



**STUDIO B.6.72 B/I
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCHIE LAGUNARI**

Contratto prot.n. 31572 si/gce/fbe

RAPPORTO FINALE

F. Scarton (SELC)

**Area: Ecosistemi di pregio
Macroattività: Praterie a fanerogame**

15 Settembre 2006

**Consorzio per la Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di Ricerca
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia
Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia
Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512**

Referente attività

Supervisore macroattività

Responsabile d'Area

Approvazione

Dott. Andrea Rismondo

Prof. Giovanni Caniglia

Prof.ssa Patrizia Torricelli

Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

1 PREMESSA	3
1.1 Introduzione.....	3
1.2 Obiettivi	4
2 ATTIVITÀ ESEGUITE	7
2.1 Programma generale delle attività eseguite	7
2.2 Pianificazione operativa delle attività	7
2.3 Identificazione delle aree e delle stazioni di indagine	8
2.4 Attività di campo.....	9
2.4.1 <i>Conduzione delle misure nelle 6 stazioni di controllo</i>	11
2.4.2 <i>Conduzione delle operazioni di mappatura</i>	12
2.4.3 <i>Attività di laboratorio</i>	14
2.4.4 <i>Trattamento dei dati</i>	14
3 RISULTATI E VALUTAZIONI	17
3.1 Misure nelle 6 stazioni di controllo.....	17
3.1.1 <i>Presentazione dei dati</i>	17
3.1.2 <i>Le stazioni della bocca di porto di Lido</i>	22
3.2 La mappatura della fanerogame marine della bocca di porto di Lido	24
3.2.1 <i>Dinamismo dei popolamenti e fattori ambientali regolatori</i>	24
3.2.2 <i>Le fanerogame marine come indicatori di qualità</i>	25
3.2.3 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto Lido tra il 1990 e il 2002</i>	26
3.2.4 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido tra il 2003 e il 2005</i>	32
3.2.5 <i>Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici</i>	36
4 CONSIDERAZIONI FINALI	40
5 BIBLIOGRAFIA	46
6 ALLEGATI CARTOGRAFICI	49

1 PREMESSA

1.1 Introduzione

Il presente rapporto riporta i risultati del programma di monitoraggio degli effetti prodotti dai cantieri per le opere da realizzare alle bocche lagunari nei confronti delle praterie a fanerogame marine presenti sui bassifondali circostanti, elemento del biota che costituisce uno dei componenti degli ecosistemi di pregio, oggetto dello Studio B.6.72.B/I "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari".

Il programma si limita alla sola bocca di porto di Lido e comprende un aggiornamento della mappatura della vegetazione radicata acquatica sommersa e una serie di rilievi stagionali delle caratteristiche fenologiche e di crescita su una rete di stazioni di misura.

La vegetazione acquatica sommersa (SAV-Submerged Aquatic Vegetation) svolge negli ambienti marini, soprattutto in quelli lagunari, un ruolo di fondamentale importanza quale elemento principale della catena trofica e mediatore dei processi fisici che controllano la morfologia lagunare. Questa componente del fitobenthos viene spesso utilizzata come parametro per descrivere le variazioni ambientali dei corpi idrici. Nelle nazioni dove esiste maggior attenzione a queste tematiche, le fanerogame marine, che sono ritenute dei buoni indicatori per rilevare le situazioni di stress ambientale, vengono monitorate con specifico riferimento alle variazioni della loro distribuzione. La regressione o l'estensione delle praterie, dopo una opportuna valutazione dei dati e delle pressioni naturali o antropiche che hanno agito, possono essere interpretate come un segnale negativo o positivo delle tendenze presenti nel corpo idrico.

Negli ambienti lagunari, alle fanerogame marine è oramai riconosciuta una fondamentale funzione ecologica in quanto hanno una stretta interazione sia con il mezzo idrico attraverso l'apparato epigeo, sia con i fondali, dato che la loro porzione ipogea, composta da radici e rizomi, può, in alcune specie, penetrare nel sedimento anche per 20-30 cm. Le variazioni delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dei sedimenti interessano quindi direttamente queste piante acquatiche che nell'arco di alcuni anni possono modificare le dimensioni delle praterie in senso positivo o negativo al variare delle condizioni ecologiche. Oltre al ruolo di indicatore ambientale, queste praterie sommerse costituiscono un fondamentale elemento della catena trofica. Al loro interno trova riparo e alimento una ricca flora e fauna, sia legata all'interfaccia sedimento-acqua, sia all'apparato fogliare.

È in particolare nelle lagune e negli estuari che il loro interesse a livello scientifico trova fondamento, dal punto di vista ecologico, nel ruolo positivo che questi vegetali svolgono negli ambienti a basso battente, con particolare riferimento alla stabilizzazione fisica dei fondali, alla facilitazione della sedimentazione dei materiali sospesi lungo il battente, al contributo al processo di utilizzazione dei nutrienti di diversa origine e alla funzione di "nursery" per la fauna ittica e l'epifauna bentonica sessile e vagile [Gambi e D'Appiano, 2003].

Questo importante ruolo è riconosciuto anche nella recente Direttiva Europea 2000/60 che assegna a queste macrofite la massima importanza come elementi indicatori di livello integrato e riassuntivo delle condizioni dell'intero corpo lagunare. Questo dal momento che il ruolo delle fanerogame marine, ben ribadito a livello nazionale ed internazionale, è noto sia per le ricadute in termini strettamente biologici, sia dal punto di vista morfologico.

I risultati che derivano dal monitoraggio MELa2 [Magistrato alle Acque, 2002; 2005a] e, più specificamente, dallo Studio B.6.78/I [Magistrato alle Acque, 2003, 2005c] consentono di disporre di una buona base di dati sulle caratteristiche dei popolamenti a fanerogame marine presenti nelle aree di bocca e in quelle lagunari circostanti. Gli indicatori strutturali presi in esame (distribuzione, grado di copertura, densità, dimensioni, epifitismo) sono risultati sensibili ed utilizzabili per

valutare eventuali impatti sulle praterie. I dati dei due interventi citati hanno permesso di costituire una base dati di riferimento, fase "zero" o *ante operam*, che ha consentito il confronto con i successivi monitoraggi. Già in parte nei Rapporti di Valutazione intermedi relativi alle 4 campagne, ma ancor più in questo Rapporto Finale, i risultati emersi saranno esaminati e valutati all'interno della gamma di variazioni di riferimento dell'assetto di questa comunità, dovute alle oscillazioni naturali dei popolamenti in Laguna.

Il presente studio, omogeneo, per quanto concerne siti di misura e metodologie impiegate, ai rilievi da poco terminati in bocca di Lido nell'ambito dello Studio B.6.78/I, consente di ottimizzare la ricerca di possibili relazioni causa-effetto per questa componente biotica, corrispondenti a variazioni del suo assetto che possano essere causate dalle attività di cantiere. Stabilire queste relazioni causali è naturalmente molto complicato per il numero di variabili e la complessità dei sistemi ecologici che possono influenzare il processo in gioco.

Ai programmi di monitoraggio MELa del Magistrato alle Acque si è fatto riferimento anche per quanto concerne gli aspetti operativi e per le metodologie applicate. È parso infatti opportuno e naturale, sul piano metodologico, applicare all'area delle bocche di porto le medesime tecniche di mappatura e i medesimi livelli di accuratezza seguiti per l'intera Laguna e questo anche perché si è convenuto di utilizzare la stessa procedura di trattamento dati e di gestione delle informazioni geografiche impiegata in MELa2, in modo da ottenere un unico supporto GIS.

1.2 Obiettivi

Gli obiettivi del monitoraggio consistono nella valutazione della variabilità dei sistemi a praterie a fanerogame marine nelle aree di bocca di porto e nella individuazione di scostamenti significativi da queste condizioni, in conseguenza delle risposte a impatti provenienti dalle attività di cantiere. In particolare consistono:

- nel controllo dell'andamento di una serie di parametri descrittivi delle comunità a fanerogame marine presenti nell'area della bocca di porto del Lido e nelle aree lagunari immediatamente interessate dalla bocca;
- nella individuazione e opportuna valutazione degli eventuali scostamenti dei parametri rilevati rispetto alla gamma di variabilità di questi valori già identificata nel corso delle indagini *ante operam* (studio B.6.78/I);
- nell'analisi della significatività degli eventuali possibili collegamenti tra gli scostamenti osservati e le lavorazioni in atto ai cantieri.

