di strisciate atte al settaggio (Gain, TVG, velocità imbarcazione ecc) ottimale dello strumento.

3.3 Campionamento di sedimenti

Le attività di campionamento sono state condotte nel rispetto delle linee guida ISPRA (2003) con riferimento alle metodologie di campionamento del macrozobenthos di fondo molle e agli aspetti quali-quantitativi delle analisi da effettuare.

Sulla base di tali indicazioni ed in base alle specifiche tecniche indicate dalla Committenza, sono state predisposte 9 stazioni di campionamento ripartite in tre transetti costa-largo distribuiti nell'area di di interesse.

È stato proposto un criterio di campionamento che prevedeva, l'impiego di una benna Van-Veen da 24 l effettuando quattro repliche per ogni stazione; tre destinate alla caratterizzazione delle biocenosi e una per l'analisi granulometrica. Questo criterio tiene conto della eterogeneità batimetrica dei fondali, della variabilità qualitativa dei sedimenti nonché dell'articolazione strutturale dei fondali circostanti al molo di Levante.

Le coordinate delle stazioni di campionamento e le relative quote batimetriche rilevate *in situ* durante il prelievo dei campioni sono riportate in Tabella 1. La georeferenziazione dei punti e il posizionamento del mezzo navale sono stati effettuati con le modalità descritte in seguito.



Tabella 1 – Nomi e coordinate geografiche delle stazioni di campionamento localizzate in del molo di Levante lato mare del porto di Catania.

Stazione di Campionamento	Latitudine	Longitudine	Quota batimetrica (m)	Metodo di Campionamento
CT125	37°29'04,724"N	15°06'02,238"E	10,8	Benna Van Veen
CT150	37°29'04,635"N	15°06'03,283"E	15,7	Benna Van Veen
CT1100	37°29'04,008"N	15°06'05,958"E	18,5	Benna Van Veen
CT225	37°29'32,435"N	15°06'02,558"E	9,7	Benna Van Veen
CT250	37°29'32,424"N	15°06'03,416"E	17,1	Benna Van Veen
CT2100	37°29'32,407"N	15°06'05,620"E	19,2	Benna Van Veen
CT325	37°29'56,540"N	15°06'00,004"E	8,9	Benna Van Veen
CT350	37°29'55,278"N	15°06'01,749"E	16,4	Benna Van Veen
CT3100	37°29'55,057"N	15°06'05,170"E	18,8	Benna Van Veen

In **Figura 3** è riportata l'indicazione delle stazioni di campionamento a 25m, 50m e 100 m di distanza dalla scogliera, per il prelievo dei sedimenti sui quali sono state svolte le indagini ambientali e granulometriche.

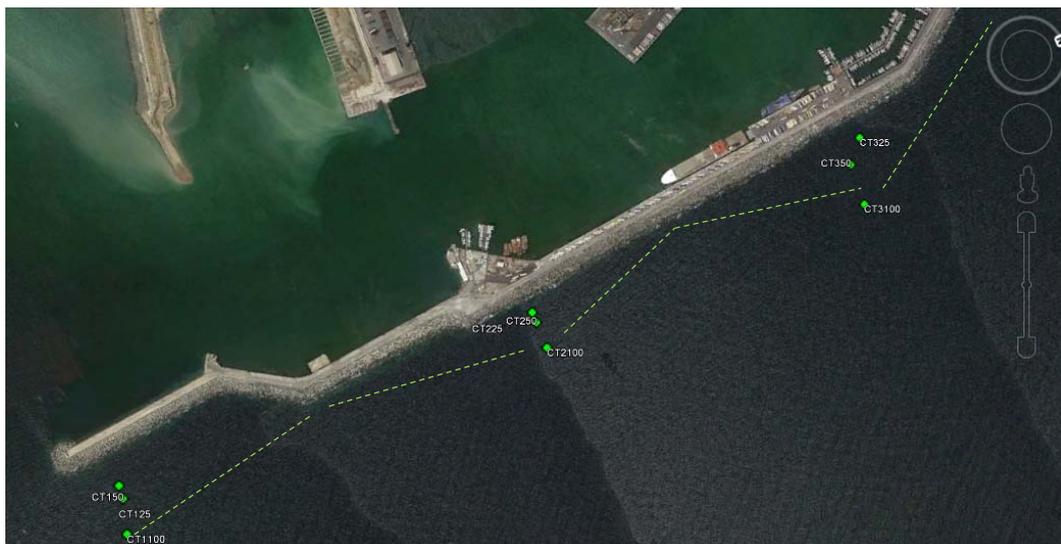


Figura 3 – Stazioni di campionamento (pallini verdi) individuate in base alle linee guida di riferimento (ISPRA, 2003) e alle specifiche tecniche fornite dalla committenza. In tratteggio i transesti effettuati per il visual census.



3.4 Mezzo nautico impiegato

Per il raggiungimento e lo stazionamento sui punti di campionamento, per la movimentazione della strumentazione di campionamento e per la raccolta del sedimento è stata utilizzata un Arvor 215 di 6.88 m di lunghezza per 2,54 m di larghezza e 2 tonnellate di stazza lorda, denominata “Neptune1” (Figura 4) e regolarmente iscritto nel registro della capitaneria di porto di Porto Empedocle con il numero di matricola PE1275 (Figura 4). Il mezzo nautico è stato dotato di un idoneo sistema per il sollevamento e lo sbraccio fuori bordo della benna e per il suo recupero dopo il campionamento.

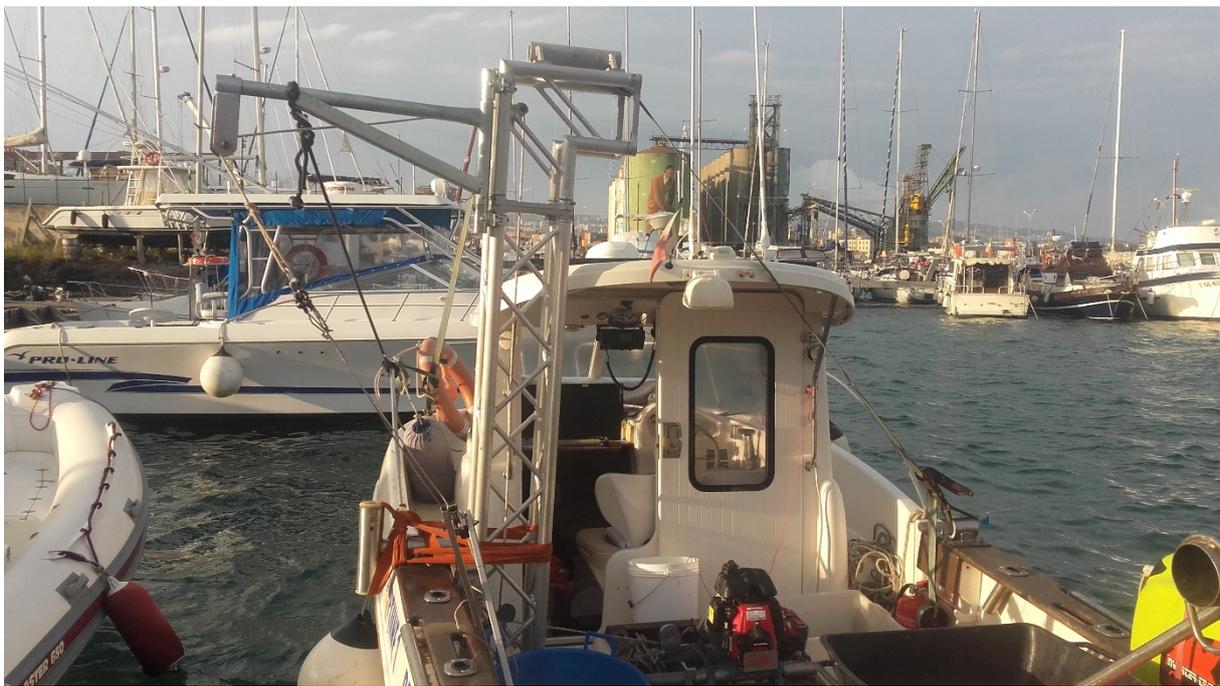


Figura 4 – Porto di Catania: Imbarcazione Neptune1 ed equipaggiamento impiegati per il campionamento di sedimenti nel lato esterno del molo di Levante. Nell’immagine in basso dettaglio della benna Van-Veen impiegata.

