

COMUNE DI SIRACUSA

TITOLO PROGETTO:

RIELABORAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO DELL'APPRODO TURISTICO "MARINA DI SIRACUSA" SVILUPPATO SULLA BASE DEI CONTENUTI DEL PROGETTO PRESENTATO E DISCUSO IN CONFERENZA DEI SERVIZI IN DATA 15.02.2021

COMMITTENTE:

S.P.E.R.O. s.r.l.

Via Elorina 29 - 96100 Siracusa - Italy

PROGETTISTA GENERALE

TEAMNETWORK s.r.l. - Engineering & Management

Via Luigi Spagna 50/L-M, 96100 Siracusa - Italy



TITOLO ELABORATO:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Indagini sulle biocenosi marine

Scala

Formato
A4

FILE

Imm12-08_MdS_PD_Rel_Amb.07_107_R0

PROGETTISTA

Progettista architettonico:
Arch. Mario Rizza

Progettista strutture ed impianti:
Ing. Paolo Calafiore

Studi Ambientali:
VAMIRGEOIND SRL
Dott. ssa Marino Maria Antonietta
(Direttore tecnico)

NUMERO DOCUMENTO

IMM12-08

MdS

PD

REL

AMB.07

107

R0

JOB N.

COD. 1

COD. 2

COD. 3

COD. 4

COD. 5

REV. n.

N. REV

DATA

DESCRIZIONE

DRW.

CHK.

APP.



REGIONE SICILIA
COMUNE DI SIRACUSA

*Progetto Definitivo “Approdo e Facilities collegate per
la qualificazione funzionale dello specchio di mare
antistante l’ex area industriale S.P.E.R.O.”*

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

BIO.01 - INDAGINI SULLE BIOCENOSI MARINE

Indice

1	Introduzione	3
2	INDAGINI SIDE SCAN SONAR ED INDAGINI VISIVE	4
2.1	<i>Considerazioni generali sui prati di Cymodocea nodosa.....</i>	<i>7</i>
2.2	<i>I prati di Cymodocea nodosa.....</i>	<i>15</i>
2.3	<i>Materiali e metodi.....</i>	<i>20</i>
2.4	<i>Risultati.....</i>	<i>29</i>
3	Conclusioni	49
4.	<i>RIPRESE VIDEO (ROV).....</i>	<i>54</i>

1 INTRODUZIONE

Tale documento illustra le metodologie ed i risultati del survey condotto nel 2011, nell’ambito della fase preliminare del presente progetto, relativo alle biocenosi marine, ed in particolare alla presenza di fanerogame marine nell’area di realizzazione del progetto “Approdo e Facilities collegate per la qualificazione funzionale dello specchio di mare antistante l’ex area industriale S.P.E.R.O.”

2 INDAGINI SIDE SCAN SONAR ED INDAGINI VISIVE

La tecnica denominata Side Scan Sonar è uno strumento indispensabile per individuare e mappare con il necessario dettaglio le biocenosi presenti nell'area investigata.

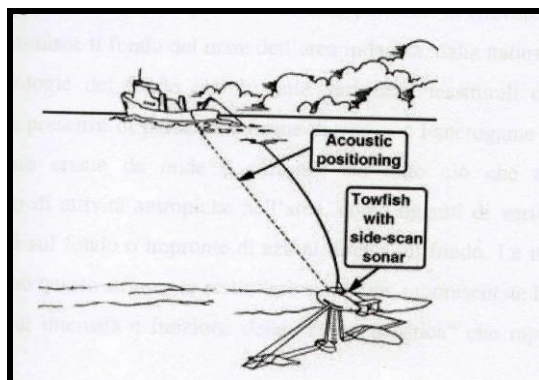


Area investigata tramite indagini "Side Scan Sonar"

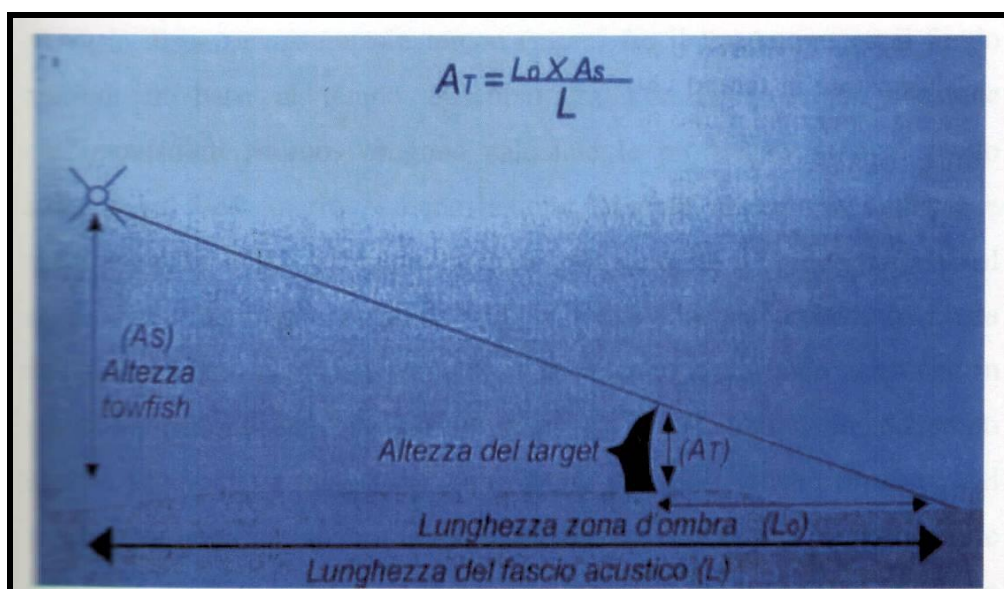
La metodologia usata si è basata sull'utilizzo di un sonar a scansione laterale (SSS) che opera con frequenza di 300 kHz, con un range di indagine di 30 m per ogni lato (dritta e sinistra dello strumento).

Il line spacing delle linee da acquisire è stato fissato pari a 30 m al fine di avere una overlap fra le varie strisciate del 100%.

Il valore di Layback a cui si è tenuto il SSS è stato pari a 2.0 m dalla poppa del mezzo nautico, a questo valore si sono sommati i 0.50 m dovuti alla distanza della poppa dalla posizione dell'antenna dgps.



Geometria di esecuzione di un rilievo mediante un Side Scan Sonar



Principi e formule che permettono di ricavare le dimensioni degli oggetti insonificati dal fascio direzionale di onde acustiche emesse dai trasduttori del SSS.

I dati acquisiti sono stati processati effettuando la rimozione delle spike nelle posizioni dgps e sui dati SSS si sono applicati dei filtri per rendere il segnale del sonar più definito.

Si è, inoltre, effettuato uno smooting della navigazione operata dal SSS alla applicazione dell'operatore slant range che ha permesso di "chiudere" la colonna d'acqua posta al di sotto dello stesso tow-fish, interpolando i dati acquisiti a sx e a dx dei due trasduttori del SSS.

Sono state analizzate in modo dettagliato le varie strisciate nella ricerca dei target e successivamente si è proceduto all'assemblaggio del mosaico delle varie strisciate Side Scan Sonar ed alla integrazione di questi con una ortofoto della porzione a terra dell'area indagata, il tutto al fine contribuire a generare, assieme alle altre tecniche, la carta della biocenosi allegata.

La zona prospiciente la battigia, caratterizzata da un basso fondale, è stata indagata tramite rilievo visivo eseguito dalla C.R.E.A. Cooperativa Ricerche Ecologiche ed Ambientali che, inoltre, ha effettuato ulteriori controlli sul resto dell'area in studio, permettendo di sviluppare con altissimo dettaglio la "Carta delle biocenosi" allegata.

Dall'analisi della suddetta carta si evince che non è presente alcuna prateria di Poseidonia Oceanica ma è stata solo rilevata la presenza di chiazze di prati più o meno degradati di Cymodocea nodosa.

2.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUI PRATI DI CYMODOCEA NODOSA

Nell'ambito del presente S.I.A. la C.R.E.A. Soc. Coop. di Palermo, ha condotto le indagini sulle caratteristiche dei prati di *Cymodocea nodosa* nel tratto di mare in oggetto.

Più in particolare sono state svolte le seguenti indagini:

- 1- Esecuzione di rilievi in mare per la caratterizzazione dei prati di *Cymodocea nodosa* presenti nell'area.
- 2- Analisi fenologica su *Cymodocea nodosa*;

La presente relazione riporta i risultati delle indagini effettuate nel periodo settembre-ottobre 2010.

La conoscenza delle condizioni ecologiche di un determinato sito risulta di fondamentale importanza quando sono in progettazione opere che possono apportare modificazioni all'ambiente originario: oltre a dare lo "stato dell'arte", l'analisi ambientale permette di prevedere le conseguenze che determinate opere possono avere sulla qualità del territorio interessato e, quindi, in definitiva di poter dare utili indicazioni sull'opportunità o meno della realizzazione del progetto e/o indicare modifiche allo stesso, in grado di poter alleviare l'impatto ambientale.

Per quanto riguarda i progetti dei lavori marittimi e portuali, ai sensi del D.P.R. 12/4/96, l'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Sicilia ha emesso il Decreto 1/6/04 con cui si individuano i contenuti della documentazione necessaria al rilascio del provvedimento di compatibilità ambientale.

Tale decreto, come da schema dello S.I.A., prevede fra l'altro l'esecuzione di rilievi sull'ambiente marino dal punto di vista biocenotico, con particolare attenzione all'eventuale presenza di praterie di *Posidonia oceanica* e/o fanerogame marine nei fondali interessati.

La materia dei dragaggi portuali e più in genere della movimentazione dei sedimenti marini è oggi normata dall'art. 109 della legge 152/2006.

Come conseguenza di questa legge l'ICRAM e l'APAT, oggi ISPRA, hanno prodotto un "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini", per la corretta gestione di questi importanti lavori.

Nel caso di opere marittime è importante valutare, fra l'altro, le condizioni dei fondali dal punto di vista degli organismi ad esso legati, i quali possono assumere, in alcuni casi, la funzione di veri e propri "indicatori ecologici" tra cui riveste un ruolo pregnante la *Posidonia oceanica* ed in misura minore la *Cymodocea nodosa*.

L'oggetto di questo studio è la seconda, tenuto conto che la prima non esiste nell'areale studiato.

Come area vasta si intende, in questo contesto, l'ampia insenatura che va da Punta della Mola a sud, estremo settentrionale della Penisola della Maddalena, fino alla punta meridionale della penisola di Ortigia a nord, denominata Baia Porto Grande di Siracusa (Fig. 1).

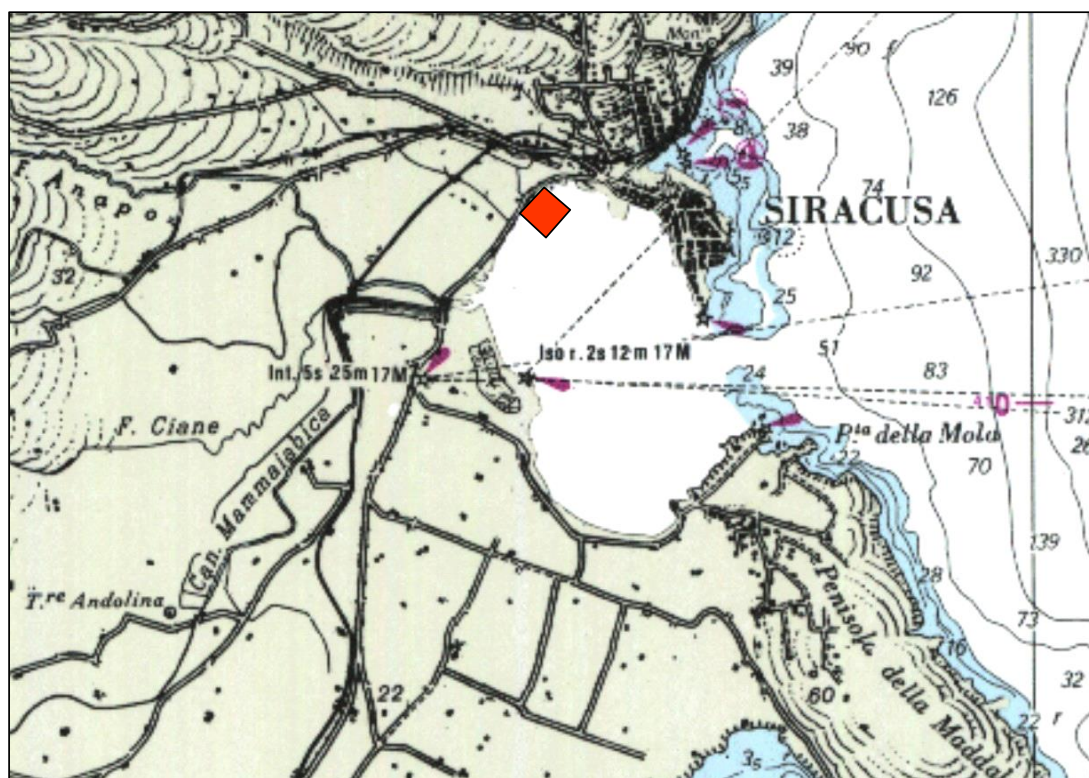


Figura 1 Carta nautica dell'area vasta (in rosso l'area indagata)

All'interno della Baia Porto Grande, a circa 1 km a sud dall'area oggetto di studio, sfociano il fiume Anapo e il Fiume Ciane, che confluiscano all'interno di una singola foce a estuario.