A questo proposito, occorre tenere conto dell'impossibilità di identificare chiaramente dirette relazioni causa - effetto dal momento che queste comunità possono manifestare condizioni di stress in tempi successivi alle lavorazioni monitorate o ascrivibili, in tutto o in parte, ad altre cause concomitanti.

Le funzioni che la presenza di queste piante esprime in laguna di Venezia, dall'effetto di area protettiva per una serie di organismi della comunità bentonica ed ittica alle capacità di consolidamento e di protezione dall'erosione e dalla risospensione, permettono di valorizzare senza dubbio le aree colonizzate [Magistrato alle Acque, 2002].

È noto che le coperture attribuibili alla vegetazione acquatica sommersa, anche se radicata, presentano fenomeni di dinamismo spaziale che possono raggiungere valori notevoli nel tempo limitato di una stagione vegetativa e questo costituisce un problema per la difficoltà di individuare un chiaro nesso causale con la presenza di eventuali pressioni, come accennato nel precedente paragrafo. Per limitare questi aspetti di dinamismo sono state selezionate solamente stazioni in cui

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

la specie prevalente è *Cymodocea nodosa* in quanto, tra le tre fanerogame presenti in Laguna, è quella che manifesta la maggiore stabilità nel tempo.

Tale comportamento è stato riscontrato per i bassofondali lagunari fin dal primo mappaggio condotto nel 1990 [Magistrato alle Acque, 1991] e in vari studi ed indagini degli stessi anni '90 [Scarton *et al.*, 1995; Tagliapietra *et al.*, 1999]. Più recentemente, le mappature delle fanerogame marine condotte nell'ambito del monitoraggio triennale MELa2 hanno permesso di aggiornare la distribuzione di questa componente vegetale per l'intero bacino e di evidenziare i fenomeni di dinamismo spaziale a breve e lungo termine, confrontando sia la situazione di anni consecutivi, sia quella relativa ad un decennio circa di intervallo temporale.

Lo Studio B.6.78 ha incluso un mappaggio di precisione delle fanerogame marine presenti nello specifico ambito delle tre bocche di porto, estendendolo anche a batimetrie differenti da quelle tipiche lagunari. Il mappaggio è parso opportuno in quanto la presenza delle fanerogame marine in queste aree di bocca riveste certamente la massima importanza per una serie di motivi oramai ben noti (relativi al ruolo di queste macrofite nei confronti del substrato e dell'ambiente in senso più esteso. Ha costituito, invece, obiettivo dell'indagine l'acquisizione dei dati caratteristici di una gamma di variazioni dell'assetto di questa comunità, dovute alle oscillazioni naturali dei popolamenti.

In questa sede, per l'identificazione e la valutazione degli effetti delle lavorazioni - e della significatività di questi effetti - nei confronti della distribuzione delle fanerogame marine alle bocche di porto, si è tenuto conto in maniera differenziale delle diverse aree interessate. In particolare si sono distinte (fig. 1.1):

- l'area specificamente coincidente con l'impronta delle opere vere e proprie da realizzare, nell'ambito della quale le coperture, pure identificate nel monitoraggio *ante operam* (B.6.78/I) e via via nella presente fase di indagine, sono da considerarsi una perdita permanente, come più avanti considerato ("opere");
- le aree immediatamente circostanti l'impronta delle opere da realizzare e corrispondenti agli spazi acquei di bocca concessi ai cantieri per l'accesso e la movimentazione dei vari mezzi d'opera, la posa di strutture temporanee e l'effettuazione di tutte le lavorazioni necessarie (area di cantiere);
- le rimanenti aree di bocca, coincidenti con la grande maggioranza dei bassifondi interessati dalla copertura delle fanerogame marine e più o meno lontane dai cantieri, che costituiscono l'obiettivo principale del presente monitoraggio.

È opportuno ricordare che sui possibili impatti conseguenti alle fasi di costruzione e di esercizio delle opere mobili, per quanto riguarda le aree esattamente coincidenti con i manufatti da realizzare, lo Studio di Incidenza - ai sensi della Direttiva Habitat UE 92/43 - del febbraio 2006 ha già avanzato specifiche valutazioni. Nondimeno, tale studio di incidenza si è inserito in un momento nel quale il contesto realizzativo approvato degli interventi finalizzati alla difesa di Venezia e della Laguna dalle acque alte è in una fase già avviata. Questa fase ha già visto l'effettuazione di specifici interventi che hanno comportato l'occupazione temporanea e permanente di superfici emerse e sommerse, in parte ricadenti nel perimetro dei siti SIC di interesse lagunare oggi esistenti, ma che al tempo del SIA e delle ultime revisioni progettuali non avevano funzione cogente per quanto concerne le misure di conservazione, mitigazione e compensazione finalizzate al "soddisfacente" mantenimento della coerenza della rete ecologica degli habitat naturali da proteggere e conservare ai sensi della Direttiva Habitat.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

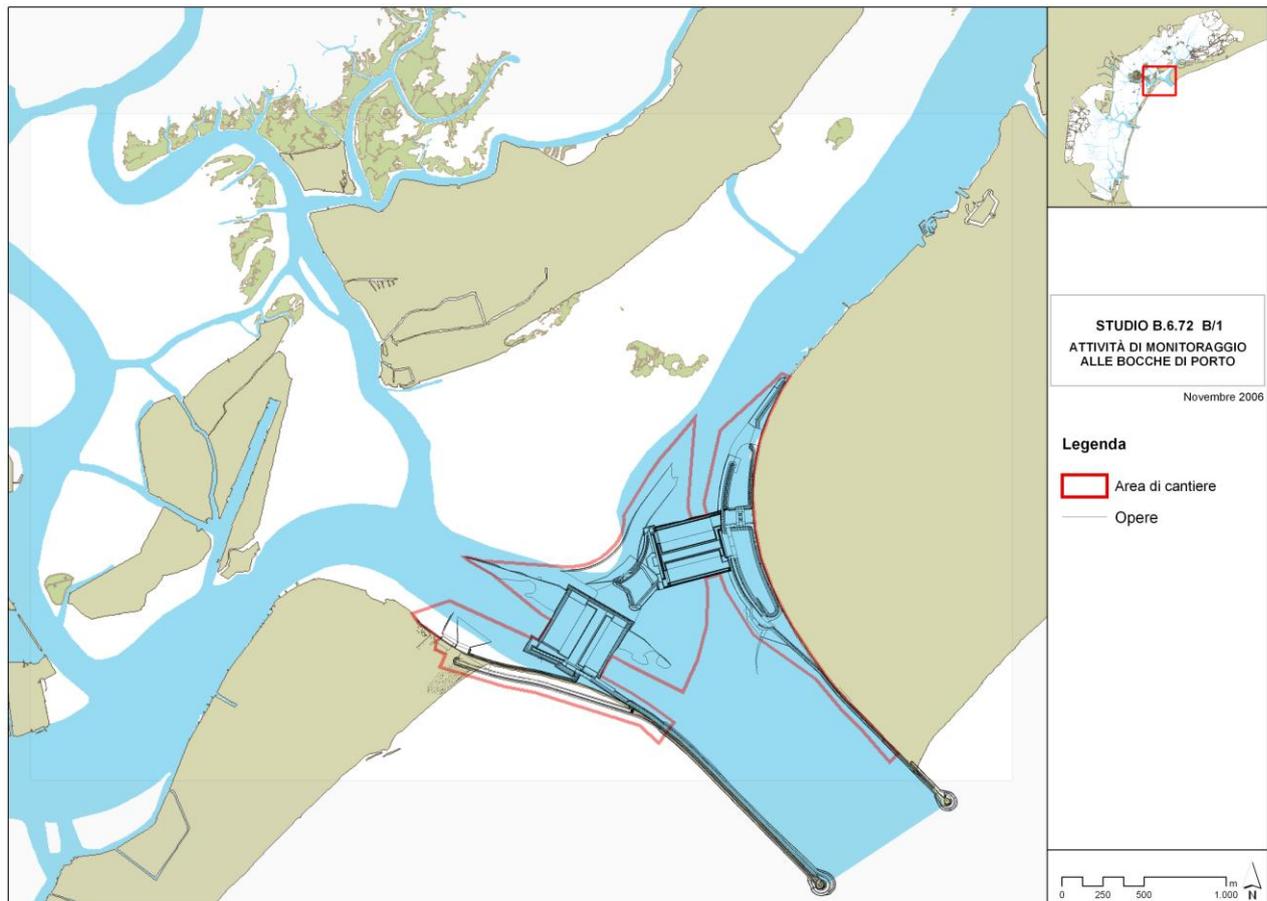


Figura 1.1 - Bocca di porto di Lido con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