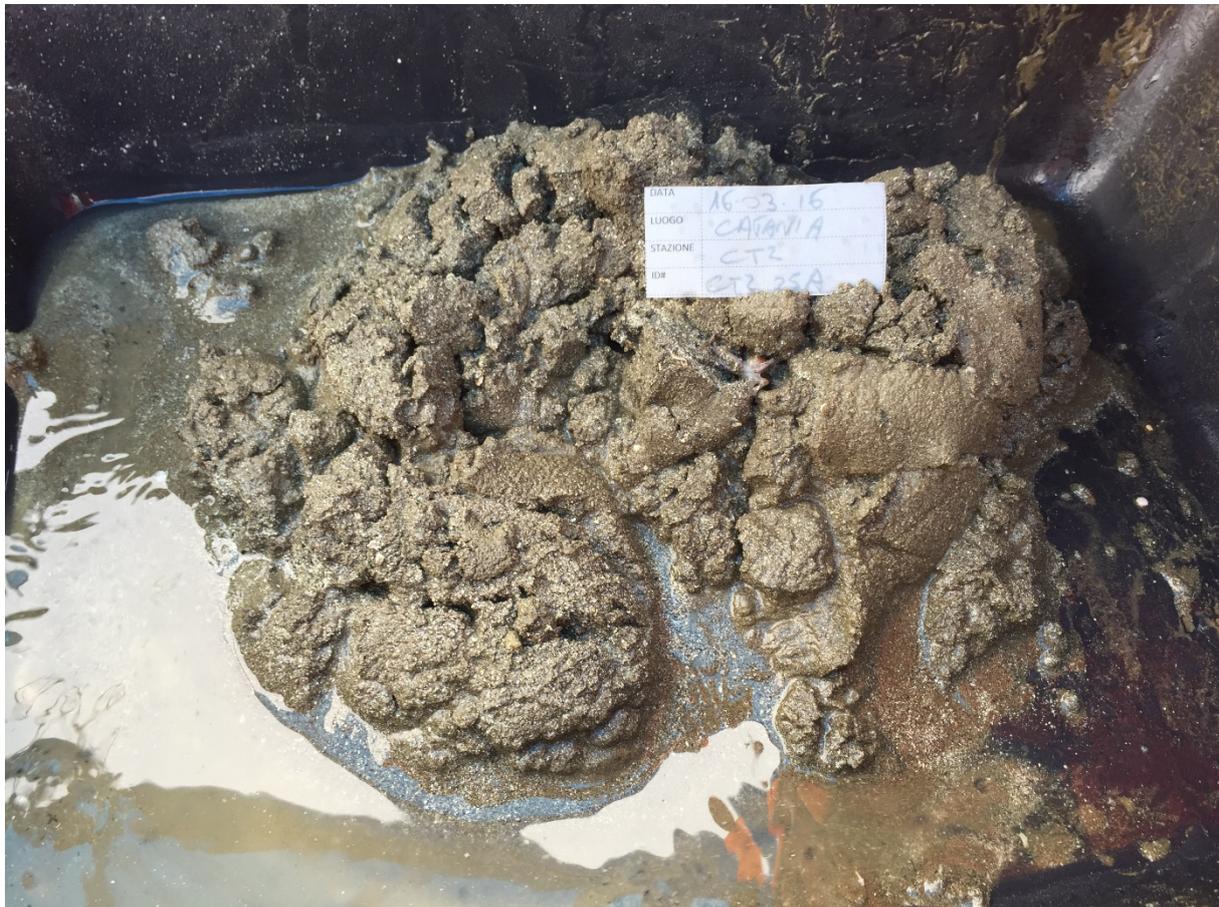


Figura 5 – Porto di Catania: Fase di apertura della benna e raccolta del sedimento da destinare all’analisi delle comunità macrobentoniche.

3.5 Visual Census

Sulla base delle risultanze emerse dal rilievo morfologico (S.S.S.) sono stati individuati dei transetti sui quali effettuare le “verità a mare” mediante riprese video-filmate con O.T.S. e videocamera subacquea.

Il rilievo e le relative registrazioni delle immagini sono state effettuate, nella quasi totalità dei transetti, ortogonalmente alla linea di costa e tenendo una velocità costante del mezzo navale.

Il vantaggio di lavorare su transetti ortogonali alla costa è quello ottenere una buona descrizione dei cambiamenti all’interno di una prateria lungo un gradiente ambientale quale, ad esempio, la profondità, e permettere la migliore interpolazione possibile per conformazioni di norma strettamente correlate con l’andamento batimetrico.

Con l’obiettivo di individuare l’eventuale presenza di praterie di *P. oceanica* nell’area, sono state eseguite le operazioni di indagine strumentale lungo i 3 transetti indicati, identificati dalle stazioni CT1, CT2 e CT3. Oltre al transetto perpendicolare (costa-largo) sono stati eseguiti dei transetti di congiungimento tra le stazioni per aumentare il campo di ricerca (Figura 3 – linee in tratteggio).



I geofisici, supportati da biologi marini, hanno discriminato le diverse tipologie di substrato, prestando particolare attenzione all'aspetto alla caratterizzazione dei popolamenti presenti. Le aree caratterizzate sono state contornate con delle polilinee e i relativi poligoni ottenuti sono stati successivamente campiti, utilizzando la terminologia introdotta da Pérès e Picard (1964).

L'interpretazione dei sonogrammi ottenuti con tecnologia Side Scan Sonar (S.S.S.), supportata dalle riprese video fornisce dati attendibili riguardo la presenza o l'assenza della fanerogama. A tal fine il dato strumentale è stato confermato direttamente mediante ispezioni visive in immersione in apnea in corrispondenza dei transetti indicati.

4 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE DATI

Questa attività è stata svolta presso il Centro Elaborazione Dati della Geonautics srl al termine delle indagini in mare ed ha previsto le seguenti fasi operative principali.

4.1 Elaborazione Dati di Posizione e Navigazione

Per mezzo del modulo Processing del software di Acquisizione e Navigazione QINSy, si è provveduto ad analizzare tutti i dati di posizione raccolti durante i rilievi. È stata controllata la qualità dei dati di posizione e sono stati eliminati gli eventuali errori di posizionamento utilizzando i fattori di qualità contenuti nel messaggio digitale ricevuto dal sistema GPS (HDOP).

4.2 Elaborazione Dati Morfologici.

I dati morfologici acquisiti con il sistema Side Scan Sonar, sono stati processati con il software Sonarwiz 5 della Chesapeak Tech. La prima fase di elaborazione ha permesso di eseguire la riproduzione e georeferenziazione dei record applicando la correzione per la rimozione della colonna d'acqua (*water column removal*) e la compensazione geometrica per la distanza inclinata (*slant range correction*). Le registrazioni georeferenziate delle singole linee di rilievo sono state mosaicate sia per ottenere una visione d'insieme della morfologia dell'area sia per facilitare il lavoro d'interpretazione e mappatura del fondale e individuazione di target significativi.

Nel dettaglio il processing di questa tipologia di dati ha visto:

- L'aggancio del fondo mediante la correzione del "bottom tracking", *water column removal*, *slant range correction*.
- Correzione del TVG.
- Verifica del corretto valore di layback e smothing della navigazione.
- Creazione di strisciate georeferenziate per la cartografia finale.

4.3 Restituzione Cartografica e Risultati

I risultati del rilievo sono stati processati ed interpretati al fine di produrre un'accurata cartografia rappresentativa delle biocenosi presenti nell'area, utilizzando la simbologia e nomenclatura impiegata da Peres e Picard (1964). La cartografia è presentata in proiezione UTM con datum WGS84, i cui parametri rilevanti sono riportati nella sottostante **Tabella 1**.



Datum	WGS84
Proiezione	UTM
Zona-UTM	33 N
Falso Est	500000
Falso Nord	0
Meridiano centrale	15° EST
Fattore di scala	0.9996
Tabella 1 – Parametri geodetici impiegati	

In dettaglio sono state generate:

- 1) Carta delle biocenosi in scala 1:2000.