Sono presenti anche diversi canali artificiali che servono sia allo smaltimento delle acque piovane, sia a servizio delle Saline, oggi non più attive.

Ne consegue che l'insenatura è sottoposta a ingenti afflussi di acqua dolce, spesso molto carichi di nutrienti (scaricano infatti nei canali anche i reflui del depuratore di Siracusa), derivanti principalmente dalle attività agricole dell'entroterra: lo scarso idrodinamismo ed il carico di sostanze organiche e di nutrienti innescano spesso fenomeni di eutrofizzazione, con imponenti fioriture algali, sia di fitoplancton che di macroalghe, riscontrate durante il survey (Fig. 2)



Figura 2 Fioritura di popolamenti nitrofilo a Ulvales (*Enteromorpha* spp.).

Le conoscenze bibliografiche sull'area d'indagine sono molto scarse: soprattutto mancano dati scientifici sulla composizione delle biocenosi presenti nell'area, in assenza di lavori specifici al riguardo.

Risultano molto più studiate, di contro, le limitrofe aree di Capo Murro di Porco e della rada di Augusta, dove esistono diversi studi scientifici e tecnici su svariati campi, grazie alla presenza dell'AMP del Plemmirio e dell'area industriale di Priolo-Melilli.

Esistono, comunque, alcuni studi tecnici e divulgativi a più ampia scala che includono la zona in esame.

I principali sono i seguenti:

- 1) L'indagine svolta per conto della Regione Siciliana da parte del Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina dell'Università di Messina nel 1986, riguardante la caratterizzazione della fascia costiera siciliana dal punto di vista oceanografico;
- 2) Il CE.O.M. (capofila ATS) nel 2001 ha realizzato uno studio, finanziato dal Ministero dell'Ambiente e terminato nel 2002, sulla mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica* lungo le coste della Sicilia e delle isole minori circostanti, che ha riguardato anche la nostra zona.

Il primo studio (1986) è stato realizzato molti anni fa, su grande scala e senza l'adeguata accuratezza consentita oggi dalle moderne tecnologie in uso in questo tipo di studi ma solo con sondaggi puntuali e tramite le conoscenze degli esperti dell'epoca.

Si riportano in seguito gli stralci delle carte sedimentologica e biocenotica prodotte nell'ambito di questo studio (Figg. 3 e 4).

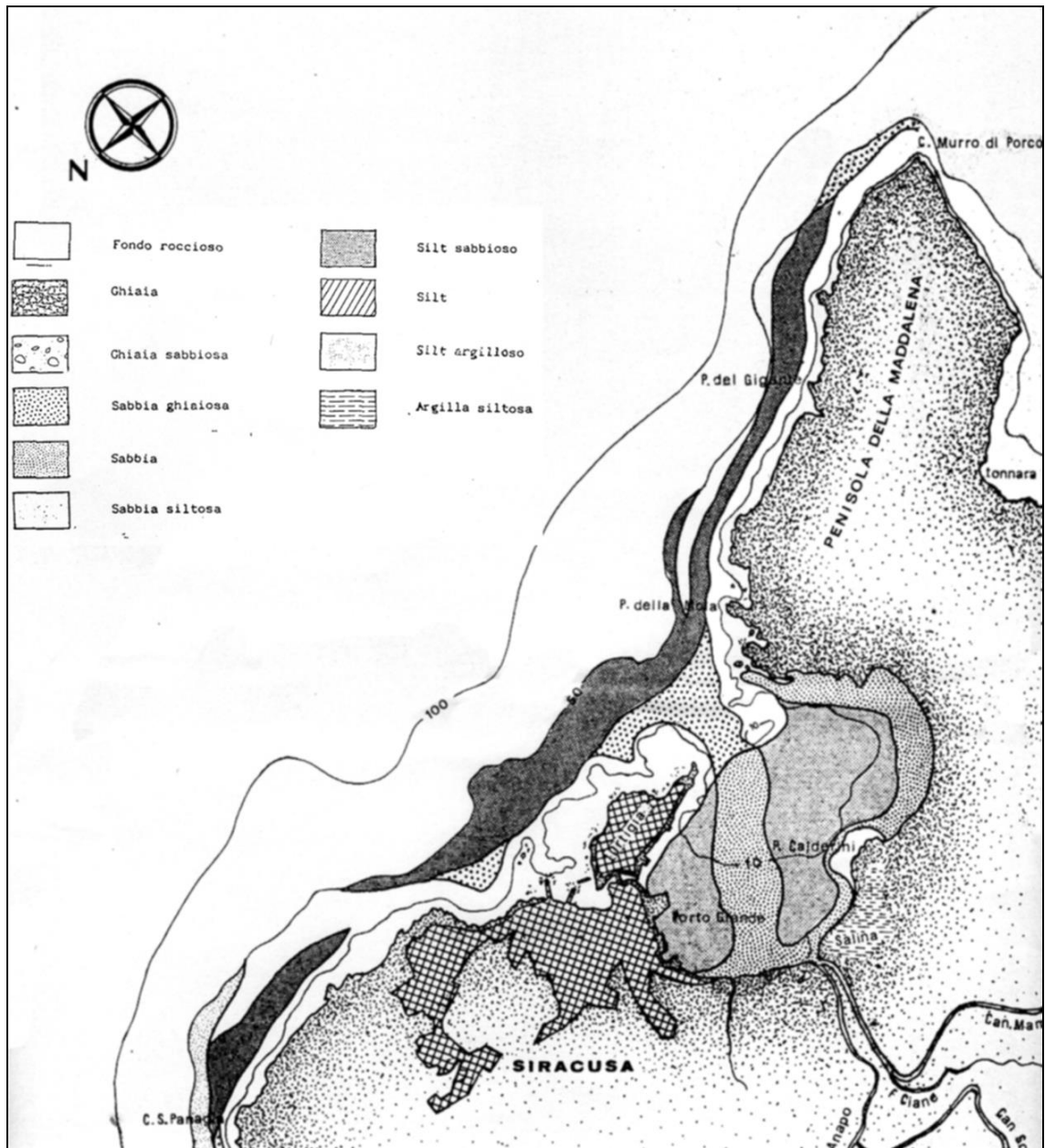


Figura 3 Carta sedimentologica dell'area vasta (Dip. Biol. anim. ecol. marina, 1986).

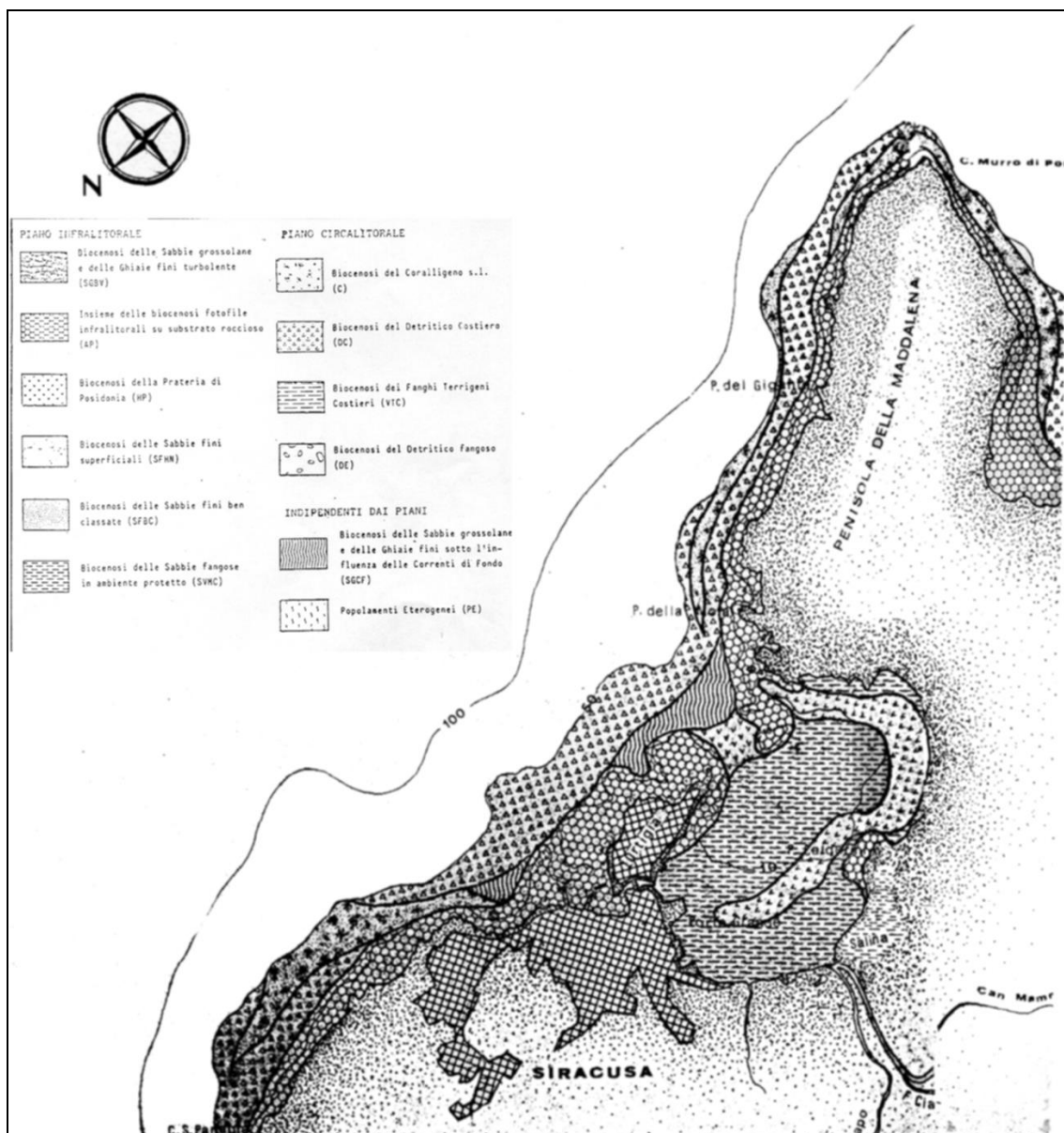


Figura 4 Carta biocenotica dell'area vasta (Dip. Biol. anim. ecol. marina, 1986)

Analizzando le due carte sopra riportate si può evincere che dal punto di vista sedimentologico la maggior parte dei fondali del Porto Grande sono occupati da sedimenti fini, prevalentemente sabbiosi sotto costa e al centro della baia e sabbio-limosi più al largo e nella parte settentrionale sotto costa.

In corrispondenza del canale che separa la baia con il mare aperto troviamo invece substrati rocciosi sotto costa e sabbie ghiaiose al centro. I

substrati duri all'interno del Porto Grande sono limitati ad una ristretta area antistante Punta Calderini.

La carta delle biocenosi mostra la preponderanza della biocenosi SVMC (Sabbie Fangose di Moda Calma), che occupa sia la parte più costiera che la zona centrale fin quasi all'imboccatura della baia, interrotta da una lunga striscia di prateria di *Posidonia oceanica*, sub-parallela alla linea di costa e situata nella parte centro-meridionale della baia, nonché all'imboccatura.

La biocenosi AF (Alghe Fotofile) è, invece, relegata a Punta Calderini ed in corrispondenza delle cuspidi calcaree della Penisola della Maddalena e di Ortigia.

Lo studio del CEOM, più recente, ha realizzato la cartografia esclusivamente delle praterie di Fanerogame marine, con l'utilizzo di Side Scan Sonar e ROV, oltre a prelievi di campioni su *Posidonia oceanica*.

All'interno della relazione si ritrovano dati e informazioni su stazioni di campionamento effettuate su alcune praterie di *Posidonia oceanica* dell'area ma nessuna nella zona in esame (Porto Grande).

Inoltre è stata effettuata una cartografia, in G.I.S., che individua e distingue le varie tipologie di prateria di *Posidonia oceanica*.

Nella Fig. 5 abbiamo rielaborato la mappatura dell'area in esame utilizzando Google Earth e indicando la zona oggetto del presente studio con una freccia.