2 ATTIVITÀ ESEGUITE

2.1 Programma generale delle attività eseguite

Il programma del presente studio ha previsto l'esecuzione di attività di campo, di laboratorio e di elaborazione dati articolato lungo un periodo di 18 mesi. In quest'arco temporale è stata eseguita un'attività preliminare e una pianificazione generale nella quale sono state messe a punto la tempistica e le modalità di esecuzione di tutti gli interventi previsti.

I risultati dello studio B.6.78 "Attività di monitoraggio alle bocche di porto - controllo delle comunità biologiche lagunari e marine", parte dei dati dei monitoraggi MELa2 e lavori di altri ricercatori ed Enti Istituzionali hanno contribuito alla realizzazione di un Rapporto di fase zero, con lo scopo di aggiornare le informazioni circa la distribuzione e le condizioni delle fanerogame marine nelle aree di bocca di porto e di valutare gli indicatori biologici più idonei da tenere sotto controllo.

Le attività di campo hanno compreso l'esecuzione di 4 campagne stagionali su una rete di 6 stazioni ubicate su praterie a fanerogame della bocca di porto di Lido. La scelta di questa bocca di porto tiene conto dello stato di avanzamento delle attività di cantiere, delle dimensioni della bocca, dell'estensione dei lavori, dell'entità dei sedimenti da movimentare, dell'estesa e significativa presenza di praterie e del valore ambientale e ricreativo dell'area del Bacàn. Una seconda attività di campo ha riguardato in modo specifico la mappatura di precisione delle praterie sempre della bocca di Lido. Questa attività ha previsto una fase di desk GIS di trattamento dei dati di campo necessaria per trasferire su carta digitalizzata le informazioni raccolte dall'equipe in campo.

Nelle attività di laboratorio sono state eseguite le misure sulla morfometria delle fanerogame e le determinazioni degli epifiti sui campioni di vegetazione prelevati nel corso delle campagne stagionali. Questa attività è stata svolta nel periodo successivo ai campionamenti in modo da permettere la pronta elaborazione dei dati prodotti.

2.2 Pianificazione operativa delle attività

Per l'esecuzione delle attività descritte nel precedente paragrafo sono stati presi in esame questi principali lavori:

- la mappa delle fanerogame marine relativa al rilievo del 1990;
- la mappa delle fanerogame relativa ai diversi rilievi del monitoraggio MELa2;
- la mappa della distribuzione delle fanerogame nell'area della bocca di porto di Lido relativa allo Studio B.6.78/I;
- la varia documentazione aerofotografica realizzata in questi anni per i rilievi delle macrofite sino alle più aggiornate immagini satellitari [Ikonos 2001, Quickbird 2003 e volo aereo 2005].

La disamina di vari lavori sulle praterie lagunari e, soprattutto, di quelli del monitoraggio MELa2 e dello Studio B.6.78/I, descritta nel Rapporto di fase zero, ha evidenziato come le singole praterie nelle aree di bocca, pur essendo sempre rimaste integre e stabili nel tempo, abbiano manifestato caratteristiche specifiche diverse nei descrittori strutturali e funzionali (densità, dimensioni dei ciuffi, grado di epifitismo e loro valori di abbondanza).

Questa elevata variabilità che si rileva in ogni singola prateria, conseguenza della eterogenea morfologia, dalla batimetria, dalla tipologia del sedimento e tasso di sedimentazione, dalla torbidità e idrodinamica del sito, ha fatto ritenere più opportuno apportare una modifica al criterio

di valutazione e comparazione delle stazioni riportate nel Disciplinare Tecnico (praterie vicine alla bocca di porto e quindi più sensibili all'influenza dei cantieri - praterie non direttamente esposte alle attività di cantiere). La variabilità dei descrittori strutturali e funzionali rilevata nelle 6 praterie negli stessi periodi dell'anno ha suggerito più opportuno prendere come stato "zero" le informazioni assunte per ognuna delle singole stazioni dello Studio B.6.78/I, considerandole quindi come un bianco di riferimento, essendo noti gli intervalli di fluttuazione dei diversi descrittori nell'arco dell'anno.

2.3 Identificazione delle aree e delle stazioni di indagine

Come previsto dal Disciplinare Tecnico La scelta della bocca di porto da esaminare è stata oggetto di valutazioni e confronti alla luce dei risultati emersi dallo Studio B.6.78. Nella Pianificazione Operativa delle attività da eseguire durante il monitoraggio si è quindi proceduto all'individuazione della bocca di Lido come la più idonea all'esecuzione del monitoraggio sulla base di questi criteri:

- estesa e significativa presenza di fanerogame marine, soprattutto in aree a breve distanza da interventi di cantiere (vedi realizzazione dell'isola);
- stato di avanzamento delle attività di cantiere alle bocche;
- dimensioni della bocca, estensione dei lavori e entità dei sedimenti da movimentare;
- elevato valore ambientale e ricreativo dell'area del Bacàn;
- stabilità delle praterie rilevata nello Studio B.6.78/I.

Anche per quanto riguarda la scelta delle stazioni di controllo, in considerazione dell'elevata variabilità registrata e al fine di non introdurre ulteriori elementi di incertezza, è apparso opportuno scegliere le medesime stazioni utilizzate nello Studio B.6.78/I, dopo una apposita verifica in campo per valutare se le praterie di riferimento presentassero ancora i requisiti di stabilità ed estensione tali da permettere l'esecuzione di un programma almeno annuale.

Per quanto attiene le aree oggetto della mappatura che consistono nei tratti di bassofondale posti in prossimità ed all'interno della bocca di porto di Lido, si è stabilito di allargare l'area di indagine a territori francamente lagunari. Per questo motivo sono stati compresi i principali canali che penetrano in Laguna dalla bocca ed i relativi bassofondali e velme sede di praterie a fanerogame marine. Quindi, oltre alla porzione compresa tra le dighe, sono state incluse l'area del Bacàn, sul lato a mare di S. Erasmo, le velme in fregio all'isola di S. Andrea e le porzioni di bassofondale che dalla base delle dighe foranee penetrano in Laguna verso Treporti a nord e S. Nicoletto a sud.