Tutta la cartografia, la gestione dei dati geografici e la loro relativa integrazione è stata trattata con sistema GIS (Global Mapper 17.0).

4.4 Studio delle comunità bentoniche

Lo studio delle comunità macrobentoniche di fondo molle è stato condotto presso il laboratorio C.A.D.A. snc di Filippo Giglio. Tale studio prevede l'esecuzione di:

- analisi tassonomiche fino al livello di specie;
- analisi granulometriche del sedimento.

Lo studio delle biocenosi bentoniche di fondo molle prevede la caratterizzazione delle comunità macrobentoniche attraverso l'identificazione delle specie appartenenti ai taxa ritenuti i migliori indicatori delle caratteristiche ambientali (Pérès e Picard, 1964).

La prima fase dello studio è stata caratterizzata dall'apertura dei campioni e dalla setacciatura su setacci di maglia 1mm per consentire il recupero degli organismi macrobentonici da identificare. Un successivo lavaggio viene effettuato con l'uso di appositi setacci, uno con fori di maglia di 3 mm, posizionato in alto, ed uno con fori di maglia di 1 mm posizionato sotto quest'ultimo. Una volta lavato, il campione viene osservato poco alla volta al binoculare in modo da separare gli organismi animali dalla frazione inorganica e da quella organica vegetale e di dividerli nei fondamentali gruppi tassonomici: Mollusca, Crustacea, Policheta e Altro (quest'ultimo comprendente Echinodermi, Nematodi, Cnidari ed eventuali altri gruppi ritrovati).

La fase dello smistamento, detta *sorting* (Gray, 1974), è necessaria per facilitare le successive operazioni di determinazione della fauna bentonica ritrovata. Gli organismi raccolti dalla fase di *sorting* vengono conservati in etanolo al 70% fino alla successiva fase di identificazione tassonomica, svolta con l'ausilio delle chiavi dicotomiche di riferimento (Fauvel, 1923; Priolo, 1968; Nordsieck, 1977; Ponder, 1983; Graham, 1988; Tebble, 1976; Poppe e Yoshiro, 1991; Sabelli



et al., 1992; Chevreux, 1925; Chiarelli, 1999; Clemam, 2003) ed atlanti (Giannuzzi-Savelli *et al.*, 1997a; 1997b; 1997c) per i vari gruppi animali e finalizzata ad assegnarne, dove possibile la specie di appartenenza.

L'elenco delle specie individuate su ogni replica e stazione e il relativo numero di individui viene riportato su una matrice in formato elettronico impiegata per l'elaborazione statistica dei risultati ed il calcolo dei principali indici ecologici che forniscono informazioni sulla struttura della comunità. In particolare, per ogni stazione, vengono riportati il numero medio di individui (N), il numero medio di specie (S), l'indice di diversità (Shannon e Weaver, 1963), l'indice di equiripartizione (Pielou, 1966), e l'indice di dominanza (Simpson, 1949).

Inoltre è possibile determinare l'indice AMBI (AZTI Marine Biotic Index) calcolato con l'utilizzo del software omonimo sviluppato da AZTI-Tecnalia Marine Research division, che consente di assegnare lo stato ecologico di un sito sulla base della struttura delle comunità bentoniche che lo popolano.

Per la caratterizzazione delle comunità macrobentoniche si procedeva alla identificazione delle specie appartenenti ai taxa ritenuti i migliori indicatori delle caratteristiche ambientali, in accordo con Pérès e Picard (1964).

La prima fase è stata caratterizzata dal lavaggio accurato del sedimento, in modo da eliminare l'eccesso di formalina e da separare due frazioni granulometriche. Il lavaggio è stato effettuato con l'uso di appositi setacci, uno con fori di maglia di 3 mm, posizionato in alto, ed uno con fori di maglia di 1 mm posizionato sotto quest'ultimo. Una volta lavato, il campione è stato osservato poco alla volta al binoculare in modo da separare gli organismi viventi dalla frazione inorganica e da quella organica vegetale e di dividerli nei fondamentali gruppi tassonomici: Mollusca, Crustacea, Policheta e Altro (quest'ultimo comprendente Echinodermi, Nematodi, Cnidari ed eventuali altri gruppi ritrovati).

La fase dello smistamento, detta sorting (Gray, 1974), è stata necessaria per facilitare le successive operazioni di determinazione della fauna bentonica ritrovata. La determinazione degli esemplari appartenenti ai vari taxa ritrovati è stata effettuata attraverso visione al binoculare e utilizzo di chiavi di determinazione (Priolo, 1968; Nordsieck, 1977; Ponder, 1983; Graham, 1988; Tebble, 1976; Poppe e Yoshiro, 1991; Sabelli *et al.*, 1992; Chiarelli, 1999; Clemam, 2003) ed atlanti (Giannuzzi-Savelli *et al.*, 1997a; 1997b; 1997c).

4.5 Analisi granulometrica sul sedimento

Il campione, conservato a freddo fino all'arrivo in laboratorio, è stato asciugato in stufa per tre giorni alla temperatura di 100° C. Il campione secco è stato rapidamente sminuzzato per garantire una corretta separazione delle particelle, dopo l'essiccamento infatti è possibile che il sedimento sia coeso in grossi granuli. Sono state quindi pesate aliquote di circa 25 g da sottoporre all'analisi granulometrica. Le aliquote sono state poste in bottiglie con tappo da 500 ml e si è proceduto quindi con l'aggiunta di 250 ml di acqua di rubinetto e 10 ml di sodio polifosfato (NaPO₃). I campioni sono stati agitati per 15 min. e lasciati overnight.

I campioni sono stati agitati una seconda volta per 15 min. e quindi sciacquati su un setaccio avente maglia uguale a 63 µm. Il campione rimasto sul setaccio è stato recuperato su un imbuto realizzato



con carta da filtro. L'imbuto contenente il campione è stato posto in stufa a 100°C per una notte. Quindi si è proceduto con la setacciatura del campione su una colonna di setacci, 2mm, 1mm, 500 µm, 250 µm, 125 µm, 63 µm (velocità 80, tempo 10 min.). Il contenuto di ogni setaccio è stato recuperato e pesato per la determinazione delle classi granulometriche.

5 RISULTATI E CONCLUSIONI

5.1 Caratterizzazione delle biocenosi

Lo studio dell'ambiente marino e delle biocenosi presenti e caratterizzanti il molo di levante lato esterno del porto di Catania, è stato condotto sia attraverso le conoscenze bio-ecologiche già acquisite in letteratura, ma soprattutto attraverso la campagna d'indagine effettuata nel sito in esame.

Per la valutazione delle principali facies di fondo duro e di fondo molle presenti lungo la scogliera e nei fondali adiacenti, sono stati effettuate indagini non distruttive sia mediante strumentazione a traino dall'imbarcazione (side scan sonar) che mediante transetti video con la tecnica del Visual Census (censimento visivo) che attraverso campionamento di sedimenti per lo studio diretto delle comunità macrobentoniche di fondo molle.

Biocenosi di fondo duro

Per la corretta interpretazione dei sonogrammi acquisiti con il side scan sonar e la caratterizzazione delle biocenosi di fondo duro è stata impiegata la tecnica del visual census per le verità a mare. In dettaglio sono stati realizzati 3 transetti side scan sonar paralleli alla linea di scogliera estesi per tutta la lunghezza per l'acquisizione "a copertura totale" dell'area e 4 transetti visual census perpendicolari alla linea di scogliera estesi circa 60 m per "la verità a mare" al fine di interpretare al meglio i sonogrammi nella produzione della carta delle biocenosi.

Ogni transetto visual census (condotto da un operatore in apnea) iniziava dalla scogliera fino ad una profondità massima di 14 m.

La località oggetto di studio è esposta alle mareggiate di scirocco e libeccio, inoltre la geomorfologia del fondo caratterizzata da una "franata artificiale" di massi alternata a substrato incoerente fa sì che il fondale marino sia contraddistinto da una scarsa copertura vegetale.

In tutti i transetti, è stato riscontrato lo stesso andamento sia in termini di variazione batimetrica che di tipologia di substrato incontrato e organismi animali e vegetali presenti. Ciò premesso, nel descrivere i transetti eseguiti e le foto subacquee riportate, al fine di evitare ripetizioni, si riporta un commento unico che riporta l'andamento complessivo dei risultati ottenuti.