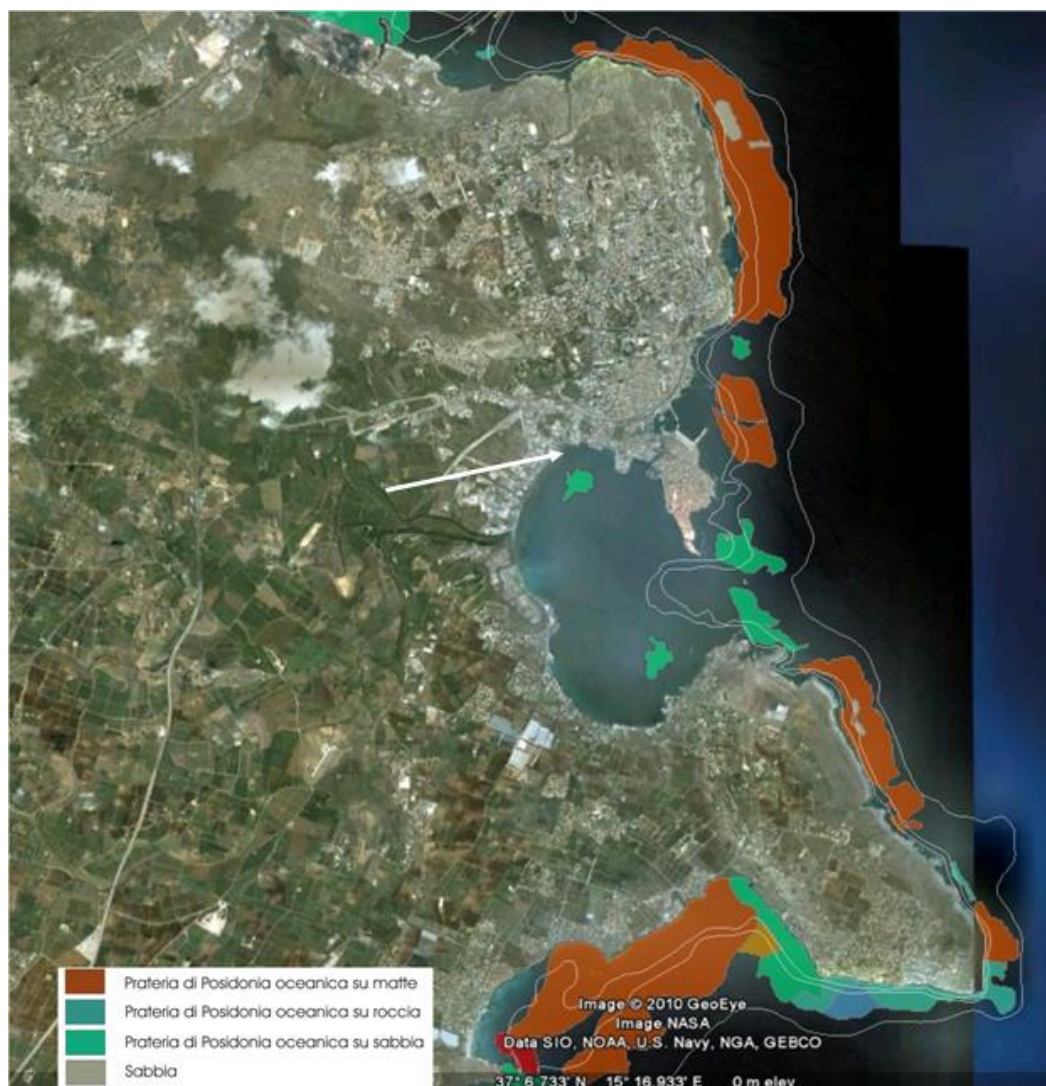


Figura 5 Cartografia delle praterie nell'area vasta (rielaborazione da dati CEOM, 2002
- su Google Earth)

Osservando la carta si evince che:

- 1) Quasi tutta l'area marina della baia non riporta la presenza di substrati mobili indifferenziati; La prateria di *Posidonia oceanica* su sabbia, all'interno del Porto Grande, è limitata a due chiazze poco estese situate a nord e a sud, mentre all'esterno si ritrovano altre due chiazze più grandi;
- 2) Mancano completamente, o non sono stati cartografati, i prati a *Cymodocea nodosa*;

3) Mancano completamente, o non sono state cartografate, le biocenosi fotofile di substrato duro.

Senza voler entrare nel merito della qualità del lavoro esaminato, appare evidente che lo studio del CEOM presenta il limite, riscontrato in diversi litorali esaminati dalla presente equipe di ricerca, di non considerare attentamente i fondali a bassa profondità, essendo stato esclusivamente condotto con strumentazione acustica e visiva, utilizzando imbarcazioni di stazza non adatta all'esame dei primi metri di fondale.

Ne consegue che, mentre per quanto riguarda le praterie più profonde le cartografie realizzate sono abbastanza accurate, soprattutto per quanto riguarda i limiti e le tipologie, la cartografia dei fondali costieri non è altrettanto dettagliata e spesso si riscontrano veri e propri bug dell'informazione.

Comunque il dato rilevante da evidenziare è che dal confronto fra le due carte, l'aspetto che più salta agli occhi è indubbiamente l'estrema rarefazione della prateria di Posidonia Oceanica all'interno della baia, la cui estensione si è ridotta nel 2002 a meno di un decimo rispetto al 1986.

Le indagini eseguite hanno confermato questo trend evidenziando la quasi totale scomparsa delle Poseidonia Oceanica dalla Baia di Porto Grande.

2.2 I PRATI DI CYMODOCEA NODOSA

Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson è una fanerogama marina appartenente alla famiglia delle *Cymodoceaceae*.

E' una delle 5 fanerogame marine presenti nel Mediterraneo: si estende in ampi prati nei fondali mobili infralitorali e all'interno delle aree lagunari confinate (DEN HARTOG, 1970; SHORT & COLES eds., 2001; BORUM et al., 2004).

In particolare *Cymodocea nodosa* ha il suo areale nell'intero Mediterraneo e lungo le coste delle Canarie, del Marocco e del Portogallo, mentre non si ritrova nei segmenti più settentrionali dell'Atlantico (*Fig. 6*).



Figura 6 Areale di distribuzione di *Cymodocea nodosa* (BORUM et al., 2004)

La struttura della pianta è caratterizzata dalla presenza di radici, rizomi e foglie (Fig. 7): i rizomi sono lunghi filari da cui si dipartono i fascicoli che portano le foglie, attaccati a loro volta a corti rizomi verticali.



Figura 7 Schema della pianta di *Cymodocea nodosa* (BORUM et al., 2004)

La modalità di crescita vegetativa avviene per aggiunta di “moduli” ripetitivi”, i ciuffi fogliari, lungo il rizoma plagiotropo, che si innalzano verticalmente anche per alcuni centimetri, per poi ritrasformarsi in rizomi plagiotropi: la velocità di allungamento del rizoma, in condizioni favorevoli di nuova colonizzazione del substrato mobile, può raggiungere valori medi di 1,32 m/anno e massimi di 1,58 m/anno (DUARTE & SAND-JENSEN, 1990).

In particolari situazioni, soprattutto nelle aree più riparate, tale dinamica porta alla formazione di un intreccio intricato di rizomi, il “turf”, struttura che, intrappolando i sedimenti, può essere rilevata anche di alcuni decimetri al di sopra del fondale mobile originario.

In altre zone invece, soprattutto sui fondali sabbiosi infralitorali, *Cymodocea nodosa* si sviluppa con lunghi filari che hanno spesso un andamento ordinato e non sempre comportano la formazione di "turf".

Cymodocea nodosa si riproduce sessualmente con fiori e frutti, situati alla base dei fascicoli fogliari, che rimangono quindi parzialmente infossati nel sedimento: i frutti, a differenza di quanto accade in *Posidonia oceanica*, non galleggiano e quindi la disseminazione rimane a livello locale. La prateria produce un gran numero di semi nel periodo che va da maggio ad agosto.

E' presente anche la riproduzione vegetativa, che avviene per propagazione di frammenti di rizomi che, se trovano le condizioni favorevoli, possono formare nuove *patches* sul fondale.

Nel suo insieme *Cymodocea nodosa*, oltre all'evidente funzione di ossigenazione delle acque, è un'efficace stabilizzatrice dei sedimenti sabbio-fangosi, intrappolandoli nell'intrico dei rizomi ed incrementando la produzione biologica dei fondali sabbiosi e sabbioso-fangosi (DELBONO et al., 2003); offre inoltre l'opportunità per il successivo sviluppo della prateria di *Posidonia oceanica*, di cui rappresenta spesso un precursore, entrando nella successione ecologica di tipo dinamico che caratterizza la dinamica della prateria (PERES & PICARD, 1964).

La successione ecologica con Posidonia oceanica vale anche nel senso contrario: infatti quando le condizioni edafiche mutano, ad esempio quando diminuiscono la limpidezza delle acque e l'idrodinamismo, aumentando parallelamente la sedimentazione, la prateria di Posidonia regredisce e sulle matte morte residue si impianta per prima Cymodocea nodosa.

Dal punto di vista biocenotico, *Cymodocea nodosa* si sviluppa soprattutto all'interno delle biocenosi SFBC (Sabbie Fini Ben Classate) e SVMC (Sabbie Fangose di Moda Calma): la prima è caratteristica del mare aperto mentre la seconda si riscontra negli ambienti riparati e confinati, quali le lagune costiere, le baie riparate dai venti dominanti o all'interno del *recif-barriera* di *Posidonia oceanica* (AUGIER & BOUDOURESQUE, 1970; TOCCACELI, 1990;

Oltre alla funzione di stabilizzazione dei sedimenti *Cymodocea nodosa* ha anche un importante ruolo nell'ecologia dei sistemi costieri, in quanto rappresenta un ottimo habitat per lo sviluppo di flora e fauna epifita ed endofita, che a loro volta fungono da "pabulum" per una variegata fauna ittica che si nutre degli epifiti; non è inoltre da meno il ruolo di area di nursery che la prateria di *Cymodocea nodosa* svolge nei confronti di moltissime specie di importanza commerciale, che in queste aree costiere confinate si riproducono e accrescono le loro classi giovanili.

L'equilibrio millenario fra le componenti ambientali e climatiche ha in ultima analisi realizzato la conformazione stessa degli ambienti lagunari e più in generale della coste basse mediterranee che, attraverso l'interazione delle proprie componenti biotiche e fra queste in maggior misura dei sistemi a Fanerogame marine, hanno portato alla situazione morfologica della fascia costiera così come la vediamo oggi.

L'azione umana ha, infine, plasmato parte di questi ambienti peculiari a seconda delle proprie esigenze, facendoli diventare porti e/o approdi, vasche per la coltura del sale e per l'acquacoltura, ecc.

Tutte queste attività non sarebbero in ogni caso state possibili se la Natura non avesse provveduto a imprimere il proprio "stampo", che tanto ha contribuito all'insediamento di numerose comunità umane.

Le cause che possono danneggiare, a volte anche irreparabilmente, i prati a *Cymodocea nodosa* possono essere molteplici, quali l'elevata sedimentazione che provoca il seppellimento dei rizomi e talvolta delle foglie nonché la rottura di queste ultime, la competizione con specie alloctone o aliene, come *Halophila stipulacea*, *Caulerpa racemosa* e *Caulerpa taxifolia*, l'impatto delle attività antropiche (ancoraggi, escavazioni, discariche, scarichi fognari, ecc.) che possono determinare la scomparsa dei prati.

Da evidenziare che il pessimo stato in cui versano i prati di *Cymodocea nodosa* nell'areale studiato ed in generale in tutta la baia di Porto Grande di Siracusa è legato a tutte le succitate cause che a vario titolo intervengono.

2.3 MATERIALI E METODI

In confronto con *Posidonia oceanica* la cui funzione è decisamente più importante per l'ambiente marino, i prati a *Cymodocea nodosa* sono stati molto meno studiati ed indagati dalla comunità scientifica: manca soprattutto una standardizzazione dei metodi di indagine e di campionamento.

Si è scelto, quindi, di applicare un mix di metodologie, riportate in bibliografia, che a nostro avviso ottemperano alla richiesta di valutare questo peculiare tipo di ambiente.