Nella figura 2.1 è riportata la disposizione delle stazioni e le superfici lagunari oggetto della mappatura.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

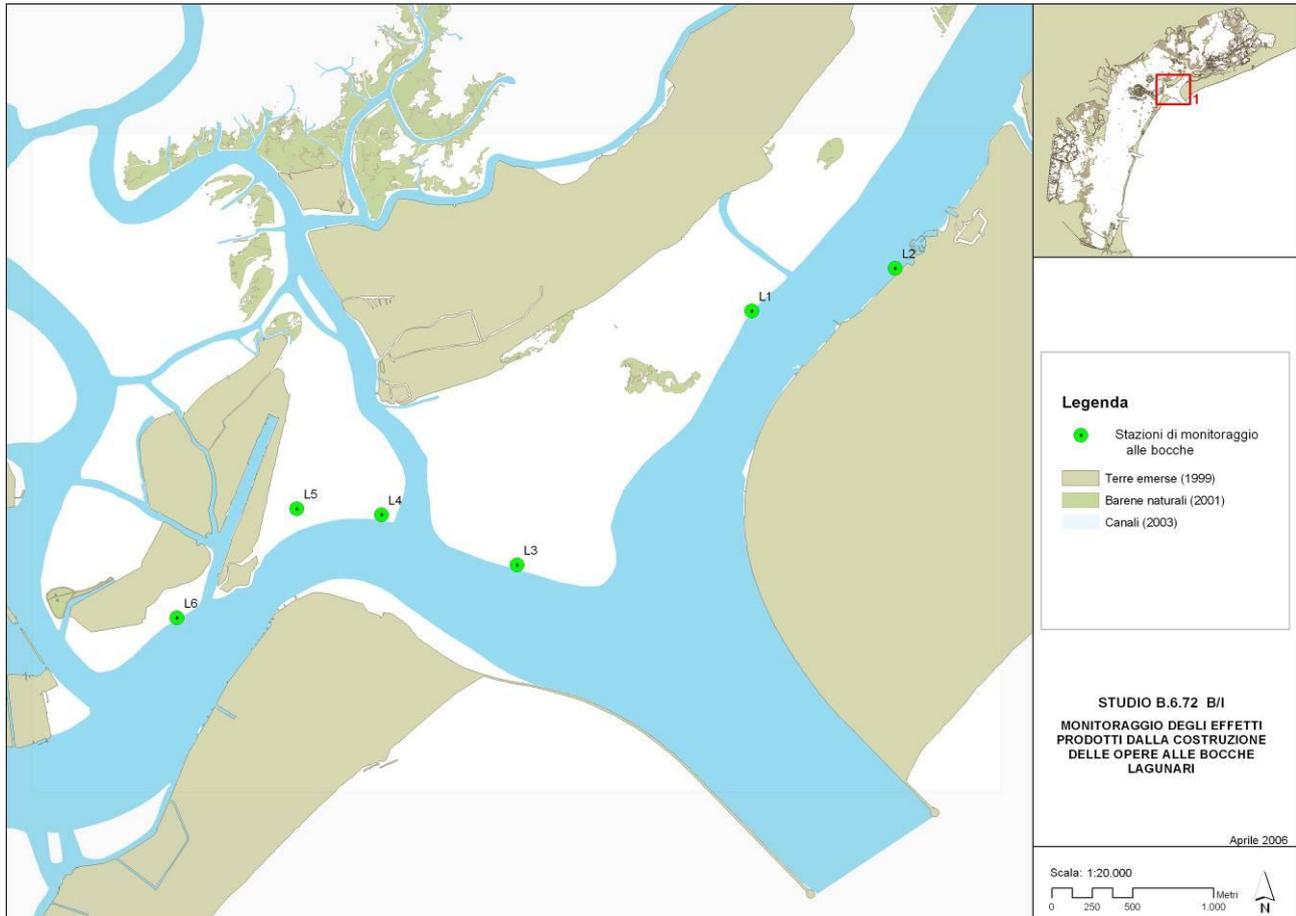


Figura 2.1 – Disposizione delle stazioni di controllo e superficie della bocca di Lido interessata dalla mappatura delle fanerogame marine

Tabella 2.1 - Coordinate GAUSS-BOAGA delle stazioni di monitoraggio della bocca di porto di Lido.

Bocca di porto di Lido		
	Est (m)	Nord (m)
L1	2318330	5036245
L2	2319215	5036511
L3	2316880	5034666
L4	2316043	5034977
L5	2315520	5035016
L6	2314780	5034338

2.4 Attività di campo

La fase preparatoria delle attività di campo ha previsto:

- la messa a punto del protocollo per i rilievi localizzati alle stazioni di misura;
- la definizione di un protocollo di mappatura da seguire in campo;

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

- la messa a punto della strumentazione elettronica di localizzazione in campo (DGPS) e delle modalità di restituzione delle informazioni, da associare ad un software G.I.S., per quanto riguarda le operazioni di mappatura.

I rilievi e i campionamenti alle 6 stazioni sono avvenuti con frequenza stagionale e nei seguenti mesi:

I campagna	-	febbraio 2005
II campagna	-	maggio 2005
III campagna	-	agosto 2005
IV campagna	-	novembre 2005

Il calendario è stato elaborato tenendo conto della stagionalità delle macrofite in oggetto oltre che della necessità di una corrispondenza temporale con le campagne di misura del B.6.78/I. Le campagne hanno quindi l'obiettivo di misurare una serie di parametri che evidenzino la "storia" vegetativa dell'ultimo trimestre.

Per rispondere agli obiettivi prefissati e poter valutare lo stato di qualità delle praterie, sono stati misurati una serie di indicatori strutturali e funzionali, sufficientemente sensibili, ma anche relativamente stabili nel tempo, per permettere di cogliere le possibili variazioni ambientali delle aree investigate, sia nell'ambito del decorso annuale, attraverso la progressione stagionale, sia nel confronto tra gli anni [Gambi e Dappiano, 2003]. Gli indicatori presi in considerazione sono stati:

- grado di copertura e densità della prateria (n° ciuffi/m²);
- dimensioni dei ciuffi;
- presenza e quantificazione dei ciuffi germinativi o degli eventi gamici;
- quantificazione dei fenomeni di necrosi fogliare;
- quantificazione delle epifite algali e animali.
- Il protocollo delle attività di campo, inoltre, è stato messo a punto in modo tale che:
- la superficie di assunzione degli indicatori generali non fosse puntiforme ma estesa in un raggio di almeno 10 m dal punto centrale della stazione su 360°;
- ogni singolo parametro disponesse di un numero di repliche sufficiente per essere altamente rappresentativo dell'area e cogliere la variabilità del sito (bordo canale con diversa batimetria).

Per quanto riguarda l'organizzazione della mappatura della distribuzione delle fanerogame nell'area di bocca, si ricorda che le operazioni di controllo e taratura del sistema di posizionamento satellitare DGPS integrato con un software G.I.S. sono state mutate dal protocollo di mappatura lagunare delle fanerogame marine MELa2, a sua volta impiegato nello Studio B.6.78/I. Il sistema adottato ha qui permesso una precisione di posizionamento dell'ordine del metro, più che sufficiente a rendere conto delle coperture del caso e a permettere la redazione della cartografia richiesta.

Il protocollo ha incluso le modalità di comportamento dell'equipaggio durante le operazioni di mappatura ed i criteri di lettura delle diverse situazioni di copertura. Analogamente al protocollo MELa2, si sono preparati codici da utilizzare su PC in campo per la registrazione delle diverse specie e dei diversi gradi di copertura.

Oltre a una cartografia di base, inserita nel PC portatile a bordo, i rilevatori sono stati dotati anche di supporti fotografici derivati da foto aeree o immagini IKONOS o Quikbird. Tali supporti

fotografici hanno permesso di fornire ai rilevatori carte operative con le probabili dislocazioni di fanerogame.

In considerazione della variabilità interannuale che hanno mostrato le praterie a fanerogame marine nel monitoraggio triennale MELa2 ed al fine di migliorare la conoscenza e la comprensione delle dinamiche di queste macrofite nella bocca di porto di Lido, è stata aggiornata, anche alla luce di nuovi supporti fotografici resi disponibili, la mappatura realizzata per lo Studio B.6.78/I relativa all'anno 2003.