L'area esaminata si suddivide in un ambiente roccioso dato dai massi in calcestrizzo della scogliera artificiale fino ad una profondità di -5/6m e un ambiente roccioso caratterizzato dai massi che costituiscono lo strato inferiore della scogliera fino alla profondità di -10/14 m, oltre i quali trova spazio esclusivamente una distesa sabbiosa.

Sui massi in calcestrizzo è stata riscontrata la presenza di biocenosi fotofila della roccia infralitorale di moda battuta, tipica dei livelli più superficiali di zone particolarmente esposte alle mareggiate.



Il piano mesolitorale, ossia la zona influenzata dalle maree e dall'azione delle onde, è caratterizzata da una fascia tipica in cui domina la presenza di balanomorfi o più comunemente noti come “denti di cane” (**Figura 6**). Si tratta di crostacei cirripedi caratterizzati da un guscio calcareo di forma tronco-conica dai quali fuoriescono i cirri, piccole appendici filamentose, utilizzati per catturare plancton e particelle organiche.

Immediatamente al di sotto della superficie marina, i blocchi di calcestruzzo si manifestano sotto un'alternanza di vari livelli di copertura. Alcuni tratti risultano ricoperti di feltri algali (**Figura 7**), altri di una coltre algale “canopy” dell'alga rossa invasiva *Asparagopsis taxiformis* (**Figura 8**), altri ancora invece appaiono quasi completamente denudati dai ricci di mare andando a costituire quel particolare tipo di habitat definito con la terminologia di barren (**Figura 9**), per indicare la zona di pascolo di questi echinodermi riscontrati con le tre principali specie *Paracentrotus lividus*, *Harbacia lixula* e *Spaerechinus granularis*.



Figura 6 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Piano mesolitorale caratterizzato dalla fascia a balanomorpha che contraddistingue la linea di marea lungo tutta la scogliera artificiale.



Figura 7 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Masso in calcestruzzo ricoperto di feltri biologici, caratterizzati dall'insieme di forme incrostanti animali e vegetali.



Figura 8 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Masso in calcestruzzo ricoperto dai gametofiti dall’alga rossa *Asparagopsis taxiformis* e da altre forme incrostanti.



Figura 9 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Piano infralitorale caratterizzato dalla zona di pascolo (barren) dei ricci di mare (cerchiati in rosso), a livello dei massi in calcestruzzo che occupano la porzione di fondale che va da appena al di sotto la superficie del mare sino ai -5/6m.

L’agglomerato roccioso costituito dai massi presente nella figura conferma il forte moto ondoso a cui spesso è soggetta l’area, in quanto questi massi sono per la maggior parte nudi o coperti perlopiù da forme incrostanti di alghe e invertebrati rappresentando una zona di pascolo ideale per numerosi pesci (**Figura 10**). Non è stato difficile, infatti, imbattersi in banchi di salpe (**Figura 12**),



pesci erbivori tipici di questi ambienti, e pesci pappagalli (Specie provenienti dal mar rosso ma ormai comune in tutto il mediterraneo). Questa zona, ricca di anfratti, e tane è un ottimo nascondiglio per diverse specie da tana in particolar modo per saraghi che sono stati avvistati in abbondanza (**Figura 12**).

Negli spazi e nelle cavità generate dalla diversa disposizione dei blocchi in cui la luce non riesce a penetrare in quantità sufficiente allo sviluppo della coltre algale, trovano spazio diversi organismi sciafili tra cui oltre a diverse alghe rosse incrostanti, si individuano alcuni poriferi e celenterati (**Figura 11**).





Figura 10 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Piano infralitorale caratterizzato da una letto artificiale di massi sui quali si è insediata una biocenosi delle alghe fotofile perlopiù rappresentata da forme piccole e incrostanti.

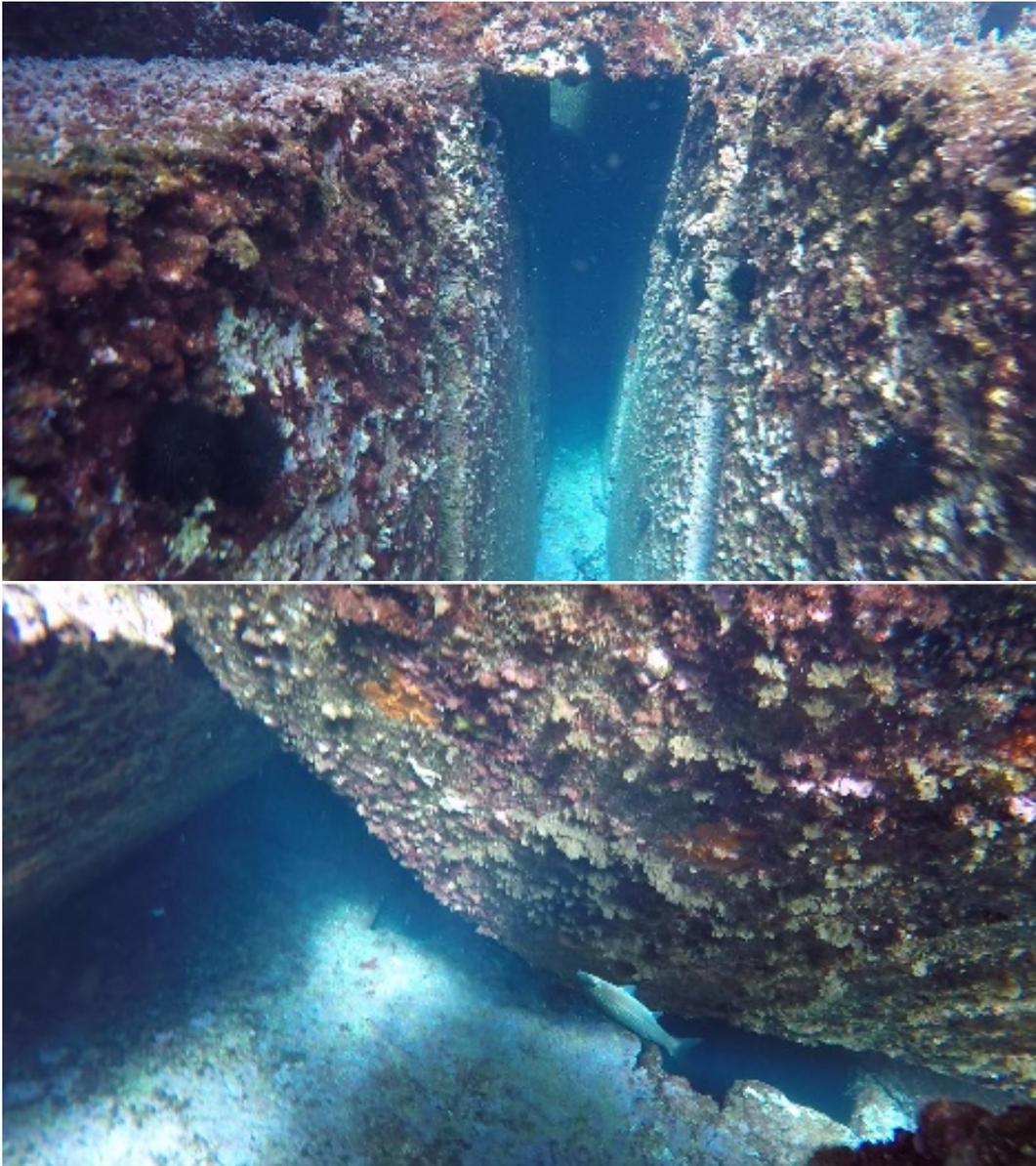


Figura 11 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Piano infralitorale caratterizzato dai massi sui quali nelle zone più nascoste e al riparo dalla luce si instaura una biocenosi sciafila perlopiù rappresentata da forme incrostanti animali.



Spaerechinus granularis



Harbacia lixula + *Echinaster sepositus*



Hermodice carunculata (vermocene)



Coscinasterias sp.



Diplodus vulgaris e *Thalassoma pavo*



Sarpa salpa

Figura 12 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Piano infralitorale caratterizzato dalla zona rocciosa occupata dalle biocenosi fotofile. Nelle immagini alcuni degli organismi tipici di questo ambiente in cui dominano le forme incrostanti sono principalmente echinodermi, policheti e pesci che “pascolano”, predano e trovano riparo tra le rocce.