Lo studio è stato svolto nel periodo di settembre-ottobre 2010, con le seguenti modalità:

- 1) Redazione carta preliminare e pianificazione campionamento;
- 2) Rilievi e campionamenti in mare;
- 3) Analisi di laboratorio;
- 4) Input ed elaborazione dati;
- 5) Stesura relazione;

Hanno partecipato allo studio i seguenti ricercatori:

- ✓ Dr. MARCO TOCCACELI, biologo marino – Responsabile scientifico, campionamenti e rilievi in mare, analisi di laboratorio, elaborazione dati e stesura relazione;
- ✓ Dr. ANTONINO VACCARO, biologo marino – Campionamenti e rilievi in mare;
- ✓ Dr. ANTONINO BONO, dottore in Scienze Ambientali – Campionamenti e rilievi in mare, restituzione cartografica dei dati;
- ✓ Dr.ssa MARIA CONCETTA ALESSI, biologo marino – Analisi in laboratorio sulla micro-ripartizione di *Cymodocea nodosa*.

Le carte ambientali, quelle di progetto, le batimetrie e le foto aeree e da satellite reperite, sono state georeferenziate in un pacchetto software G.I.S. Manifold 8.0, allo scopo di preparare la base raster, su cui è stato possibile pianificare le attività successive di campionamento.

Di seguito si riporta la carta delle biocenosi, sulla quale sono state posizionate le 9 stazioni di campionamento su *Cymodocea nodosa* (Tab. 1 e Fig. 9).

PORTO GRANDE DI SIRACUSA					
Stazioni di campionamento della prateria di <i>Cymodocea Nodosa</i>					
Staz. N.	Data	Prof.	Lat. N	Long. E	Osservazioni morfologiche
A1	24/09/10	-1.0	37°03.832	15°16.703	Cymodocea nodosa poco densa su sabbia
A2	24/09/10	-3.8	37°03.775	15°16.753	Cymodocea nodosa
B1	24/09/10	-1.0	37°03.813	15°16.656	Cymodocea nodosa poco densa su sabbia
B2	24/09/10	-4.0	37°03.748	15°16.719	Cymodocea nodosa poco densa su sabbia
C1	24/09/10	-1.1	37°03.796	15°16.622	Cymodocea nodosa poco densa su sabbia
C2	24/09/10	-4.0	37°03.706	15°16.689	Cymodocea nodosa poco densa su sabbia
C3	24/09/10	-4.5	37°03.662	15°16.736	Cymodocea nodosa poco densa su sabbia
D1	24/09/10	-0.9	37°03.772	15°16.586	Cymodocea nodosa poco densa su sabbia
D2	24/09/10	-4.4	37°03.684	15°16.673	Cymodocea nodosa poco densa su sabbia

*Tabella 2-1 Dati di campo delle stazioni di campionamento su *Cymodocea nodosa*.*

I rilievi ed i campionamenti per lo studio della prateria di *Cymodocea nodosa* sono stati effettuati in data 24 settembre 2010.

Le condizioni meteo-marine erano le seguenti: cielo coperto con scrosci di pioggia, mare calmo o a tratti poco mosso per venti da SE: la visibilità sull'intera colonna d'acqua e sul fondo era quasi nulla a causa della forte torbidità presente nel sito.

Le operazioni in mare sono state svolte con l'ausilio di un gommone e di un GPS cartografico Garmin 276c, con una precisione compresa fra i 2 e i 5 m in EGNOS.

Le profondità venivano misurate tramite uno scandaglio e verificate in immersione con il computer subacqueo.

Con l'ausilio della carta preliminare, su cui erano riportati i punti prefissati per il campionamento e del GPS cartografico, l'equipe si è portata nei siti prescelti (Fig. 8).

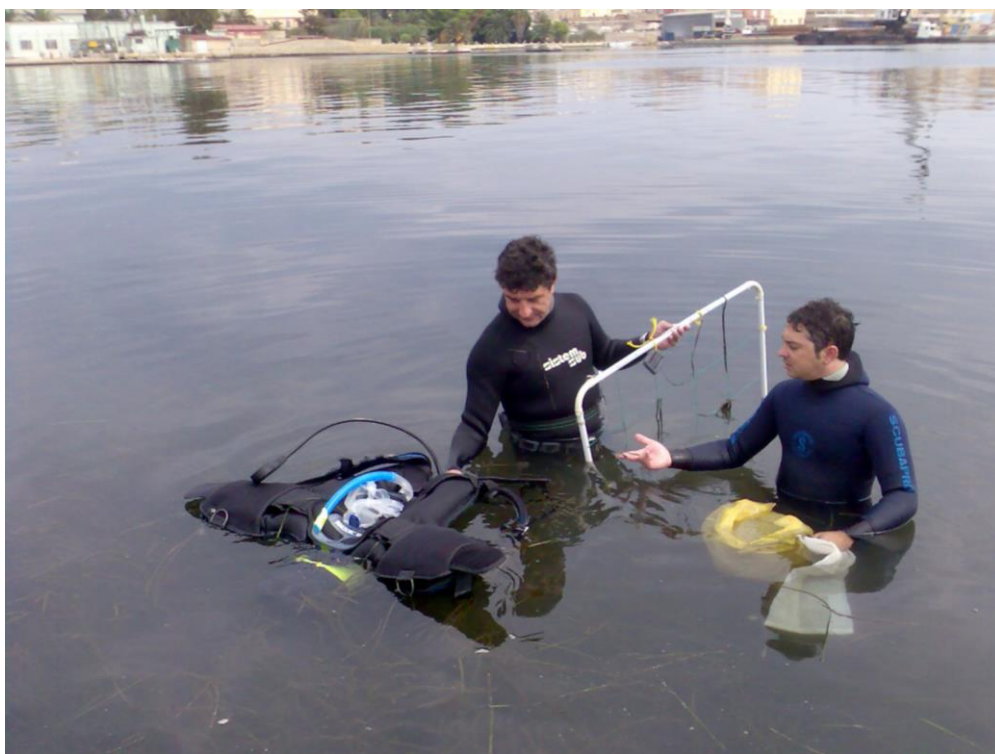


Figura 8 Fase di campionamento

Su ogni stazione di campionamento sono state svolte le seguenti operazioni, in immersione con ARA, seguendo la metodologia citata in CANCEMI et al., 2002; GAMBI & DAPPIANO, 2003; DELBONO et al., 2003:

- Misura della copertura vegetale;
- Misura della densità: conteggio fascicoli fogliari;
- Raccolta fascicoli fogliari;
- Documentazione fotografica.

La copertura è stata rilevata attraverso una stima visuale, per quanto reso possibile dalla scarsissima visibilità, della percentuale di fondale ricoperta da *Cymodocea nodosa*.

Per il conteggio dei fasci è stato utilizzato un quadrato in PVC tubolare (Fig. 10), con il lato di 1 m e suddiviso in 25 quadrati da 400 cm² (20x20 cm); in ogni stazione sono stati effettuati 3 conteggi relativi al numero di fasci, per ottenere 3

repliche randomizzate non contigue, all'interno del quadrato di 1 m di lato (CANCEMI et al., 2002).

Inoltre, nelle stesse stazioni sono stati raccolti con criterio casuale almeno 12 fasci sui quali effettuare in laboratorio le misure fenologiche, secondo un protocollo standardizzato (Fig. 11).



Figura 9 Ubicazione stazioni di campionamento e carta delle biocenosi

VAMIRGEOIND. Ambiente, Geologia e Geofisica s.r.l.
Indagini sulle biocenosi marine relative al Progetto Definitivo di "Approdo e Facilities collegate per la
qualificazione funzionale dello specchio di mare antistante l'ex area industriale S.P.E.R.O"

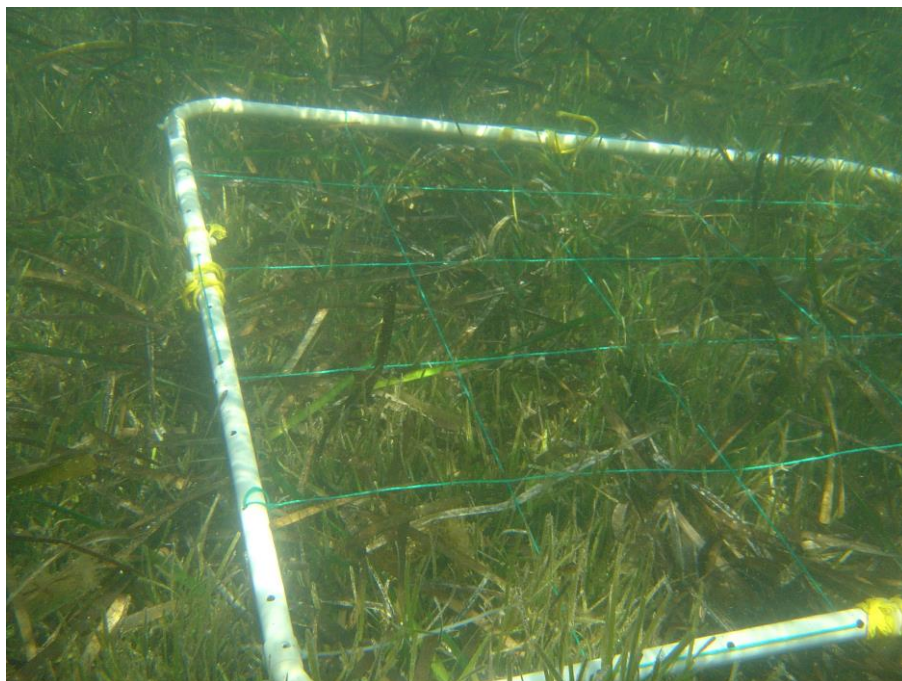


Figura 10 Quadrato utilizzato per l'indagine.



Figura 11 Rilievi e campionamenti su Cymodocea nodosa

I campioni prelevati venivano sistemati in capaci sacchetti di nylon premarcati con il n. di stazione e la profondità, successivamente conservati in un recipiente coibentato per il successivo trasporto in laboratorio.

A causa della forte torbidità delle acque non è stato possibile raccogliere un'adeguata documentazione fotografica subacquea: alcune foto sono comunque inserite nella presente relazione.

In laboratorio sono stati isolati i 12 fascicoli fogliari destinati all'analisi fenologica. Ogni fascicolo, numerato da 1 a 12, veniva dissezionato allo stereomicroscopio binoculare attraverso la separazione dell'involucro fogliare dal rizoma (Fig. 12).



Figura 12 Fase di analisi in laboratorio su Cymodocea nodosa

I ciuffi fogliari venivano aperti delicatamente con l'aiuto di una pinzetta, procedendo dalla foglia più esterna a quelle più interne, alternativamente a destra e a sinistra e disponendo le foglie in successione decrescente sul piano di lavoro.

Da questa prima operazione si ricava il numero di foglie, sia totale che per classe:

- **Foglie adulte o differenziate (A)**: foglie possedenti la base.
- **Foglie giovanili o indifferenziate (J)**: foglie non possedenti la base.

Dopo la separazione fra foglie adulte e giovanili, venivano effettuate le misure con l'ausilio di un foglio di carta millimetrata (*Fig. 13*), che comprendevano:

- Lunghezza totale della foglia;
- Lunghezza della base o ligula (per le foglie adulte);
- Lunghezza parte bruna (ove presente);
- Lunghezza parte bianca (ove presente)
- Larghezza della foglia.

Veniva inoltre annotata l'eventuale rottura dell'apice e la presenza di morsi di animali erbivori sulle lamine fogliari.

Tutti i dati venivano riportati su un apposito modulo.



Figura 13 – Fase di analisi in laboratorio su Cymodocea nodosa

Veniva inoltre annotata l'eventuale rottura dell'apice e la presenza di morsi di animali erbivori sulle lamine fogliari.

Tutti i dati venivano riportati su un apposito modulo, riportato sotto.

CYMODOCEA NODOSA - SIRACUSA (9/10)						
Campione		Note:				
Data						
Località						
Fascio N.						
	Lungh. totale	Lungh. base	Lungh. bruna	Largh. max.	Lungh. bianca	Apice rotto
Foglia N. 1						
Foglia N. 2						
Foglia N. 3						
Foglia N. 4						
Foglia N. 5						
Foglia N. 6						

Al termine delle operazioni di laboratorio sui 12 fascicoli fogliari prelevati, i dati risultanti sono stati ordinati utilizzando un foglio elettronico Excel: successivamente sono stati effettuati i calcoli e le elaborazioni che hanno portato alla realizzazione di tabelle e grafici esplicativi.

Qui di seguito vengono elencate le metodologie di elaborazione per risalire ai parametri fenologici e demografici.