2.4.1 Conduzione delle misure nelle 6 stazioni di controllo

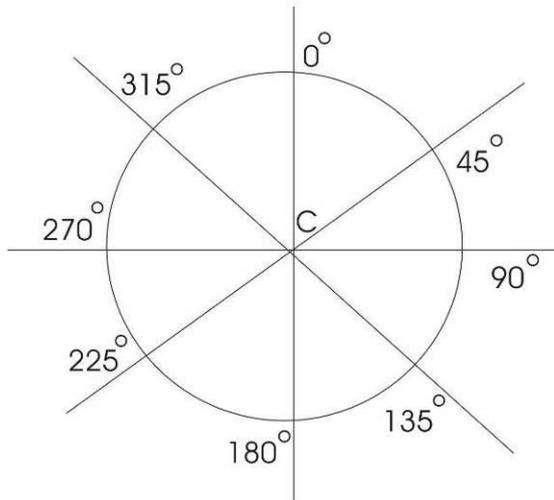
Le attività di campo per i rilievi da condurre alle 6 stazioni sono state condotte da una squadra di operatori dotati di imbarcazione e muniti dell'attrezzatura necessaria. Due operatori che hanno lavorato in immersione, parziale o completa a seconda del battente, hanno raccolto il materiale biologico in più repliche per stazione, ubicate a raggiera a partire da un punto centrale, corrispondente alle coordinate della stazione (Tabella 2.1). A titolo esemplificativo, in figura 2.2 è riportato un referto di campo, simile a quello utilizzato per lo Studio B.6.78/I, che ha permesso l'inserimento e la registrazione di tutte le informazioni raccolte in sito.

Quando possibile la densità dei ciuffi fogliari (vegetativi e fertili) di ogni replica è stata determinata in sito, eseguendo un prelievo di una superficie nota di fondale mediante un carotatore manuale del diametro di 22 cm. I ciuffi fogliari per lo studio delle epifite e per la misura delle dimensioni, da condurre in laboratorio, sono stati invece raccolti manualmente in numero di 5 per ogni replica e conservati separatamente in acqua di mare con formaldeide al 4%. Sempre in campo, sono state rilevate e descritte anche la tipologia e l'estensione della prateria nell'intorno della stazione di controllo.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Monitoraggio bocche di porto

Scheda di campo



Data _____

Porto _____

Stazione n.° _____

Specie _____

ANGOLO PRELIEVO

DENSITA' CIUFFI

0	_____
45	_____
90	_____
135	_____
180	_____
225	_____
270	_____
315	_____
C	_____

NOTE VARIE: _____

Figura 2.2 - Referto di campo per l'inserimento dei dati.

2.4.2 Conduzione delle operazioni di mappatura

Il rilievo della distribuzione delle fanerogame marine è stato eseguito nei mesi di giugno e settembre 2005, come da cronoprogramma presentato nel Rapporto di Pianificazione Operativa. Tale ampiezza temporale è stata adottata anche per dedicare al rilievo buona parte delle stagioni primaverile ed estiva, in modo da poter apprezzare le tre specie essendo nota la loro differente stagionalità. In questo modo è stato possibile individuare lo sviluppo di *Cymodocea nodosa*,

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

comunque ben identificabile da maggio ad ottobre, e quelli di *Zostera marina* e *Zostera noltii*¹, ben sviluppate in primavera e fino in tarda estate. Le imbarcazioni comprendevano tra le attrezzature di bordo:

- DGPS con PC portatile;
- schede di campo comprendenti tavolette con cartografia, aerofotografie del territorio da sottoporre ad indagine;
- batiscopio per favorire una chiara visione del fondale e della vegetazione;
- attrezzatura per il prelievo sino ad una profondità di circa 3.5 m di saggi della vegetazione e del sedimento;
- attrezzatura per immersione subacquea;
- strumentazione fotografica per riprese subacquee.

I rilievi sono stati eseguiti procedendo, a seconda delle caratteristiche della vegetazione:

- lungo i limiti coincidenti con i contorni delle coperture a fanerogame;
- lungo tragitti paralleli o transetti, allo scopo di esplorare spazi acquei dove l'irregolarità delle coperture non consentisse la mappatura lungo i perimetri.

La presenza nell'imbarcazione di un terminale satellitare collegato ad un computer portatile da campo con cartografia associata ha permesso di posizionare i diversi punti di rilievo con una precisione di circa un metro e ha consentito al personale in campo di conoscere sempre l'esatta localizzazione geografica dell'imbarcazione in relazione ai punti battuti e ai tragitti già percorsi. Oltre alle coordinate geografiche dei punti, ai marker corrispondenti ai vari punti di rilievo erano associate anche informazioni sulla specie individuata e sul grado di copertura.

Per il grado di copertura, al fine di ottenere una serie di classi confrontabili con quelle dei lavori di riferimento, si è mantenuto il protocollo seguito nella mappatura lagunare di cui all'intervento MELa2 e conseguente Studio B.6.78 il cui schema è rappresentato di seguito in figura 2.3. Le coordinate e i dati di campo sopra citati, salvati su file, a fine giornata sono stati trasferiti al personale dedicato al software GIS per permettere la realizzazione di una cartografia preliminare.

¹ Per uniformità con i precedenti rapporti e cartografie nello Studio B.6.72 B/1 per questa specie si mantiene la vecchia denominazione *Zostera noltii* Hornem. al posto di quella più aggiornata *Nanozostera noltii* (Hornem.) Tomlinson et Posluzny.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

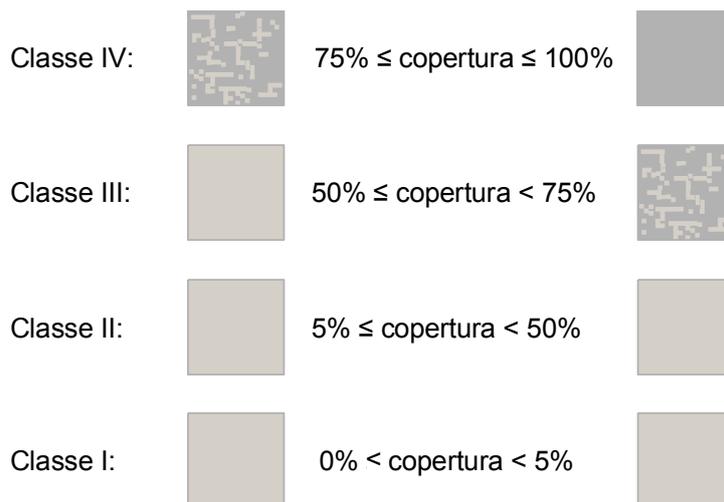


Figura 2.3 - Prontuario di stima delle percentuali di copertura

2.4.3 Attività di laboratorio

Il materiale campionato nelle stazioni di controllo è stato esaminato in laboratorio al microscopio stereoscopico e al microscopio ottico al fine di stimare l'epifitismo, la misura delle dimensioni dei ciuffi e lo stato generale delle foglie.

Per ogni replica, uno dei cinque ciuffi raccolti in campo è stato esaminato al microscopio per la determinazione dei taxa epibionti algali e animali e per la stima della loro abbondanza. I ciuffi fogliari raccolti per ogni replica sono stati, inoltre, utilizzati per la stima delle dimensioni e della misura della parte viva (verde) e della parte morta (nera, in necrosi) delle foglie.

Gli indicatori generali di base così rilevati hanno consentito di interpretare e valutare, per ogni campagna, le condizioni delle praterie.

2.4.4 Trattamento dei dati

In analogia a quanto stabilito per la mappatura di cui all'intervento MELa2, per lo Studio B,6.78/I si è scelto di utilizzare il software ESRI ArcGIS che, oltre a consentire buone importazioni ed esportazioni di dati grafici digitalizzati, può offrire gli strumenti di analisi spaziale e geostatistica necessari nelle fasi di elaborazione dei dati raccolti ed in quelle di analisi causa-effetto delle dinamiche osservate [Magistrato alle Acque, 2002].

I dati ottenuti dalle uscite in campo per la mappatura sono diventati delle cartografie grezze, cosiddette preliminari, derivanti dalla mappatura eseguita *on-site* direttamente da imbarcazione mediante l'utilizzo del DGPS abbinato a software GIS. I dati di campo, al ritorno da ogni uscita, sono stati elaborati nelle loro componenti topologiche, geografiche e di attributo, al fine di ottenere un prodotto finale omogeneo.