Il substrato roccioso, sui -12 m termina in una piana quasi orizzontale di sabbia che degrada molto dolcemente verso il largo in una distesa omogenea del medesimo substrato (Figura 13).

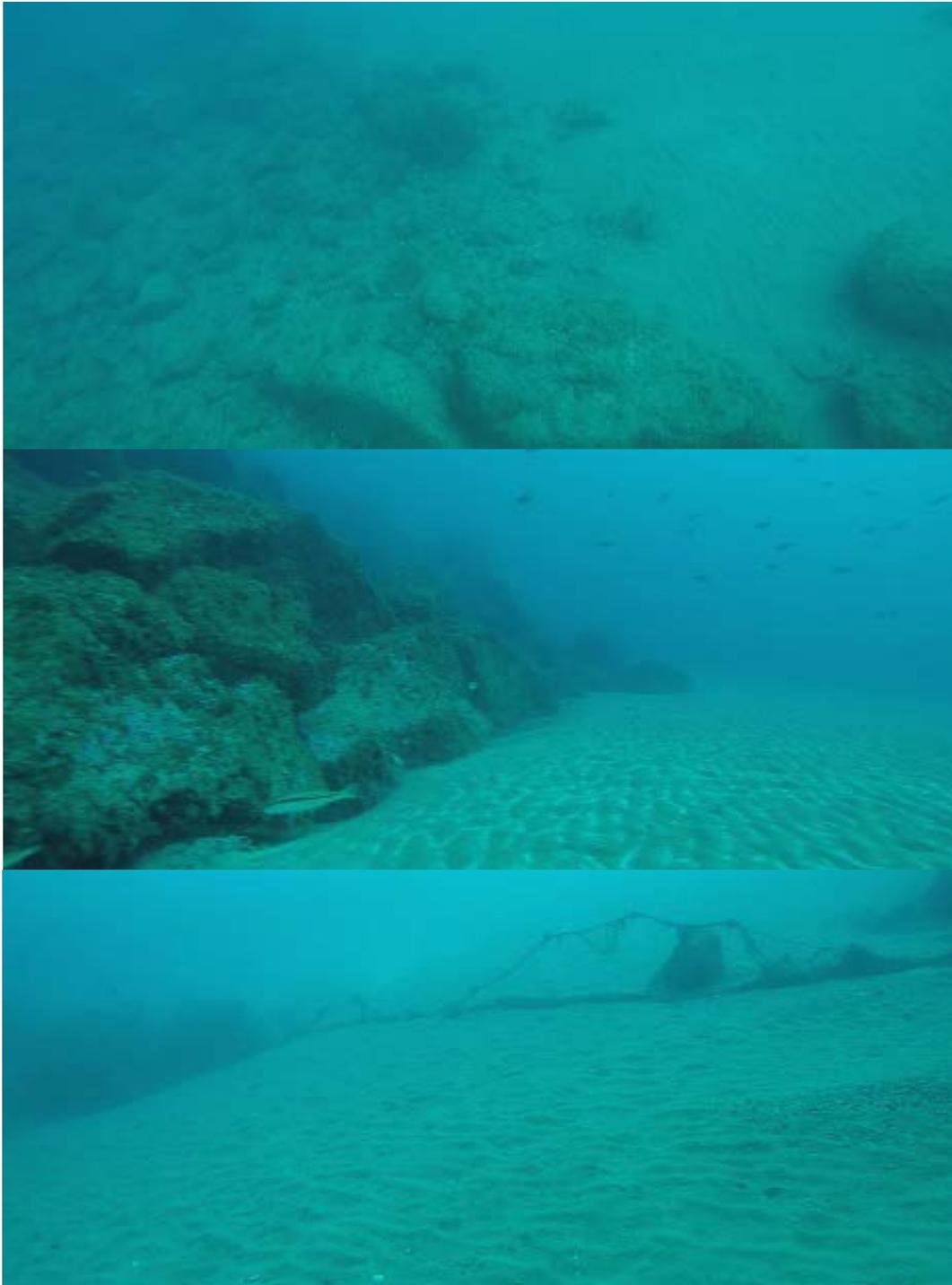


Figura 13 – Porto di Catania: Molo di Levante lato esterno. Piano infralitorale caratterizzato dal substrato incoerente di natura sabbiosa originario dell'area e sulla quale è stata costruite l'attuale scogliera artificiale. In basso dettaglio di una rete da pesca abbandonata.



Ai fini dello studio bentologico, sulla sabbia il transetto veniva considerato concluso, non presentando alcuna caratteristica biotica di rilievo visivamente apprezzabile. Su tale tipologia di fondale sono state effettuate dei campionamenti di sedimento per lo studio delle comunità macrobentoniche per le cui analisi è stato incaricato il laboratorio C.A.D.A di Menfi e i cui risultati sono mostrati in seguito e allegati al presente documento.

Dall'analisi dei dati acquisiti mediante l'indagine strumentale svolta sul campo è a seguito dei transetti condotti *in situ* è stato possibile escludere con certezza la presenza di fanerogame marine intorno all'area interessata dai lavori di consolidamento strutturale della scogliera.

Come già detto inizialmente, la località oggetto di studio è esposta ad un forte idrodinamismo, inoltre la geomorfologia del fondo caratterizzata da massi alternati a substrati incoerenti, fanno sì che il fondale marino sia contraddistinto da una scarsa copertura vegetale, limitata per lo più a forme incrostanti e zone di pascolo. Per tale motivo, alla luce di tale scarso riscontro di specie bentoniche significative e, considerando che la natura dell'intervento consiste in un rifiorimento del profilo di scogliera con massi artificiali che in nessun caso interesseranno una batimetrica oltre i primi tre metri, si ritiene che tale intervento possa essere svolto, nel rispetto delle buone pratiche ambientali, senza arrecare alcun danno significativo alle comunità bentoniche presenti.

Biocenosi di fondo molle

Il contenuto di ogni bennata è stato raccolto interamente in secchi da 14 lt che sono stati trasportati entro le 24 ore dal campionamento presso la sede del laboratorio C.A.D.A. snc di Filippo Giglio & C. di Menfi (AG). Il ritiro dei campioni è avvenuto al porto di Catania direttamente dal personale incaricato dal laboratorio.

Giunti in laboratorio, i campioni sono stati risciacquati e setacciati per eliminare il sedimento e sottoposti alla fase di sorting per una loro primaria classificazione in gruppi tassonomici prima di fissarli in etanolo al 70 % per la successiva fase di classificazione tassonomica fino al livello di specie. Le operazioni di setacciatura e classificazione tassonomica degli organismi sono state condotte dal personale del Laboratorio C.A.D.A (referente dott.ssa Augello) e i relativi rapporti di prova in originale sono riportati in Allegato al presente documento. In Tabella VIII vengono riassunti i risultati delle analisi sulla comunità macrobentonica.

Nei 3 transetti oggetto di studio sono stati ritrovati complessivamente 33 individui appartenenti a 19 differenti specie delle quali le più rappresentative rientravano nel gruppo tassonomico dei molluschi. In particolar modo sono stati registrati 25 individui appartenenti al gruppo dei molluschi con specie ascrivibili alla biocenosi delle sabbie fini ben classate (secondo la nomenclatura di Pèrés e Picard) come *Acteon tornatilis* (Figura 14) e *Tricalia speciosa* tra le più rappresentative.



Figura 14 – Il mollusco gasteropode *Acteon tornatilis* rappresenta una specie tipica delle biocenosi delle sabbie fini ben classate (SFBC).



Tabella 2 – Porto di Catania: Elenco delle specie macrobentoniche identificate nei campioni di sedimento prelevati lungo il molo di Levante lato mare: Primo transetto con le stazioni di campionamento a 25, 50 e 100 m dalla scogliera e rispettive repliche (A, B e C).