Per quanto riguarda la **densità fascicolare** è stata dapprima calcolata la media dei 3 conteggi effettuati *in situ* (su un quadrato di 0,04 m²); quindi la densità è stata calcolata con la seguente formula ed espressa in N° di fasci/m²:

$$\text{Densità} = \frac{\text{N}^\circ \text{ medio fasci} \times 1 \text{ mq}}{0,04 \text{ mq}}$$

Il **numero medio di foglie per fascicolo** è un parametro che si ottiene dividendo il N° totale di foglie rinvenute nel campione, per il N° di fascicoli campionati; viene calcolato separatamente per i diversi tipi di foglie (A, J) e globalmente (Tot.) utilizzando la seguente formula:

$$\text{N}^\circ (\text{A, J, Tot.}) = \frac{\text{N}^\circ \text{ foglie (A, J, Tot.)}}{\text{N}^\circ \text{ fasci}}$$

La **superficie totale delle foglie** è un parametro che si ottiene effettuando la sommatoria della lunghezza di ogni foglia misurata moltiplicata per la propria larghezza media (per convenzione si calcola su una sola faccia); si esprime in cm² e viene calcolata con la seguente formula:

$$\text{Sup. tot.} = \sum (\text{Lungh. tot.} \times \text{Largh. media})$$

Dividendo per il numero di fasci esaminati si ottiene la **superficie totale per fascicolo**.

La **superficie fotosintetica per fascicolo** è un parametro derivato che si ottiene dalla superficie totale sottraendo le aree delle basi, delle parti brune e delle parti bianche, dividendo per il numero dei fascicoli presenti nel campione; i valori di superficie fotosintetica sono espressi in cm².

$$\text{Sup. fot.} = \frac{\text{Sup. tot.} - \text{Sup. base} - \text{Sup. bruna} - \text{Sup. bianca}}{\text{N}^\circ \text{ fasci}}$$

Il **L.A.I. o Indice fogliare** è un parametro derivato che consente di valutare la superficie fogliare presente in un determinato sito sull'unità di superficie, nel nostro caso 1 m²: per questo calcolo è necessario quindi conoscere la densità fascicolare. Questo parametro viene calcolato separatamente per le due diverse classi di foglie, giovanili (J), ed adulte (A), nonché globalmente (Tot.), utilizzando la seguente formula nella quale i valori di L.A.I. sono espressi in m²/m²:

$$\text{L.A.I.}(A, J, \text{Tot.}) = \frac{(\text{Densità} \times \text{Sup.}(A, J, \text{Tot.}))}{\text{N}^\circ \text{ fascicoli}} \times \frac{1}{1 \text{ mq}}$$

$$\text{Coeff. A} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Foglie rotte}}{\text{N}^\circ \text{ Foglie totale}} \times 100$$

Il **coefficiente "A"** rappresenta la percentuale di foglie rotte, che hanno cioè perduto la porzione apicale, per fascicolo, sul totale di quelle esaminate nel corso dell'analisi fenologica; il coefficiente "A" viene espresso come % sul totale delle foglie.

Il **tessuto bruno** è una zona di colore marrone, di debole consistenza e facilmente frantumabile meccanicamente, presente nella parte distale della foglia vecchia. Per il calcolo viene utilizzata la % di superficie fogliare caratterizzata da tessuto bruno rispetto alla superficie totale.

2.4 RISULTATI

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti con il presente studio.

Il survey effettuato è stato rivolto allo studio dei prati di *Cymodocea nodosa*.

La zona in esame è compresa all'interno dell'area portuale di Siracusa, nel Porto Grande: si tratta dell'area costiera a ridosso dell'ex-area industriale, attualmente in fase di riqualificazione ed è situata al limite nord-occidentale del Porto Grande (*Fig. 14*).

L'area indagata è pressappoco un quadrato di circa 400x400 m per un'estensione di circa 160.000 m².

La costa è bassa, colonizzata da un fittissimo canneto che si spinge fin quasi dentro l'acqua: è praticamente assente la spiaggia emersa.

A nord dell'area in esame si riscontrano alcuni moli attualmente non utilizzati, presumibilmente un tempo adibiti all'ormeggio di navi a servizio dell'area industriale: quest'area è attualmente oggetto dei lavori di costruzione del Porto turistico "Marina di Archimede".

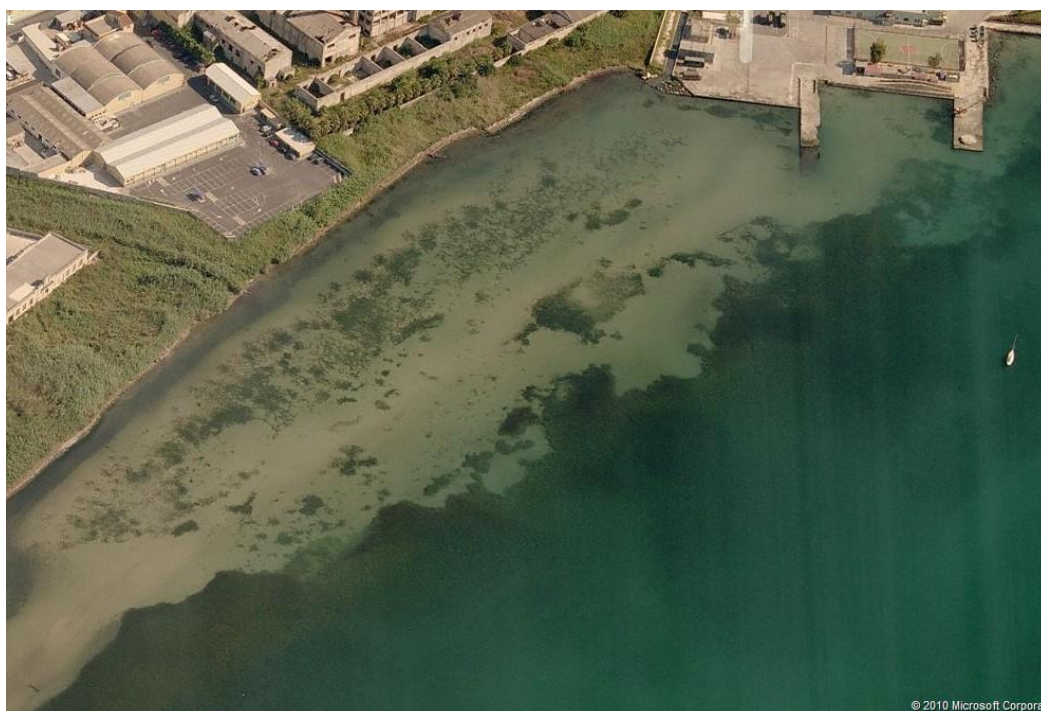


Fig. 14 – Foto aerea dell'area indagata (da www.bing.com)

Durante la fase preliminare sono state raccolte e georeferenziate diverse foto aeree e satellitari scattate nel periodo compreso fra il 1994 e il 2006; l'elaborazione grafica derivante dalla sovrapposizione delle immagini ha rilevato che la linea di costa è in sensibile arretramento, processo iniziato a partire dal 2002 ma che è molto evidente nel 2006, stimabile in circa 20 metri nel suo punto massimo (Fig. 15).

Altro dato che si evince dall'esame delle serie storiche è che la vegetazione marina, visibile grazie alla sua colorazione più scura rispetto al fondale mobile, presenta variazioni nel limite superiore anche notevoli nel corso del tempo.



Fig. 15 – Sequenza di foto aeree e satellitari

Durante il survey sono stati esclusivamente riscontrati fondali mobili, di natura prevalentemente limosa, con in alcuni casi componenti detritiche superficiali.

La *Cymodocea nodosa* mostra caratteristiche tipiche per la specie ma la lunghezza delle foglie, anche oltre 1 m, appare inusitata rispetto a quanto riportato in letteratura e anche rispetto alle nostre osservazioni in altri siti siciliani.

E' stato riscontrato un forte epifitismo algale e animale sulle foglie, soprattutto nelle stazioni più superficiali, a carico di Polysiphonia spp., Cladophora spp., Chaetomorpha sp., Ascidiacei, Idrozoi e piccole Attinie molto urticanti, mentre alla base dei rizomi, in alcune stazioni più costiere sono presenti i lunghi filamenti verde scuro delle alghe del genere Enteromorpha, tipiche di ambienti dissalati e inquinati.

All'interno del prato a *Cymodocea nodosa* sono presenti numerosi individui appartenenti ad Echinodermi, come le Oloturie e Molluschi dei generi *Hexaplex* e vari Bivalvi, ascrivibili alle biocenosi SVMC (Sabbie Infangate di Moda Calma) e SFBC (Sabbie Fini Ben Classate) (Fig. 16).



Fig. 16 – Fauna bentonica presente nei campioni esaminati

Nell'area vasta non è stata riscontrata alcuna presenza di *Posidonia oceanica*, che veniva segnalata nell'indagine CEOM del 2002, nonostante le ricerche **da noi effettuate battendo accuratamente la zona a nuoto**.

Sulla superficie dell'acqua erano ben visibili, inoltre, le strie verdastri e brunastre di fioriture planctoniche, miste a tensioattivi.

L'area più vicina alla linea di costa, per un'ampiezza di circa 70-80 metri e profonda meno di 0,5 m, appariva ricoperta da un sedimento sabbioso-limoso con rada vegetazione a *Cymodocea nodosa* e presenza di lunghissimi filamenti di *Enteromorpha* sp: il sedimento in profondità appariva nerastro e anossico già dopo i primi cm di spessore.

La fauna ittica osservata era composta da individui di Mugilidi che si muovevano in branchi abbastanza numerosi al disotto del pelo dell'acqua e in mezzo all'intrico delle foglie di *Cymodocea*.

Indagine di laboratorio

In questo paragrafo si riportano i risultati delle analisi condotte sullo strato fogliare dei campioni di *Cymodocea nodosa* prelevati durante il survey.

Macro e micro-ripartizione di *Cymodocea nodosa*

Per la valutazione delle condizioni di integrità di una prateria vengono presi in considerazione svariati parametri vitali, alcuni inerenti la morfologia della prateria (densità e copertura % = macro-ripartizione), altri che riguardano la vitalità della pianta (L.A.I., ecc. = micro-ripartizione).

Lo studio della macro-ripartizione ha lo scopo, attraverso le misure di densità fascicolare, di fornire informazioni sulla strategia di colonizzazione attuata dalla pianta oltre che di descrivere la prateria.

Per valutare il ricoprimento e quindi l'estensione di una prateria, ne viene stimata la copertura % rispetto al fondo.

La micro-ripartizione è lo studio dei parametri fogliari di una singola pianta, allo scopo di valutare la vitalità delle strutture fogliari: attraverso l'analisi di

laboratorio condotta sull'apparato fogliare si risale ai seguenti parametri: N. medio foglie/fascio, L.A.I., Coefficiente A.

Nelle seguenti *Figg. 17-25* sono illustrati i fascicoli fogliari dei campioni prelevati.



Fig. 17 – Stazione A1.



Fig. 18 – Stazione A2.



Fig. 19 – Stazione B1.



Fig. 20 – Stazione B2.



Fig. 21 – Stazione C1.



Fig. 22 – Stazione C2.



Fig. 23 – Stazione C3.



Fig. 24 – Stazione D1.



Fig. 25 – Stazione D2.

Macro-ripartizione: Copertura e Densità fascicolare

Per la valutazione delle condizioni di integrità di una prateria vengono presi in considerazione svariati parametri vitali, alcuni inerenti la morfologia della prateria (densità e copertura % - macro-ripartizione), altri che riguardano la vitalità della pianta (L.A.I., ecc. - micro-ripartizione).

Per valutare il ricoprimento e, quindi, l'estensione di una prateria ne viene stimata la copertura % rispetto al fondale.

I dati delle coperture sono riportate nella *Tab. 2* e in *Fig. 26*.

Il dato di copertura della prateria, che va associato in ogni caso all'esame degli altri parametri oscilla fra il 30% della Stazione **C3**, il 70% della Stazione **D2** e il 100% delle altre stazioni.

CYMODOCEA NODOSA DENSITA' FASCICOLARE								
Staz. N.	Prof. m.	1° Conta N.	2° Conta N.	3° Conta N.	Cop. %	Media	D.S.	Fasci/mq N.
A1	-1	20	9	19	100	16,00	6,08	400
A2	-3,8	30	18	27	100	25,00	6,24	625
B1	-1	33	24	37	100	31,33	6,66	783
B2	-4	19	23	12	100	18,00	5,57	450
C1	-1,1	19	26	18	100	21,00	4,36	525
C2	-4	17	28	18	100	21,00	6,08	525
C3	-4,5	22	5	20	30	15,67	9,29	392
D1	-0,9	22	22	34	100	26,00	6,93	650
D2	-4,4	26	19	15	70	20,00	5,57	500

Tab. 2 - Valori di densità fascicolare e copertura % di Cymodocea nodosa.