I controlli durante la fase desk hanno incluso la verifica dei valori assegnati a ciascuna patch vegetazionale cartografata ed un confronto con le informazioni fotografiche remote, utilizzando ortofoto aeree (georeferenziate ed ortorettificate) e immagini telerilevate da satellite (satellite IKONOS e QUICKBIRD). Dopo questa fase, ottenuta così una cartografia quasi definitiva, un'ulteriore stadio di controllo è stata condotta mediante successivi controlli di verifica dei confini delle patches già rilevate precedentemente e già riportate su GIS, nonché delle loro caratteristiche qualitative e quantitative. Alla fine del periodo di raccolta e di verifica dati sul campo si è passati

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

ad un'ultima fase di omogeneizzazione dell'intero corpo di dati, creando così un'unica cartografia in ambiente GIS (Fig. 2.4).

Similmente, per quanto riguarda la cartografia definitiva, per i taxa censiti si è scelto di utilizzare in legenda gli stessi colori già utilizzati in MELa2 e B. 6.78/I, i quali sono derivati a loro volta dal prodotto cartografico relativo al 1990, e cioè:

giallo - *Zostera noltii*

rosso - *Zostera marina*

verde - *Cymodocea nodosa*

Altre gradazioni di colore consentono di identificare valori decrescenti di copertura. Inoltre, per i popolamenti misti, per i quali non è stato riportato un valore di copertura, sono stati utilizzati colori puri tali da minimizzare il più possibile eventuali errori di interpretazione in sede di lettura ed analisi delle carte. Sulla base delle metodologie descritte si è giunti alla realizzazione, su supporto informatico, di un prodotto cartografico (in allegato) in scala 1:10.000 in ambiente ESRI ArcGIS 8.2, da realizzarsi grazie all'utilizzo della tecnologia DGPS e alla fase di screening nella quale saranno utilizzate le immagini telerilevate.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

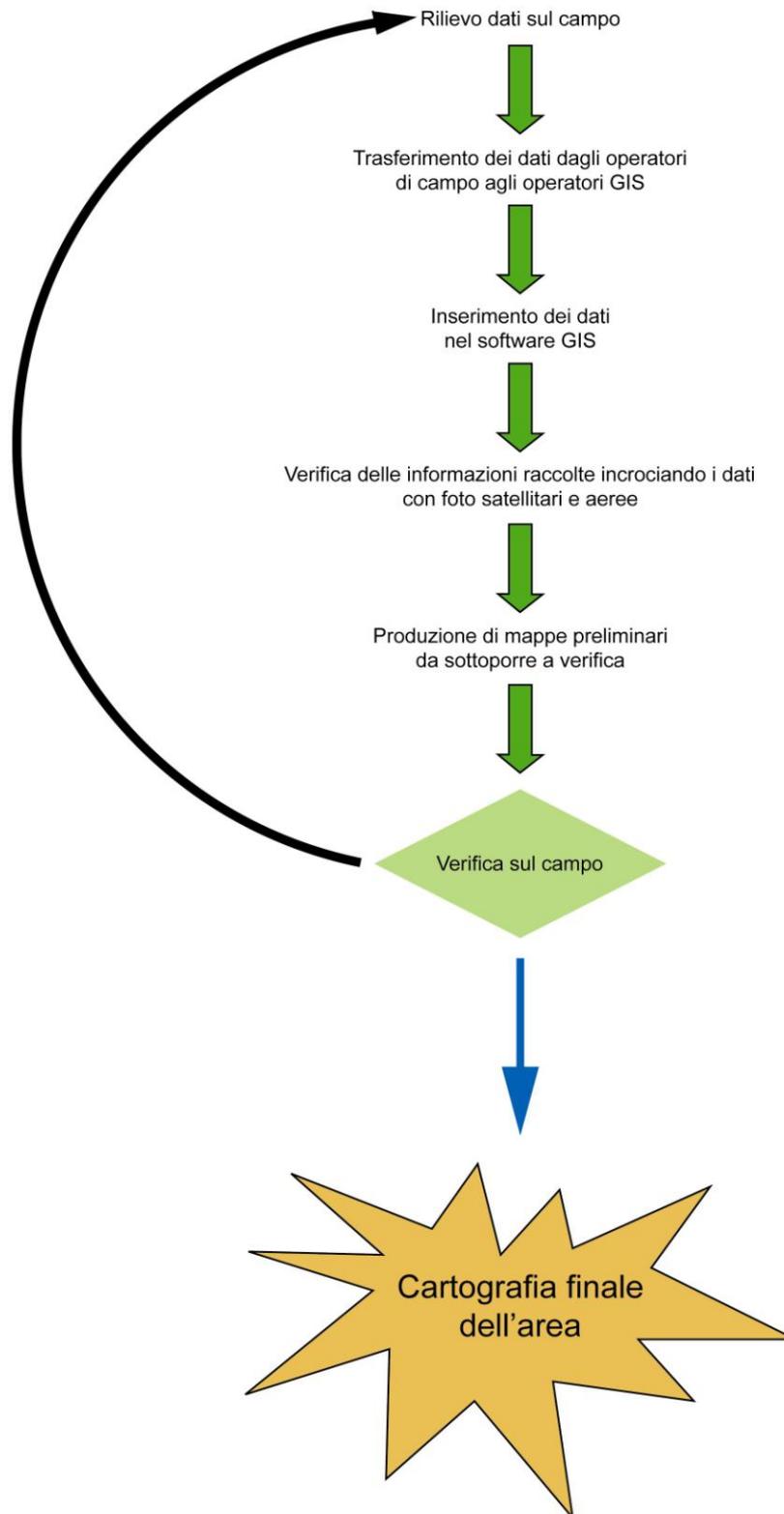


Figura 2.4 - Sequenza delle fasi per giungere alla realizzazione della mappatura delle fanerogame.

3 RISULTATI E VALUTAZIONI

3.1 Misure nelle 6 stazioni di controllo

3.1.1 *Presentazione dei dati*

In questo paragrafo vengono riportati e discussi i risultati delle misure di campo e le determinazioni di laboratorio relative alle fanerogame marine e alle epifite delle lamine fogliari campionate nelle quattro campagne, effettuate tra febbraio 2005 e novembre 2005 nelle sei stazioni presso la bocca di porto di Lido.

Nelle tabelle 3.1-3.4 sono indicati i valori medi delle misure di campo e di laboratorio relativi ad ognuna delle 4 campagne. Sono riportati gli indicatori principali e altri che potremmo definire indiretti (es. altezza della ligula, LAI e n. foglie per ciuffo, ecc.) e che si desumono a partire da quelli principali.

Complessivamente, nelle attività di campo e di laboratorio, sono stati presi in esame i seguenti parametri:

- grado di copertura e densità della prateria (n° ciuffi/m²);
- altezza dei ciuffi;
- altezza della ligula;
- LAI (Leaf Area Index = superficie fotosintetica attiva);
- N. di foglie per ciuffo;
- stima in % della parte viva (verde) rispetto a quella morta (scura) dei ciuffi;
- presenza e quantificazione dei ciuffi germinativi o dei semi;
- quantificazione dei fenomeni di necrosi fogliare;
- presenza di rizomi morti;
- numero di taxa totale e medio riferito al ciuffo più vecchio e quindi più epifitato;
- ricoprimento in % delle epifite sulla lamina più vecchia;
- biomassa delle epifite per l'intero ciuffo.

Per gran parte degli indicatori i valori rappresentati nelle tabelle sono il risultato della media condotta su 9 repliche eseguite in ognuna delle singole stazioni, secondo lo schema di campionamento riportato nel referto di campo di figura 2.2.

Nelle tabelle 3.5 e 3.6 sono riportati i range minimi e massimi delle misure sopra citate, relativi allo studio di riferimento B. 6.78/I e al presente studio B.6.72 B/I. Nella figura 3.1 questi indicatori di riferimento sono rappresentati anche graficamente al fine di visualizzare per ognuna delle 6 stazioni le differenze e i trend stagionali.