STAZIONE	CT125			CT150			CT1100		
REPLICA	A	B	C	A	B	C	A	B	C
R.d.P.	2119407-001	2119407-002	2119407-003	2119407-004	2119407-005	2119407-006	2119407-007	2119407-008	2119407-009
Anellidi									
<i>Polygordius lacteus</i>							1		
<i>Protula tubularia</i>									
<i>Spirographis spallanzani</i>					1				
Molluschi									
<i>Acteon tomatilis</i>									
<i>Barbatia barbata</i>									
Bivalve (vongola)			1						
<i>Hynia prismatic</i>									
<i>Littorina neritoides</i>					1		1	1	
<i>Loevicardium oblongum</i>									
<i>Moctra corallina</i>									
<i>Ocenebrina aciculata</i>									
<i>Oxygyrus kerauderni</i>									
<i>Pisania striata</i>			1						
<i>Ringicula auricolata</i>				1	1				
<i>Striarca lactea</i>									
<i>Tremoctopus violaceus</i>									
<i>Tricalia speciosa</i>					1	1	1	1	
<i>Turbonilla striatula</i>									
Echinodermi									
<i>Astropecten aranciacus</i>						1			

Tabella 3 – Porto di Catania: Elenco delle specie macrobentoniche identificate nei campioni di sedimento prelevati lungo il molo di Levante lato mare: Secondo transetto con le stazioni di campionamento a 25, 50 e 100 m dalla scogliera e rispettive repliche (A, B e C).

STAZIONE	CT225			CT250			CT2100		
REPLICA	A	B	C	A	B	C	A	B	C
R.d.P.	2119407-010	2119407-011	2119407-012	2119407-013	2119407-014	2119407-015	2119407-016	2119407-017	2119407-018
Anellidi									
<i>Polygordius lacteus</i>									
<i>Protula tubularia</i>	1								
<i>Spirographis spallanzani</i>									2
Molluschi									
<i>Acteon tomatilis</i>									
<i>Barbatia barbata</i>	1								
Bivalve (vongola)									
<i>Hynia prismatic</i>			1						
<i>Littorina neritoides</i>							1		
<i>Loevicardium oblongum</i>									
<i>Moctra corallina</i>						1	1		
<i>Ocenebrina aciculata</i>				1					
<i>Oxygyrus kerauderni</i>				1					
<i>Pisania striata</i>									
<i>Ringicula auricolata</i>							1		
<i>Striarca lactea</i>	1								
<i>Tremoctopus violaceus</i>									
<i>Tricalia speciosa</i>									
<i>Turbonilla striatula</i>									
Echinodermi									
<i>Astropecten aranciacus</i>									

Tabella 4 – Porto di Catania: Elenco delle specie macrobentoniche identificate nei campioni di sedimento prelevati



lungo il molo di Levante lato mare: Terzo transetto con le stazioni di campionamento a 25, 50 e 100 m dalla scogliera e rispettive repliche (A, B e C).

STAZIONE	CT325			CT350			CT3100		
REPLICA	A	B	C	A	B	C	A	B	C
R.d.P.	2119407-019	2119407-020	2119407-021	2119407-022	2119407-023	2119407-024	2119407-025	2119407-026	2119407-027
Anellidi									
<i>Polygordius lacteus</i>									
<i>Protula tubularia</i>									
<i>Spirographis spallanzani</i>	2								
Molluschi									
<i>Acteon tornatilis</i>					1		1		
<i>Barbatia barbata</i>									
Bivalve (vongola)									
<i>Hynia prismatic</i>									
<i>Littorina neritoides</i>									
<i>Loevicardium oblongum</i>			1						
<i>Moctra corallina</i>									
<i>Ocinebrina aciculata</i>									
<i>Oxygyrus kerauderni</i>									
<i>Pisania striata</i>									
<i>Ringicula auricolata</i>									
<i>Striarca lactea</i>									
<i>Tremoctopus violaceus</i>					1				
<i>Tricalia speciosa</i>									
<i>Turbonilla striatula</i>	1								
Echinodermi									
<i>Astropecten aranciacus</i>									

Tabella 5 – Lista faunistica degli organismi individuati per ogni stazione di campionamento

STAZIONE	CT125	CT150	CT1100	CT225	CT250	CT2100	CT325	CT350	CT3100
Anellidi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polygordius lacteus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Protula tubularia</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Spirographis spallanzani</i>	0	1	0	0	0	2	2	0	0
Molluschi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acteon tornatilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Barbatia barbata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Bivalve (vongola)	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hynia prismatic</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Littorina neritoides</i>	0	1	2	0	0	1	0	0	0
<i>Loevicardium oblongum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Moctra corallina</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Ocinebrina aciculata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Oxygyrus kerauderni</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Pisania striata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ringicula auricolata</i>	0	2	0	0	0	1	0	0	0
<i>Striarca lactea</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Tremoctopus violaceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Tricalia speciosa</i>	0	2	2	0	0	0	0	0	0
<i>Turbonilla striatula</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Echinodermi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astropecten aranciacus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0



5.2 Analisi granulometrica

L'analisi granulometrica dei campioni di sedimento prelevati sulle stazioni di fondo mobile individuate per la caratterizzazione delle biocenosi associate ha mostrato una prevalenza della componente sabbiosa senza differenze significative legate alle stazioni di campionamento o alla profondità di prelievo.

In Tabella 6 e in **Figura 15**, **Figura 16**, **Figura 17** sono riportate le percentuali delle principali frazioni granulometriche riscontrate per le stazioni di riferimento.

Tabella 6 – Porto di Catania: Classificazione granulometrica dei sedimenti prelevati nelle stazioni di campionamento per il macrobenthos lungo il molo di Levante lato mare

Stazione	R.d.P.	Pelite (%)	Sabbia (%)	Ghiaia (%)
		< 63 μ m	>63 μ m-2mm<	>2mm
CT125D	2119374-001	2,0	98,0	0,0
CT150D	2119374-002	3,7	95,7	0,6
CT1100D	2119374-003	3,0	96,4	0,6
CT225D	2119374-004	0,9	98,6	0,5
CT250D	2119374-005	0,8	98,3	0,9
CT2100D	2119374-006	1,6	97,3	1,1
CT325D	2119374-007	0,9	98,5	0,6
CT350D	2119374-008	1,5	98,5	0,0
CT3100D	2119374-009	2,1	97,5	0,4

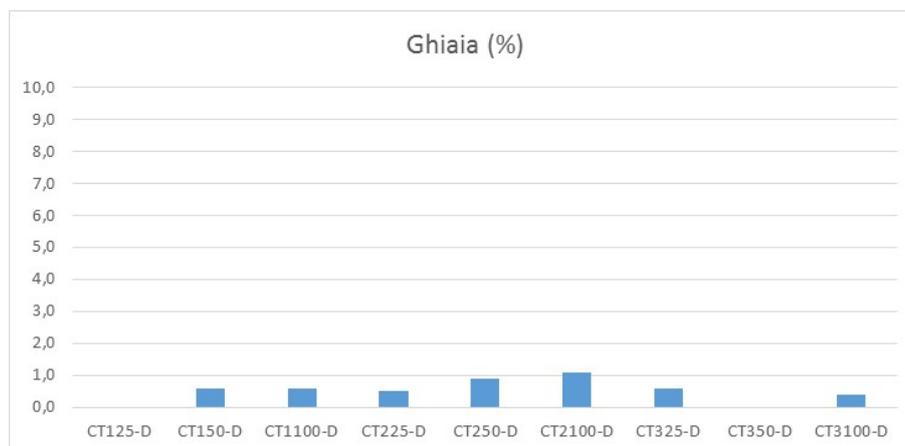


Figura 15 – Granulometria: Percentuale in peso (%) di ghiaia (frazione >2mm) riscontrata nei sedimenti campionati lungo il molo di levante lato mare del porto di Catania.