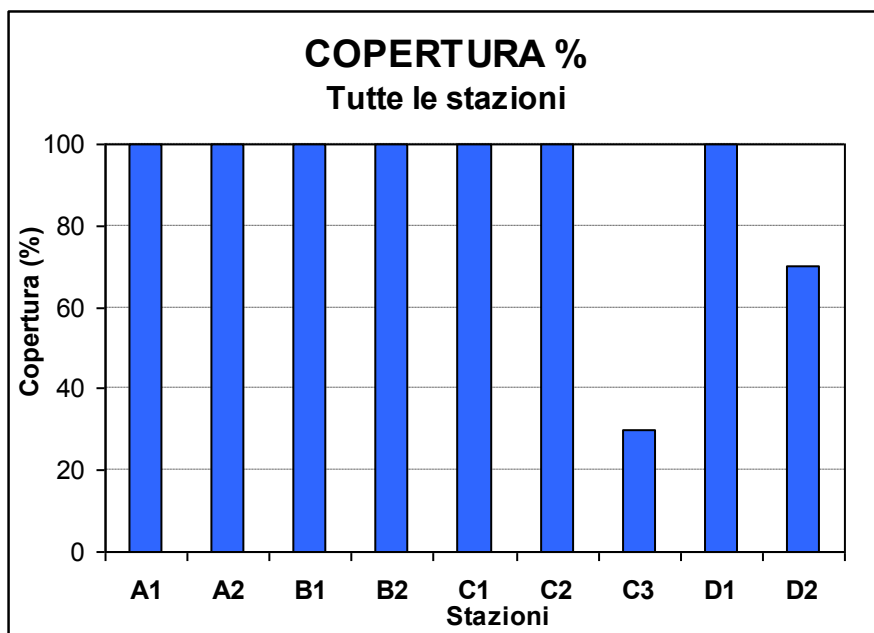


Fig. 26 - Andamento della Copertura %.

Per quanto riguarda la Densità fascicolare, altro parametro relativo alla macro-ripartizione, i risultati sono esposti nella precedente Tab. 2 e illustrati nella Fig. 27.

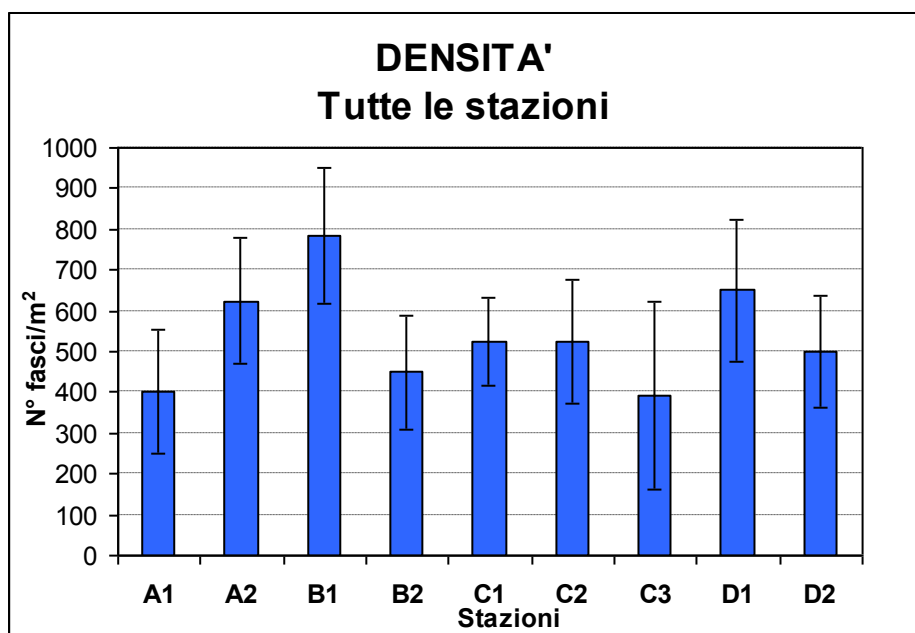


Fig. 27 - Andamento della Densità fascicolare.

La densità è sempre molto scarsa con un picco nella Stazione B1 (783 ± 166 fasci/m²) e un minimo nella stazione C3 (392 ± 232 fasci/m²): la media per il sito è di 539 ± 158 fasci/m².

Innanzitutto va considerato che la Cymodocea nodosa ha un'alta variabilità stagionale nella densità fascicolare, con un picco estivo ed un minimo invernale e, quindi, la nostra indagine è stata eseguita in un periodo in cui si ha uno sviluppo decisamente migliore rispetto agli altri periodi dell'anno, confermando il fatto che nell'area tale Fanerogama si trova in condizioni di generale elevato degrado.

Prati in buono stato hanno densità fascicolare decisamente più alta, ad esempio ad Ischia (CANCEMI et al., 2002) la media annuale è 1321 ± 322 fasci/m², mentre in estate la media è di 1925 ± 267 fasci/m², mentre a Trapani (C.R.E.A., 2010) la densità media è di 1270 ± 125 fasci/m²

Inoltre esiste una notevole variabilità batimetrica, con densità decrescenti all'aumentare della profondità.

A tale proposito si può notare che tale caratteristica viene rispettata nei transetti **B** e **D**, meno nel transetto **C**, dove la stazione a -1 e a -4 hanno la stessa densità, mentre invece nel transetto **A** la densità si inverte: più alta in profondità che in superficie.

Macro-ripartizione: Altezza massima prateria

Questo parametro dà indicazioni sull'altezza raggiunta dalle foglie di una prateria sullo strato dei rizomi ed è importante, insieme agli altri parametri, per la valutazione dello stato generale della prateria.

A seconda del periodo dell'anno le foglie possono avere una dimensione anche superiore ai 40 cm di altezza, dato riportato in letteratura come limite massimo.

L'altezza del fogliame può anche dipendere dal grado di rottura delle foglie, come verrà esaminato più avanti.

L'altezza della prateria contribuisce infine ad aumentare il riparo per gli organismi giovanili che vivono associati alla prateria, nei confronti dei predatori.

I risultati di quest'analisi sono riportati nella *Tab. 3* e in *Fig. 28*.

Dall'analisi risulta che i maggiori valori di H max si ritrovano nella Stazione **C1**, con H = 108,5 cm, e nelle Stazioni **A1** e **B1**, con rispettivamente H = 107,5 e 107 cm; i risultati più bassi sono stati ottenuti nella Stazione **D2**, con H = 79,4 cm. La media di questi valori è di 93 cm.

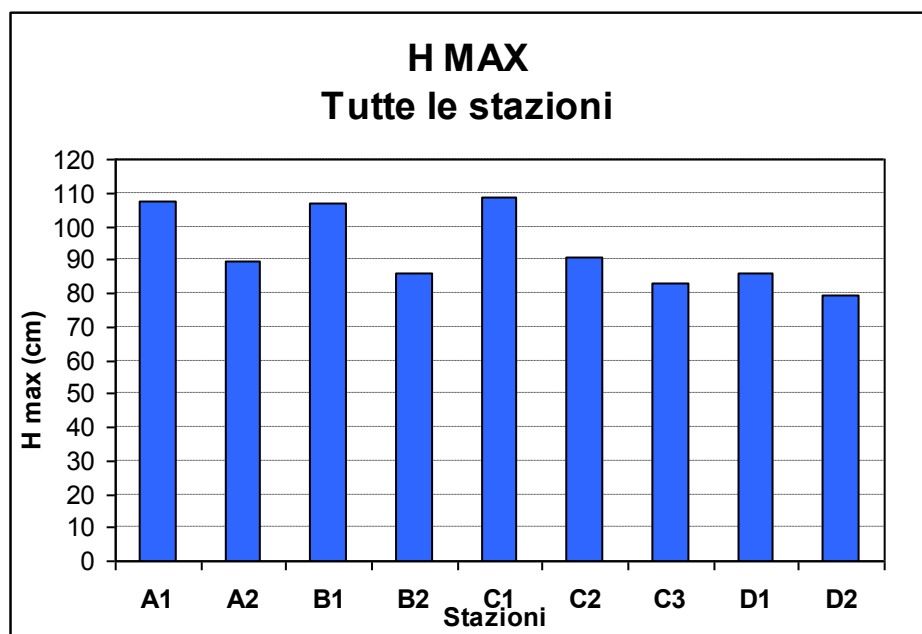


Fig. 28 - Andamento dell'H max.

Micro-ripartizione

La micro-ripartizione si occupa di valutare lo stato di integrità di una prateria attraverso l'analisi di alcuni parametri fogliari.

I risultati delle analisi di micro-ripartizione sono riportati nella seguente *Tab. 3*, mentre per ogni parametro è riportato un grafico ed una breve esposizione dei risultati ottenuti.

RISULTATI ANALISI FENOLOGICA									
PARAMETRI	STAZIONI								
	A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2
Densità	400	625	783	450	525	525	392	650	500
D.S. densità	152,07	156,12	166,46	139,19	108,97	152,07	232,29	173,21	139,19
Copertura %	100	100	100	100	100	100	30	100	70
N° foglie adulte (A)	39	26	33	24	29	25	18	31	20
N° foglie giovanili (J)	21	19	18	23	21	23	21	23	24
N° tot. foglie	60	45	51	47	50	48	39	54	44
H max.	107,50	89,50	107,00	86,20	108,50	90,50	83,00	86,00	79,40
Lungh. media adulte	58,78	42,07	68,98	53,85	70,04	40,05	44,16	63,80	45,39
D.S. Lungh. adulte	26,30	20,51	25,17	18,29	18,86	20,37	24,29	18,45	20,34
Lungh. media giovanili	18,50	5,14	10,96	9,56	11,81	5,46	13,55	11,61	6,34
D.S. Lungh. giovanili	22,30	4,17	12,04	12,92	12,87	7,18	16,04	16,49	6,64
Largh. media foglie	0,32	0,32	0,33	0,30	0,33	0,30	0,29	0,32	0,29
D.S. Larghezza	0,09	0,12	0,11	0,14	0,13	0,12	0,10	0,12	0,16
N° medio foglie/fascicolo	5,00	3,75	4,25	3,92	4,17	4,00	3,25	4,50	3,67
D.S. foglie/fascicolo	0,85	0,62	1,14	0,79	0,72	0,85	0,75	0,67	0,65
N° tot. foglie rotte	35	6	14	12	20	2	14	21	9
N° tot. foglie rotte con morsi	6	1	3	1	0	0	0	1	0
Coefficiente A	58,33	13,33	27,45	25,53	40,00	4,17	35,90	38,89	20,45
Tessuto bruno in %	0,51	0,17	3,98	0,50	0,00	5,09	7,23	1,50	3,85
Superficie totale/fascio	81,04	39,96	80,07	50,27	76,34	35,83	31,07	73,67	32,72
D.S. Sup. totale/fascio	44,48	15,78	51,21	20,75	35,13	17,01	11,86	31,73	19,81
Sup. fotosintetica/fascio	57,05	25,65	52,15	32,15	51,49	22,37	20,26	47,56	19,98
D.S. Sup. fotosintetica/fascio	33,58	10,60	31,01	13,39	24,54	12,31	8,30	21,15	15,14
L.A.I. adulte	2,88	2,36	5,90	2,00	3,69	1,73	0,95	4,35	1,47
L.A.I. giovanili	0,36	0,13	0,37	0,26	0,32	0,15	0,27	0,44	0,17
L.A.I. totale	3,24	2,50	6,27	2,26	4,01	1,88	1,22	4,79	1,64

Tab. 3 – Risultati delle analisi di micro-ripartizione su *Cymodocea nodosa*.

Micro-ripartizione: N° medio di foglie per fascicolo fogliare

Il numero medio di foglie per fascicolo fogliare, come si intuisce, è un parametro derivato dal conteggio delle foglie presenti in un fascicolo fogliare: in questo caso si riferisce all'insieme delle foglie (adulte e giovanili).

Tale parametro è uno dei principali indici per la valutazione della vitalità di una prateria di *Cymodocea nodosa* e, più in generale, delle praterie di Fanerogame marine; la normale attività di crescita delle foglie è legata alle condizioni ambientali esistenti nel sito e la misura di questo, come degli altri parametri, è utile come termine di confronto temporale nello stesso sito, anche se non ha un valore assoluto.

I risultati di quest'analisi sono riportati nella Tab. 3 e in Fig. 29.

Mediamente i campioni presentavano $N = 4,06 \pm 0,78$ foglie per fascicolo fogliare: il maggiore numero è stato riscontrato nella Stazione **A1** con $N = 5,00$; i più bassi valori sono stati riscontrati invece nella Stazione **C3** con $N = 3,25$.

In generale i valori di questo parametro sono in media con i valori generalmente riportati in letteratura, che in praterie in equilibrio risultano in media di 4 foglie/fascio (BUIA et al., 2000).

Anche questo parametro diminuisce in genere con l'aumentare della profondità, e ciò si verifica anche nel sito in esame.