Tabella 3.1 - Prima campagna (tardo inverno 2005). Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità C. nodosa (ciuffi/m ²)	1135 *	1178	1690	1770	1296 *	949
Densità Z.marina (ciuffi/m ²)	0	9 *	0	0	0	0
Densità Z.noltii (ciuffi/m ²)	0	109 *	0	0	0	28 *
Densità ciuffi fertili/m ² (Z. marina) o n. semi/m ² (C. nodosa)	0	77,5 *	24,8 *	620 *	0	0
Copertura prateria (%)	100 *	100	90	100	90	100 *
Altezza ciuffi (cm)	45,9 *	25,1	32,9	38,7	31,7	35,0
Altezza ligula (cm)	11,4	9,5	9,1 *	10,8 *	8,7	10,0
N. foglie/ciuffo	1,4	1,1 *	1,5	1,3 *	1,4	1,5
LAI (Leaf Area Index)	1,9	0,6	1,8	2,6	1,3	1,0
% parte viva ciuffo	98,5	97,6	99,3	98,8	99,5	96,9
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	24	23	30	31 *	26*	25
N. taxa medio/ciuffo ⁽¹⁾	12,2	13,3	18,4 *	17,0 *	15,8	14,7
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁾	0,803	1,456	1,592	0,857	0,398	1,175
% Ricoprimento epifite ⁽¹⁾	80,3	145,6 *	159,2 *	85,8 *	39,8	117,5 *
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽²⁾	85,4	320,3*	112,5	46,5	111,2	123,4

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

Tabella 3.2 - Seconda campagna (tarda primavera 2005). Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità C. nodosa (ciuffi/m ²)	1035	986	1621	1984*	1429*	828
Densità Z.marina (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità Z.noltii (ciuffi/m ²)	0	81*	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili/m ² (Z. marina) o n. semi/m ² (C. nodosa)	0	0	21,7*	492,9*	0	6,2*
Copertura prateria (%)	90*	100	90-100	90	60-70*	80*
Altezza ciuffi (cm)	27,8*	22,5	16,8*	24,5	25,8	32,0
Altezza ligula (cm)	9,2	9,0	6,0*	10,3*	9,0	9,5
N. foglie/ciuffo	2,1	1,7	2,0	1,5	1,8	3,0
LAI (Leaf Area Index)	0,8	0,4	0,6*	1,0	0,8	0,7
% parte viva ciuffo	94,3	89,8*	93,3*	88,1*	88,8*	95,7
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	No
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	No
N. taxa totale complessivo	25	20	21	20	24	26
N. taxa medio/ciuffo ⁽¹⁾	12,3	10,6	10,1	9,7	10,6	13,6
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁾	1,191*	1,367*	0,994*	0,932*	0,394	0,996*
% Ricoprimento epifite ⁽¹⁾	12,3	136,7*	99,4*	93,2*	39,4	99,6*
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽²⁾	44,9	40,6	135,8	75,7	39,7	83,5

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

(1) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.

(2) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2.

Se si considera la superficie fogliare in senso LAI, Leaf Area Index (un solo lato) il valore deve essere raddoppiato.

(*) = Valori medi che ricadono al di fuori del range annuale di variabilità dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali condotte per lo Studio B.6.78/I e riportati in tabella 3.2.

Tabella 3.3 - Terza campagna (tarda estate 2005). Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità C. nodosa (ciuffi/m ²)	1228*	1457*	2061	2108*	1153*	1438*
Densità Z.marina (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità Z.noltii (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili/m ² (Z. marina) o n. semi/m ² (C. nodosa)	6,2	127,1	83,7	632,4	0	6,2
Copertura prateria (%)	100*	100	100	100	100*	100*
Altezza ciuffi (cm)	62,3*	76,4*	58,8*	45,8	37,9	82,3*
Altezza ligula (cm)	9,8	13,5*	9,2*	7,4	7,6	13,8*
N. foglie/ciuffo	3,4	3,2*	3,3	3,3	3,4	3,1
LAI (Leaf Area Index)	6,5*	9,1*	9,6	6,9	3,2	9,4*
% parte viva ciuffo	99,2	99,2	99,3	98,6	99,1	99,6
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	15	22	21	18	16	18
N. taxa medio/ciuffo ⁽¹⁾	9,7*	13,2	13,1	11,7	10,2	10,0*
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁾	0,155	0,238	0,591	0,144	0,174	0,142
% Ricoprimento epifite ⁽¹⁾	15,5	23,8	59,1	14,4	17,4	14,2
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽²⁾	10,1*	3,6*	12,9	2,9*	4,8*	9,6

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

Tabella 3.4 - Quarta campagna (tardo autunno 2005). Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità C. nodosa (ciuffi/m ²)	868	1212	1203*	1373	732	787
Densità Z.marina (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità Z.noltii (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	6	0
Densità ciuffi fertili/m ² (Z. marina) o n. semi/m ² (C. nodosa)	0	105*	77	217*	0	0
Copertura prateria (%)	100*	100	90	100	100*	90
Altezza ciuffi (cm)	73,0*	61,6*	55,6*	64,2*	47,4*	62,3*
Altezza ligula (cm)	11,0	11,1*	9,9*	11,3*	10,0*	12,2*
N. foglie/ciuffo	2,0	1,9	2,0	1,8	1,8	1,8
LAI (Leaf Area Index)	3,3	3,3	3,1	4,1	1,4	2,1
% parte viva ciuffo	99,7	99,8	99,8	99,6	99,4	99,7
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	23	27	18	18	19	22
N. taxa medio/ciuffo ⁽¹⁾	12,6	14,0	11,4	10,2	14,2	12,6
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁾	0,413	0,262	0,531	0,212	0,133*	0,144
% Ricoprimento epifite ⁽¹⁾	41,3	26,2	53,1	21,2	13,3*	14,4
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽²⁾	9,9*	12,6*	14,6	8,8	3,4*	5,5*

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

(1) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.

(2) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2.

Se si considera la superficie fogliare in senso LAI, Leaf Area Index (un solo lato) il valore deve essere raddoppiato.

(*) = Valori medi che ricadono al di fuori del range annuale di variabilità dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali condotte per lo Studio B.6.78/I e riportati in tabella 3.2 (tabella seguente).