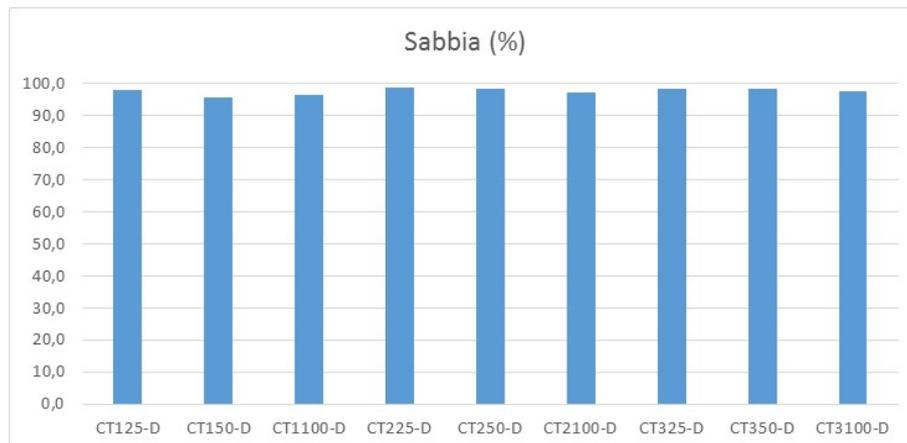


Figura 16 – Granulometria: Percentuale in peso (%) di sabbia ($63\mu\text{m} < \text{frazione} < 2\text{mm}$) riscontrata nei sedimenti campionati lungo il molo di levante lato mare del porto di Catania.

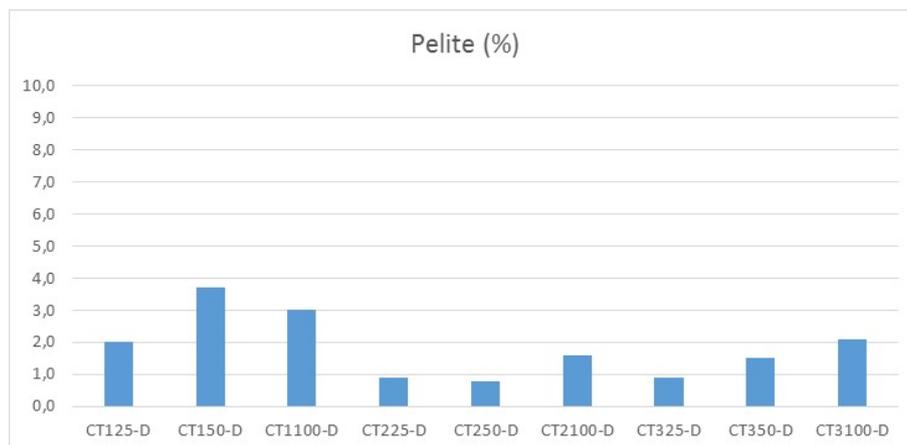


Figura 17 – Granulometria: Percentuale in peso (%) di pelite (frazione $< 63\mu\text{m}$) riscontrata nei sedimenti campionati lungo il molo di levante lato mare del porto di Catania.

5.3 Carta delle biocenosi

Dalla combinazione dei dati sonar acquisiti con sistema side scan sonar con l'interpretazione delle videoriprese eseguite lungo i transetti per le verità a mare e, con i risultati delle analisi sulle comunità macrobentoniche di fondo molle e l'analisi granulometrica dei sedimenti, è stato possibile ricostruire una carta dettagliata dei fondali presenti con l'indicazione delle biocenosi. I dati, gestiti sotto piattaforma GIS (Global Mapper 17.0) sono stati digitalizzati per la generazione dei layer tematici. Il risultato finale è riportato in **Figura 18**. Per una consultazione di dettaglio si rimanda alla cartografia stampata in scala 1:2000 in Allegato III.

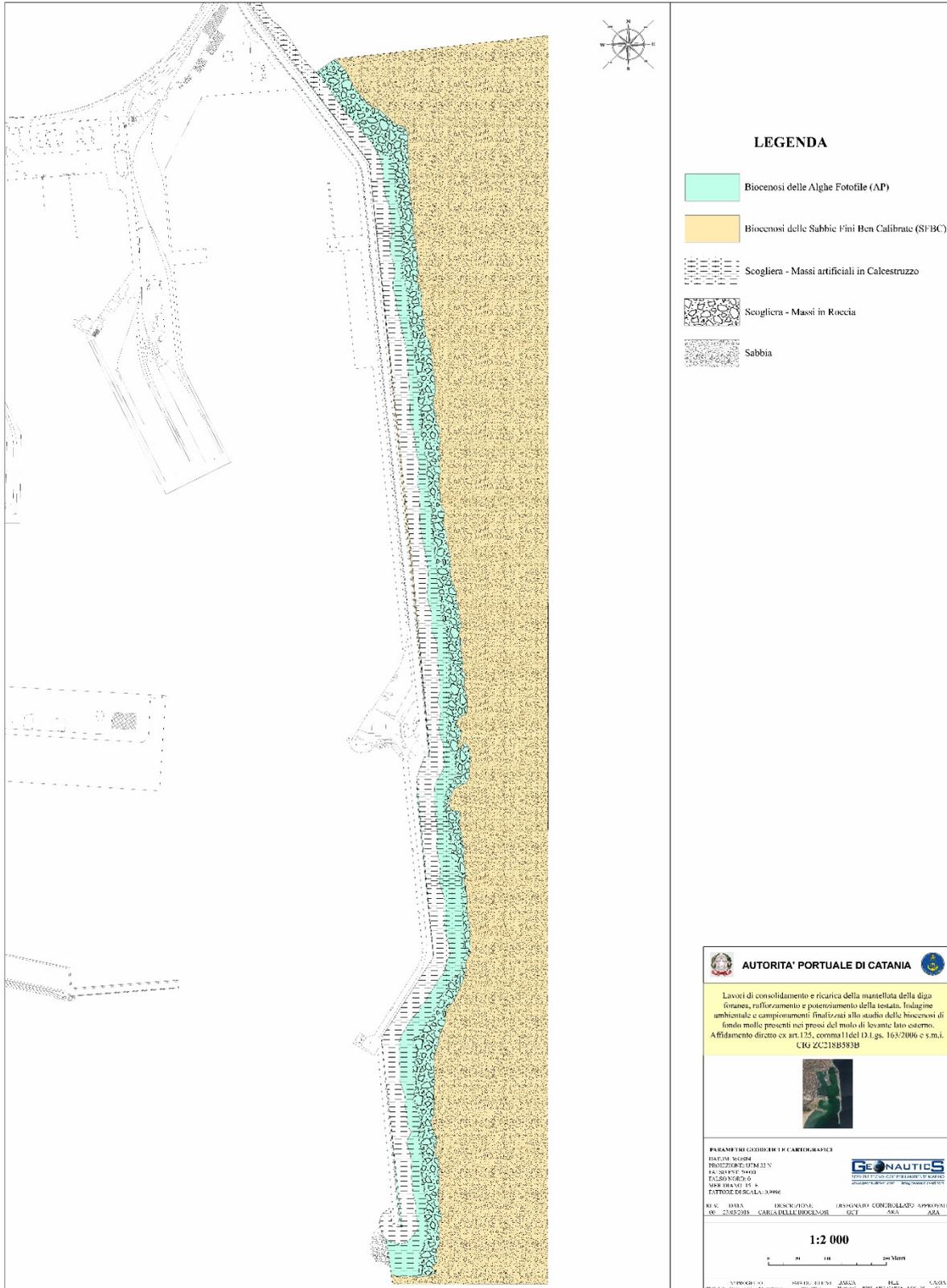


Figura 18 – Porto di Catania: carta delle biocenosi presenti lungo la scogliera e fondali adiacenti del molo di levante lato mare del porto di Catania.