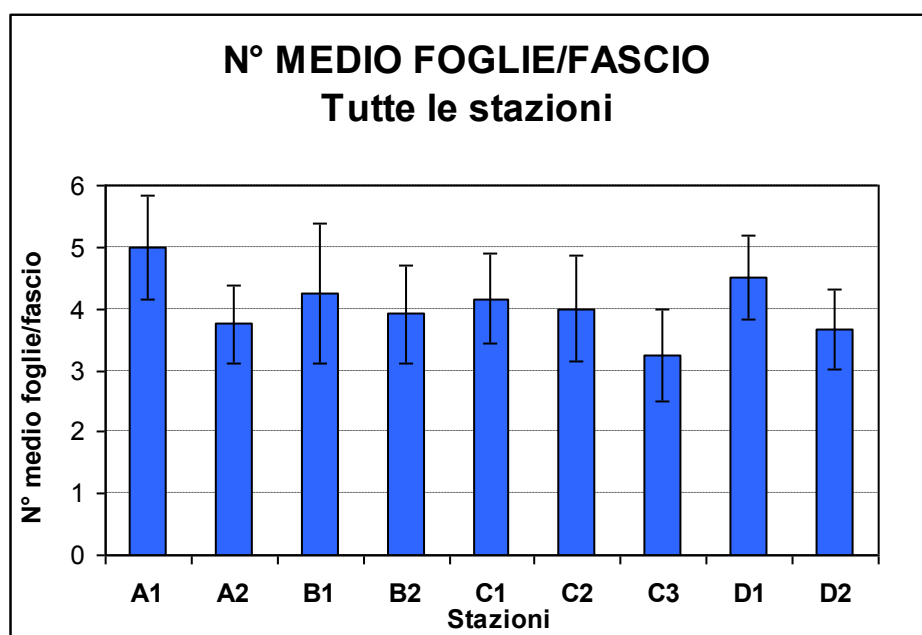


Fig. 29 - Andamento del N° medio foglie/fascio.

Micro-ripartizione: Superficie fotosintetica/fascio

Questo parametro fornisce informazioni sulla superficie fogliare a disposizione della fotosintesi per ogni fascicolo fogliare ed è indipendente dalla densità.

Si tratta di un importante parametro per valutare la vitalità della prateria: più è alto questo valore e più la pianta è in salute, anche se bisogna sempre valutare il periodo preso in considerazione e la profondità, che possono influenzare notevolmente questo parametro.

I risultati di quest'analisi sono riportati nella Tab. 3 e in Fig. 30.

I valori più alti di Superficie fotosintetica/fascio si ritrovano nella Stazione A1, con $S = 57,05 \pm 33,58 \text{ cm}^2$; i valori più bassi nella Stazione C3, con $S = 20,26 \pm 8,30 \text{ cm}^2$, mentre il valore medio è di $36,52 \pm 18,89 \text{ cm}^2$.

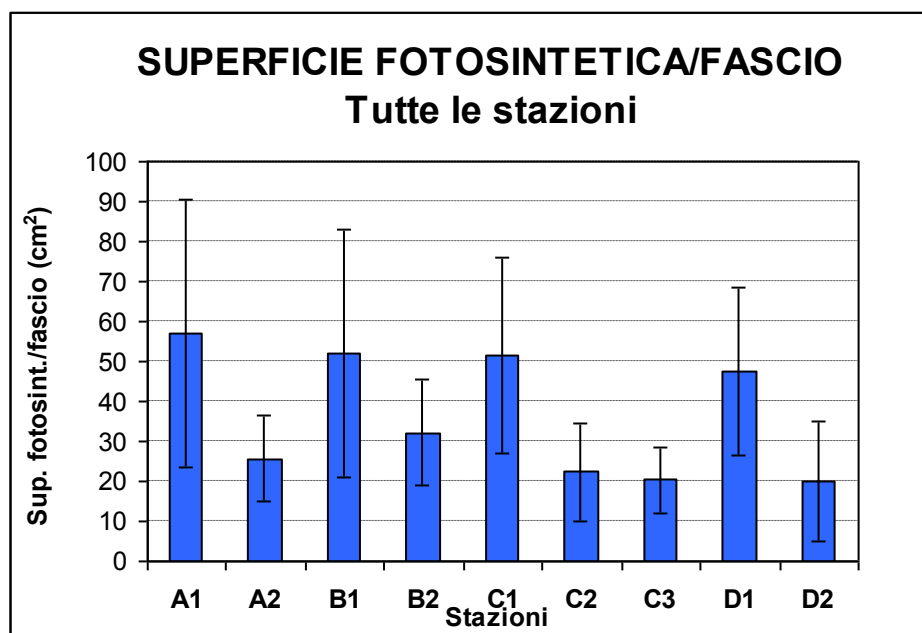


Fig. 30 - Andamento della Superficie fotosintetica/fascio.

Anche qui si assiste alla diminuzione drastica dei valori, che praticamente si dimezzano, andando in profondità, mentre non si notano differenze notevoli fra i transetti, se non una lieve diminuzione da A a D..

E' da notare l'estrema variabilità dei dati, dovuta alla coesistenza, nello stesso campione di fasci con più foglie lunghe e di fasci con la maggior parte di foglie corte.

Micro-ripartizione: Leaf Area Index (L.A.I.)

Il L.A.I. o Indice fogliare è un parametro derivato che consente di valutare la superficie fogliare presente in un determinato sito sull'unità di superficie, nel nostro caso 1 m²; siccome la valutazione della superficie fogliare viene effettuata su un sub-campione di 12 fascicoli è necessario conoscere la densità della prateria attraverso il conteggio dei fasci presenti nell'unità di superficie.

Questo parametro è stato calcolato separatamente per le due diverse classi di foglie e globalmente e i risultati sono esposti nella *Tab. 3* e nella *Fig. 31*, limitatamente alla L.A.I. totale.

Dall'analisi risulta che i maggiori valori di L.A.I. (totale) si ritrovano nella Stazione **B1** con L.A.I. = 6,27 m²/m², i risultati più bassi sono stati ottenuti nella Stazione **C3**, con L.A.I. = 1,22 m²/m², con una media di L.A.I. = 3,09 ± 2,33 m²/m².

I valori sono nella media riportata in letteratura, anche se tale parametro è molto dipendente dal periodo di campionamento: infatti il L.A.I. è dipendente, fra l'altro dal numero di foglie per fascio, oltre che dalla densità, e quindi il valore in equilibrio riscontrato è la risultante dell'interazione fra i due fattori, che come detto in precedenza variano durante l'anno.

Anche per il L.A.I. si assiste ad una netta diminuzione dei valori andando in profondità, anche se nel transetto A tale differenza risulta molto meno marcata, mentre non si evince un chiaro andamento fra i transetti.

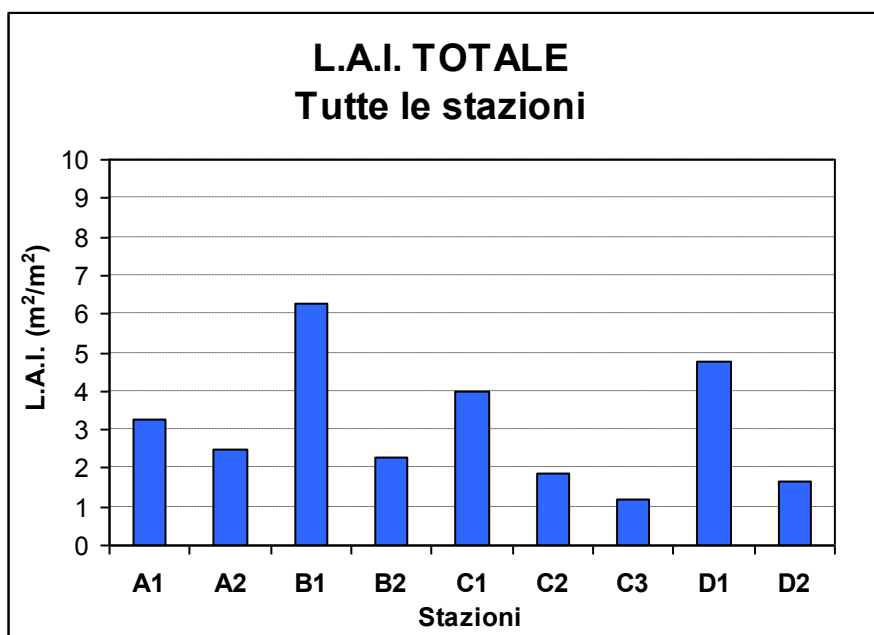


Fig. 31 - Andamento del L.A.I. totale.

Micro-ripartizione: Coefficiente "A"

Il Coefficiente "A" rappresenta la percentuale di foglie rotte, che hanno cioè perduto la porzione apicale, per fascicolo, sul totale di quelle esaminate nel corso dell'analisi fenologica; tale indice è molto importante in quanto descrive l'impatto dell'ambiente naturale sulle foglie più lunghe, cioè quelle adulte ed intermedie. Tale impatto può essere dovuto al pascolo degli animali erbivori e/o all'idrodinamismo, ma anche a fattori antropici.

Anche questo indice è legato alla stagionalità del ciclo delle foglie.

I risultati di tale analisi sono riportati nella *Tab. 3* e nella *Fig. 32*.

I valori più alti di Coefficiente "A" si ritrovano nella Stazione **A1**, con $A = 58,33\%$; i valori più bassi nella stazione **C2**, con $A = 4,17\%$; la media di questo parametro è $A = 29,34 \pm 16,11\%$.

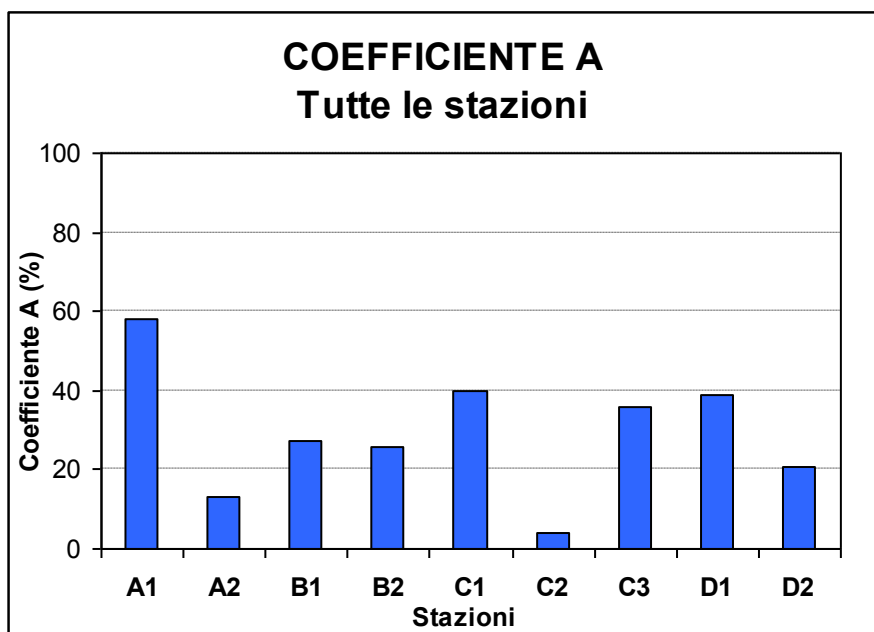


Fig. 32 - Andamento del Coefficiente A.

Anche questo parametro è dipendente dalla profondità, infatti il Coefficiente A è più alto nelle stazioni superficiali, soprattutto nella **A1**, anche se mediamente si tratta di un fenomeno poco pronunciato.

L'effetto del *grazing* da parte di una serie di organismi bento-nectonici, quali i ricci e i pesci, è invece in generale poco importante e limitato alle stazioni superficiali (Fig. 33).