6 BIBLIOGRAFIA

- Astier J.M., 1984. Impact des aménagements littoraux de la rade de Toulon, liés aux techniques d'endiguage, sur les herbiers à *Posidonia oceanica*. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. eds. *International Workshop on Posidonia oceanica beds*, GIS Posidonie publ., Fr., **1**: 255-259.
- Augier H., Robert P. e Maffre R., 1980. Étude du régime thermique annuel des eaux au niveau des peuplements de phanerogames marines de la baie de Port-Cros Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros, Fr., **6**: 69-131.
- Bell J.D. e Harmelin-Vivien M.L., 1982. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. 1. Community structure. *Téthys*, **10**(4): 337-347.
- Bellan-Santini D., Lacaze J. C. e Poizat C., 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives. Muséum National d'Histoire Naturelle publ., Paris: 1-246.
- Bianchi C.N. e Morri C., 1985. I Policheti come descrittori della struttura trofica degli ecosistemi marini. *Oebalia*, **11**: 203-214.
- Blanc J.J. e Jeudy de Grissac A., 1989. Réflexion géologique sur la régression des herbiers à Posidonies (départements du Var et des Bouches-du-Rhône). In: Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. édits. *Second international Workshop on Posidonia beds*, GIS Posidonie publ., Fr., **2**: 273-285.
- Boudouresque C.F. e Jeudy de Grissac A., 1983. L'herbier à *Posidonia oceanica* en Méditerranée: les interactions entre la plante et le sédiment. *J. Rech. Océanogr.*, **8**(2-3): 99-122.
- Boudouresque C.F. e Meinesz A., 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. *Cah. Parc nation. Port-Cros*, Fr., **4**: 1-79.
- Boudouresque C.F., 1996. Impact de l'homme et conservation du milieu marin en Méditerranée. 2ème édition. GIS Posidonie publ. (ISBN 2 905-54-21-4): 1-243.
- Boudouresque C.F., 2002. Concilier protection et usages du milieu marin : l'expérience du Parc national de Port-Cros. *Rev. Soc. Anciens élèves Ecole polytechnique, Jaune Rouge*, **575**: 31-35.
- Boudouresque C.F., 2003. The erosion of Mediterranean biodiversity. In: Rodríguez-Prieto C., Pardini G. eds. *The Mediterranean Sea: an overview of its present state and plans for future protection*. Servei de Publicacions de la Universitat de Girona: 53-112.
- Boudouresque C.F., 2003. The erosion of Mediterranean biodiversity. In: Rodríguez-Prieto C., Pardini G. eds. *The Mediterranean Sea: an overview of its present state and plans for future protection*. Servei de Publicacions de la Universitat de Girona: 53-112.
- Boudouresque C.F., 2004. Marine biodiversity in the Mediterranean : status of species, populations and communities. *Sci. Rep. Port- Cros natl Park*, **20**: 97-146.
- Boudouresque C.F., Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Diviacco G., Meinesz A., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S. e Tunesi L., 2006. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. RAMOGE pub. : 1-202.
- Boudouresque C.F., Cadiou G. e Le Direach L., 2005. Marine protected areas: a tool for coastal areas management. In: Levner E., Linkov I., Proth J.M. eds. *Strategic management of marine ecosystems*. Springer publ., Dordrecht: 29-52.
- Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. e Meinesz A., 1984. Relations entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* dans la baie d'Elbu (Corse). In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. eds. *International Workshop on Posidonia oceanica beds*, GIS Posidonie publ., Fr., **1**: 185-191.
- Buia M.C., Gambi M.C., Lorenti M., Dappiano M. e Zupo V., 2003. Aggiornamento sulla distribuzione e sullo stato ambientale dei sistemi a fanerogame marine (*Posidonia oceanica* e



- Cimodocea nodosa*) delle isole flegree. In: Ambiente marino costiero e territorio delle isole flegree (Ischia, Procida, Vivara – Golfo di Napoli). Risultati di uno studio multidisciplinare. Liguori Editore Napoli, 229-243.
- Caye G., 1980. Sur la morphogénèse et le cycle végétatif de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Thèse Doct., Univ. Aix-Marseille 2, Fr.: 1-121.
- Charbonnel E., 1993. Cartographie de l'herbier de Posidonie et des fonds marins environnants de Toulon à Hyères (Var, France). Reconnaissance par sonar latéral et photographie aérienne. Notice de présentation. Ifremer & GIS Posidonie publ., Fr.: 1-36 + 3 cartes h.t.
- Chessa L.A., Fustier V., Fernandez C., Mura F., Pais A., Pergent G., Serra S. e Vitale L., 2000. Contribution to the knowledge of "banquettes" of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in Sardinia island. *Biol. Mar. Médit.*, **7**(2): 35-38.
- Damiani V., Bianchi N.C., Ferretti O., Bedulli D., Morri C., Viel M., Zurlino G., 1988. Risultati di una ricerca ecologica sul sistema marino costiero pugliese. *Thalassia Salentina* **18**: 153-169.
- Dean H.K., 2009. The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. *Rev. Biol.Trop.* **56**(4): 11-38.
- Ferrari B., Raventos N. e Planes S., 2008. Assessing effects of fishing prohibition on *Posidonia oceanica* seagrass meadows in the Marine Natural Reserve of Cerbère-Banyuls. *Aquatic Botany* **88**: 295–302.
- Francour P., 1997. Fish assemblages of *Posidonia oceanica* beds at Port Cros (France, NW Mediterranean): Assessment of composition and long-term fluctuations by visual census. *Mar. Ecol., PSZNI*, **18**(2): 157-173.
- Gacia E. e Duarte C.M., 2001. Sediment retention by a Mediterranean *Posidonia oceanica* meadow: the balance between depositino and resuspension. *Est. Coast. Shelf Sci.*, **52**: 505-514.
- Gambi M.C. e Giangrande A., 1986. Distribution of soft bottom Polychaetes in two coastal areas of the Tyrrhenian Sea (Italy): structural analysis. *Estuar. Coast. and Shelf Sc.*, **23**: 847-862.
- Gambi M.C., Fresi E. e Giangrande A., 1982. Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Il Naturalista siciliano, Serie IV*, 6 (suppl.), **3**: 498-497.
- Goodsell P.J., Underwood A.J. e Chapman M.G., 2009. Evidence necessary for taxa to be reliable indicators of environmental conditions or impacts. *Marine Pollution Bulletin* **58**: 323–331.
- Kröncke I. e Reiss H., 2010. Influence of macrofauna long-term natural variability on benthic indices used in ecological quality assessment. *Marine Pollution Bulletin* **60**: 58–68.
- Montefalcone M., Albertelli G., Morri C., Parravicini V. e Bianchi C. N., 2009. Legal protection is not enough: *Posidonia oceanica* meadows in marine protected areas are not healthier than those in unprotected areas of the northwest Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* **58**: 515–519.
- Peres J.M. e Picard J., 1964. Nouveau manual de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endume*, **31**(47): 137.
- Pérès J.M. e Picard J., 1975. Causes de la raréfaction et de la disparition des herbiers de *Posidonia oceanica* sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Aquatic Botany*, **1**(2): 133-139.
- Pérès J.M., 1984. La régression des herbiers à *Posidonia oceanica* In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. edits. *International Workshop on Posidonia oceanica beds*, GIS Posidonie publ., Fr., **1**: 445-454.
- Pergent-Martini C., 2000. Protection des habitats d'herbiers de Phanérogames marines de Méditerranée. Les études d'impacts en milieu marin. CAR/ASP Tunis & EqEL publ., pp. 1-49.
- Procaccini G., Buia M.C., Gambi M.C., Perez M., Pergent G., Pergent-Martini C., Romero J., 2003. Seagrass status and extent along the Mediterranean coasts of Italy, France and Spain. In: Green E.P., Short F.T., Spalding M.D. edits. *World Atlas of Seagrass: Present status and future conservation*. University of California, Press publ.
- Romero J., 2004. Posidònia: els prats del fons del mar. La mirada del biòleg a un ecosistema



- mediterranei. Escola del Mar, Centre d'Estudis Marins de Badalona publ., Spain: 1-159.
- Rosenberg R., Magnusson M. e Nilsson H.C., 2009. Temporal and spatial changes in marine benthic habitats in relation to the EU Water Framework Directive: The use of sediment profile imagery. *Marine Pollution Bulletin* **58**: 565–572.
- Scipione M.B. e Fresi E., 1983. Distribution of Amphipod Crustaceans in *Posidonia oceanica* (L.) Delile Foliar Stratus. International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds, Boudouresque C. F., Jeudy de Grissac A. e Olivier J. eds., GIS Posidonie pubbl., France, **1**: 319-329.
- SDAGE, 2003. Connaissance et gestion de l'érosion du littoral. Guide technique n°9. Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, Fr.: 1-53.
- Solis-Weiss V., Aleffi F., Bettoso N., Rossin P., 2004. Gli indicatori biologici nel benthos del Golfo di Trieste. *Biol. mar. Medit.* **11**(2): 351-354.
- Stirn J., 1981. Manual of methods in aquatic environment research. Part. 8- Ecological assessment of pollution effects. *FAO Fish. Tech. Pop.*, **208**: 70 pp.



7 ALLEGATI

ALLEGATO I – Rapporti di Prova

ALLEGATO II – Carta delle Biocenosi