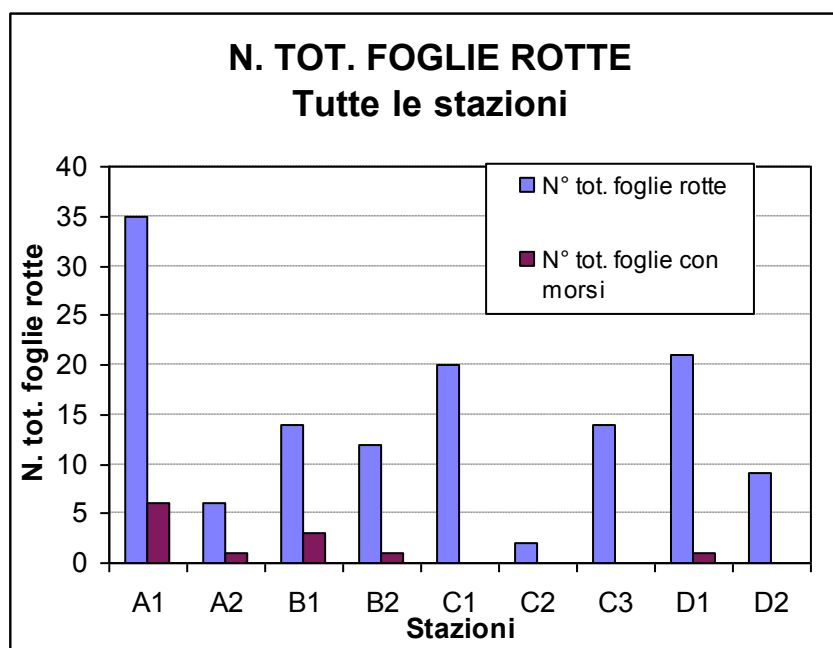


Fig. 33 - Andamento del n. tot. foglie rotte e del grazing

3 CONCLUSIONI

Riassumendo, dall'analisi della bibliografia, delle osservazioni effettuate e da dati raccolti nel presente survey si può affermare che:

- ❖ *Non si rilevano all'interno dell'area interessata dal progetto la presenza di biocenosi macrobentoniche di particolare pregio naturalistico (formazioni a coralligeno o comunità vegetali, algali o fanerogamiche), che potrebbero essere danneggiate dall'intervento proposto, ad esclusione del popolamento, evidenziato dalle indagini di cui ai punti precedenti, di *Cymodocea nodosa*, generalmente rado ed in condizioni ecologiche regressive.*
- ❖ *Si rileva in particolare la totale assenza della fanerogama *Posidonia oceanica* e di "matte" morte, a testimoniare l'assenza anche in tempi precedenti di questa fanerogama. Tale situazione è attribuibile a condizioni specifiche del sito come la matrice limosa dei substrati, la torbidità delle acque, il rimaneggiamento subito dai fondali, che ha causato la colonizzazione delle *Caulerpe* nei frammenti dei prati di *Cymodocea*.*
- ❖ L'area vasta, il Porto Grande di Siracusa, è un'ampia insenatura semichiusa ed a scarso idrodinamismo, in cui sfociano due fiumi abbastanza importanti, come l'Anapo e il Ciane e diversi canali di scolo di acque bianche spesso inquinate, i cui effetti si fanno sentire sulle biocenosi bentoniche.
- ❖ Secondo la bibliografia, nel Porto Grande la maggior parte dei fondali sono occupati da sedimenti fini, di conseguenza si ritrovano soprattutto la biocenosi SVMC (Sabbie Infangate di Moda Calma) ed in minor misura la SFBC (Sabbie Fini Ben Classate) colonizzate a bassa profondità, almeno nella zona nord-occidentale, da radi prati a *Cymodocea nodosa*: molto rari sono anche i substrati duri e le relative biocenosi fotofile.

- ❖ La prateria di *Cymodocea nodosa* indagata è estesa all'incirca dalla batimetrica dei -5 metri fino quasi alla batimetrica di -0,5 metri: nella sua parte più profonda è più rada e va infittendosi man mano che ci si avvicina alla linea di costa.
- ❖ *Cymodocea nodosa* è insediata direttamente sul substrato mobile (limi, fango e detriti), mentre non è stata riscontrata la presenza di matte morte di *Posidonia oceanica*, su cui *C. nodosa* di solito si impianta preferenzialmente.
- ❖ L'analisi delle serie storiche di immagini aeree e satellitari, disponibili relativamente all'area indagata, mostra una discreta instabilità dei popolamenti vegetali, nel nostro caso della porzione più superficiale del cimodoceto, da riferire alla intrinseca variabilità della pianta, relativamente alla strategia di colonizzazione dei fondali, all'influenza dei fattori edafici esistenti (eccessiva sedimentazione dovuta agli apporti dei corsi fluviali, erosione della costa, ecc.), ma anche al disturbo di origine antropica (ancoraggi).
- ❖ *I principali parametri vitali della Cymodocea nodosa mostrano, che i valori di densità, soprattutto nella porzione superficiale, sono alquanto inferiori alla norma, specie se confrontati con altri siti, anche siciliani.*
- ❖ *L'insieme delle osservazioni effettuate, relativamente alla vitalità della Cymodocea nodosa, depone verso una notevole instabilità ambientale, che se da un lato influenza in maniera relativa i parametri strettamente legati alle funzioni vitali, dall'altro può inficiare in maniera anche pesante il grado di densità della prateria: sembrerebbe, infatti, che periodicamente il cimodoceto sia letteralmente "sotterrato" da ingenti quantitativi di sedimento fine, proveniente dalle foci fluviali e dai canali di gronda.*
- ❖ *In ultimo, per completare il quadro ambientale, che in definitiva depone verso un accentuato degrado delle condizioni ecologiche dell'area in esame, è da rimarcare la notevole presenza di*

popolamenti nitrofili, composti da Ulvales, che denota l'arricchimento in sostanze organiche e di nutrienti sia delle acque che dei sedimenti.

- ❖ *Le analisi condotte, quindi, danno certezza sul fatto che la presenza di Cymodocea nodosa nel sito in esame sia di carattere regressivo e che non solo non ci sono le condizioni ecologiche per un'evoluzione verso la Prateria di Posidonia oceanica, che nel sito non sembra sia stata mai presente, ma ci sono tutte le precondizioni per un suo naturale e costante deterioramento che potrebbe portare alla naturale scomparsa dei prati residui oggi presenti.*
- ❖ *Il dragaggio dei fondali, necessario per consentire la realizzazione del porto turistico S.P.E.R.O. nel Porto Grande di Siracusa, comporterà modifiche all'attuale popolamento biologico, con parziale distruzione dei radi prati a Cymodocea nodosa ma la parte più sana e più fitta verrà quasi integralmente salvata.*
- ❖ *Il risultato prevedibile, alla fine dei lavori e dopo che i sedimenti mobilizzati si saranno ridepositati, è un fondale prevalentemente fangoso con patches residue di Cymodocea nodosa, che data la sua elevata resilienza, ovvero la capacità di un ecosistema di tornare ad uno stato simile a quello iniziale dopo avere subito uno stress o un danneggiamento, potrebbero dar vita nel tempo ad un nuovo prato, che, viste le opere di mitigazione in progetto, potrebbe anche crescere più rigoglioso di quanto non sia adesso.*
- ❖ *Per agevolare il naturale processo di ripresa del cimodoceto il progetto prevede tutte le opere necessarie a migliorare le condizioni edafiche delle acque, allontanando i reflui inquinanti provenienti dai corsi d'acqua e consentendo un'adeguata circolazione delle acque all'interno delle opere portuali.*
- ❖ *L'adozione di queste misure ottempera sia all'esigenza di utilizzo dell'area ai fini della nautica da diporto, sia all'altrettanto stringente*

esigenza di salvaguardare il più possibile ecosistemi marini di pregio.

- ❖ L'assetto correntometrico dell'area del Porto Grande rivela come le caratteristiche sedimentologiche dei fondali derivino dalla combinazione di dinamiche locali, relazionate con la circolazione interna alla baia e l'apporto delle acque del sistema Anapo-Ciane-Mammaiabica.
- ❖ ***La realizzazione del porto in progetto, sulla base delle indicazioni derivanti dalla modellistica, non risulta in contrasto con le dinamiche attualmente in atto, anche se lette in termini ecologici sistemici.***
- ❖ Le analisi tassonomiche hanno evidenziato che l'area interessata alle opere in progetto è caratterizzata principalmente da popolamenti ascrivibili alle "Sabbie Infangate di Moda Calma" e in misura più ridotta alle "Sabbie Fini Ben classate", i popolamenti risultano dominati da Echinodermi, come le Oloturie e Molluschi dei generi *Hexaplex* e vari Bivalvi.
- ❖ ***Le analisi effettuate portano a concludere che tutti i potenziali fattori di impatto che possono ritenersi possibili hanno intensità e magnitudo relativamente modesta e sono, comunque, reversibili e compensabili, considerando che per quanto riguarda l'ecosistema marino le campagne di indagine eseguite (rilievo Side Scan Sonar) e rilievo ROV escludono la presenza di biocenosi di rilevante pregio e la perdita riguarda esclusivamente i prati radi di *Cymodocea nodosa*, nella facies più degradata a causa dei precedenti rimaneggiamenti.***
- ❖ Sarebbe inoltre possibile, come ulteriore compensazione la riconnessione delle aree frammentate della medesima biocenosi che si trovano all'interno della baia, in prossimità dell'area studiata.
- ❖ ***Il naturale processo di ripresa del cimodoceto sarà agevolato dal miglioramento delle condizioni edafiche delle acque, per l'allonta-***

***namento dei reflui inquinanti provenienti dai corsi d'acqua e dalla
circolazione delle acque all'interno delle opere portuali.***

- ❖ Per quanto riguarda la fauna, le potenziali interazioni si evidenziano in fase di costruzione e sono essenzialmente dovute al temporaneo disturbo che può essere prodotto dalle attività di cantiere.
- ❖ Si evidenzia inoltre che i livelli di rumore emessi in fase di cantierizzazione e gestione così come i livelli emissivi in atmosfera non sono tali da eccedere gli attuali livelli presenti nell'area, prossima ad altre strutture portuali ed alla zona industriale e commerciale e, quindi, non creano problemi ed impatti di alcun tipo sulla fauna.
- ❖ ***Tali considerazioni possono essere estese anche alla fauna ornitica per le specie acquatiche marine, che pur non numerose frequentano il litorale per limitati periodi, trovando riparo nelle zone dove sono presenti barriere frangiflutti o altre strutture artificiali.***

4. RIPRESE VIDEO (ROV)



Area investigata tramite "ROV" (Visual Inspection)

Di seguito si riportano le immagini estrapolate dalle riprese video eseguite con il ROV lungo i transetti programmati nella porzione dell'area in studio denominati ROV 1, ROV 2, ROV 3, ROV 4 e ROV 5.

In generale, quello che si evince dalla visual inspection è la mancanza di Prateria di Posidonia Oceanica mentre sono visibili i prati di Cymodocea nodosa poco densi con alcune aree a densità maggiore e con la presenza di alcuni canali che l'attraversano.

Dalle riprese, inoltre, pare che la stessa Cymodocea nodosa sia colpita da alcune forme parassitarie come confermato dallo studio eseguito dalla C.R.E.A.

Si mette in evidenza, infine, la scarsa visibilità in molti tratti di video a causa dell'elevata presenza di materiale in sospensione (limo), nonostante le indagini siano state eseguite durante una giornata di calma.

Le immagini di seguito riportate sono un sunto di quanto emerso dalle riprese video allegate a questo lavoro in un DVD.

VIDEO LOG VISUAL INSPECTION ROV		
TRANSETTO	KP	NOTE
ROV1	150	Cymodocea nodosa poco densa
	200	Cymodocea nodosa poco densa
	250	Cymodocea nodosa poco densa
	300	Cymodocea nodosa poco densa
	350	Cymodocea nodosa poco densa
	400	Fondo mobile
	450	Fondo mobile
	500	Fondo mobile
	550	Fondo mobile
	600	Fondo mobile
	650	Fondo mobile
ROV2	600	Fondo mobile
	550	Fondo mobile
	500	Fondo mobile
	450	Fondo mobile
	400	Cymodocea nodosa poco densa
	350	Cymodocea nodosa poco densa
	300	Cymodocea nodosa poco densa
	250	Cymodocea nodosa poco densa
	200	Cymodocea nodosa poco densa
	150	Cymodocea nodosa poco densa

VIDEO LOG VISUAL INSPECTION ROV		
TRANSETTO	KP	NOTE
ROV3	150	Cymodocea nodosa poco densa
	200	Cymodocea nodosa poco densa
	250	Cymodocea nodosa poco densa
	300	Cymodocea nodosa poco densa
	350	Cymodocea nodosa poco densa
	400	Cymodocea nodosa poco densa con presenza di canali
	450	Fondo mobile
	500	Fondo mobile
	550	Fondo mobile
	600	Fondo mobile
ROV4	550	Fondo mobile
	500	Fondo mobile
	450	Fondo mobile
	400	Fondo mobile
	350	Cymodocea nodosa
	300	Cymodocea nodosa
	250	Cymodocea nodosa
	200	Cymodocea nodosa poco densa
	150	Cymodocea nodosa poco densa
ROV5	450	Fondo mobile
	400	Fondo mobile con Caulerpa Prolifera
	350	Cymodocea nodosa
	300	Cymodocea nodosa
	250	Cymodocea nodosa
	200	Cymodocea nodosa

VAMIRGEOIND. Ambiente, Geologia e Geofisica s.r.l.
*Indagini sulle biocenosi marine relative al Progetto Definitivo di "Approdo e Facilities collegate per la
qualificazione funzionale dello specchio di mare antistante l'ex area industriale S.P.E.R.O"*

VIDEO LOG VISUAL INSPECTION ROV		
TRANSETTO	KP	NOTE
	150	Cymodocea nodosa