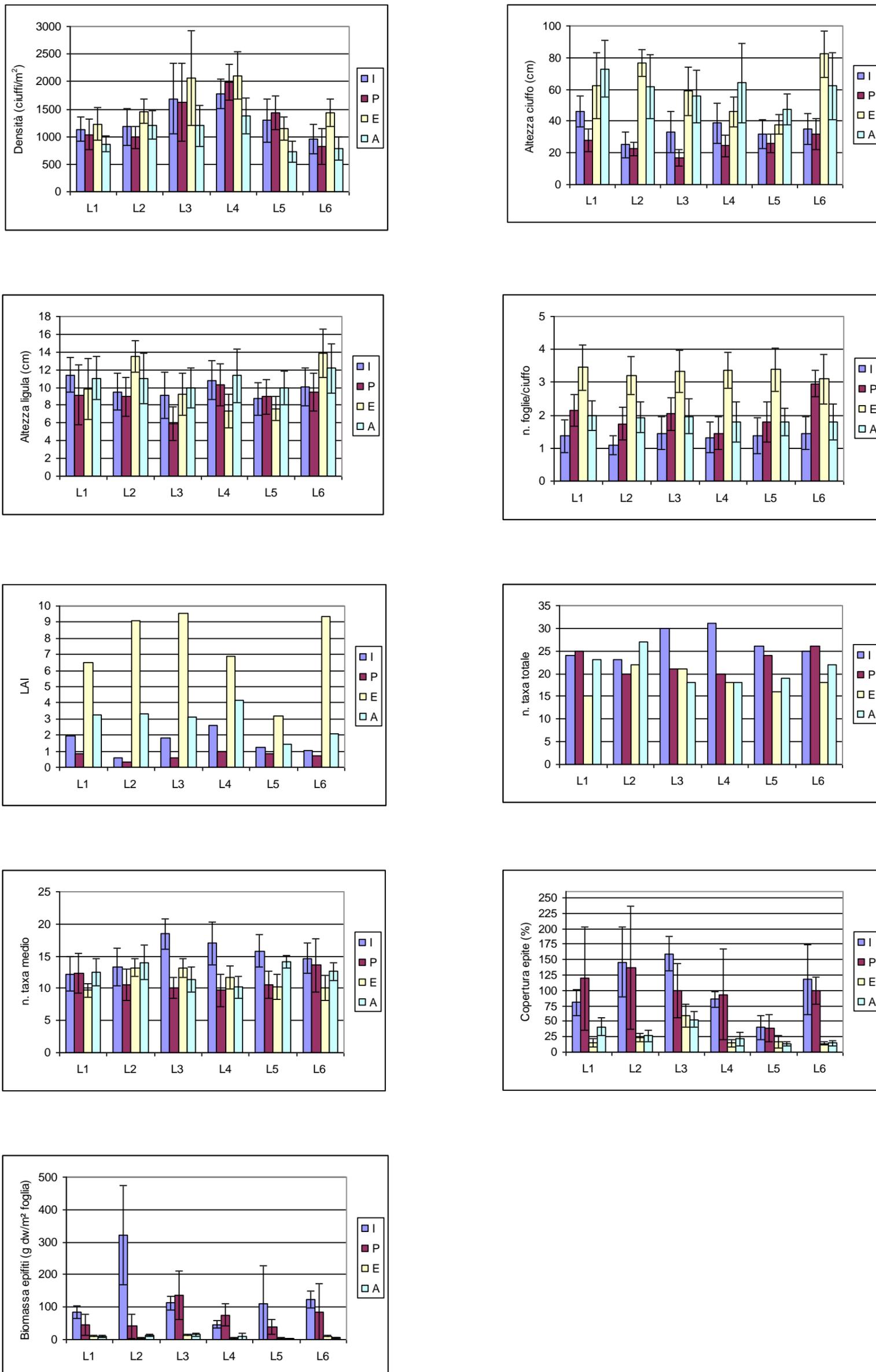


Figura 3.1 - Bocca di porto di Lido: rappresentazione grafica di alcuni indicatori strutturali (I=Inverno 2004-2005; P=Primavera 2005; E=Estate 2005; A=Autunno 2005).

Tabella 3.5 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.78

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità C. nodosa (ciuffi/m ²)	794-1119	784-1432	1321-2697	1225-1931	704-1107	775-1429
Densità Z.marina (ciuffi/m ²)	0	0-12	0	0	0	0
Densità Z.noltii (ciuffi/m ²)	0-37	0-37	0	0	0-22	0-3
Densità ciuffi fertili/m ² (Z. marina) o n. semi/m ² (C. nodosa)	0-27	0-12	0-5	0	0-130	0
Copertura prateria (%)	70-80	90-100	90-100	100	80-90	90
Altezza ciuffi (cm)	30,9-45,1	20,6-42,6	17,7-41,7	19,6-56,8	22,7-44,2	24,3-60,9
Altezza ligula (cm)	6,1-11,8	7,8-10,3	6,5-8,6	6,4-10,2	6,6-9,6	7,2-10,9
N. foglie/ciuffo	1,3-4,4	1,3-2,7	1,4-3,5	1,4-3,4	1,2-3,5	1,3-4,3
LAI (Leaf Area Index)	0,5-6,0	0,5-3,8	0,7-9,9	0,6-7,0	0,5-3,4	0,6-6,4
% parte viva ciuffo	88,4-99,9	92,3-99,7	98,3-99,9	98,2-99,8	98,3-99,6	95,5-99,9
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	13-34	11-36	13-30	9-27	12-25	16-35
N. taxa medio/ciuffo ⁽¹⁾	9,8-16,3	8,2-17,5	9,0-17,5	6,8-13,9	8,5-16,1	10,2-18,5
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁾	0,076-0,818	0,082-0,486	0,109-0,743	0,114-0,328	0,172-0,440	0,090-0,682
% Ricoprimento epifite ⁽¹⁾	7,6-81,8	8,2-48,6	10,9-74,3	11,4-32,8	17,2-44,0	9,0-68,2
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽²⁾	11,4-209,2	20,2-232,3	2,4-313,9	3,3-172,3	5,8-209,4	9,0-207,1

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

(1) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.

(2) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2.

Se si considera la superficie fogliare in senso LAI, Leaf Area Index (un solo lato) il valore deve essere raddoppiato.

Tabella 3.6 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Densità C. nodosa (ciuffi/m ²)	868-1228*	986-1457*	1203*-2061	1373-2108*	732-1429*	787-1438*
Densità Z.marina (ciuffi/m ²)	0	0-9	0	0	0	0
Densità Z.noltii (ciuffi/m ²)	0	0-109*	0	0	0-6	0-28*
Densità ciuffi fertili/m ² (Z. marina) o n. semi/m ² (C. nodosa)	0-6	0-127*	22*-84*	217*-632*	0	0-6*
Copertura prateria (%)	90*-100*	100	90-100	90*-100	60*-100*	80*-100*
Altezza ciuffi (cm)	27,8*-73,0*	22,5-76,4*	16,8*-58,8*	24,5-64,2*	25,8-47,4*	32,0-82,3*
Altezza ligula (cm)	9,2-11,4	9,0-13,5*	6,0*-9,9*	7,4-11,3*	7,6-10,0*	9,5-13,8*
N. foglie/ciuffo	1,4-3,4	1,1*-3,2*	1,5-3,3	1,3*-3,3	1,4-3,4	1,5-3,8
LAI (Leaf Area Index)	0,8-6,5*	0,4*-9,1*	1,8-9,6	1,0-6,9	0,8-3,2	0,7-9,4*
% parte viva ciuffo	94,3-99,7	89,8-99,8*	93,3*-99,8	88,1*-99,6	88,8*-99,5	95,7-99,7
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	15-25	20-27	18-30	18-31*	16-26*	18-26
N. taxa medio/ciuffo ⁽¹⁾	9,7*-12,6	10,6-14,0	10,1-18,4*	9,7-17,0*	10,2-15,8	10,0*-14,7
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁾	0,155-1,191*	0,238-1,456*	0,531-1,592*	0,144-0,932*	0,133*-0,398	0,142-1,175*
% Ricoprimento epifite ⁽¹⁾	12,3-80,3	23,8-145,6*	53,1-159,2*	14,4-93,2*	13,3*-39,8	14,2-117,5*
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽²⁾	9,9*-85,4	3,6*-320,3*	12,9-135,8	2,9*-75,7	3,4*-111,2	5,5*-123,4

I valori numerici di ogni stazione vanno intesi come valori medi di almeno 9 repliche.

(1) = I dati si riferiscono alla foglia più vecchia del ciuffo.

(2) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2.

Se si considera la superficie fogliare in senso LAI, Leaf Area Index (un solo lato) il valore deve essere raddoppiato.

(*) = Valori medi che ricadono al di fuori del range annuale di variabilità dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali condotte per lo Studio B.6.78/I.

3.1.2 Le stazioni della bocca di porto di Lido

Le praterie di controllo delle sei stazioni della bocca di porto di Lido hanno mostrato nell'arco delle quattro stagioni una sostanziale stabilità per quanto riguarda gli indicatori strutturali esaminati. Le praterie delle 6 stazioni hanno mantenuto le medesime caratteristiche del monitoraggio B.6.78 confermandosi sostanzialmente di tipologia pura, essendo costituite quasi esclusivamente dalla specie *Cymodocea nodosa*. Le altre due specie, *Zostera marina* e *Zostera noltii*, infatti, sono risultate assenti o presenti in quantità limitate e sporadiche. Le coperture sono risultate sempre elevate in 5 delle 6 stazioni, variando tra l'80% e il 100%; solamente la stazione L5 ha evidenziato in primavera, proprio prima che inizi la ripresa vegetativa, valori di copertura dell'ordine del 60-70%, che sono poi stati rapidamente recuperati in estate e in autunno raggiungendo il 100%. Si può quindi affermare che la riduzione di copertura rilevata in primavera in questa stazione sia dovuta ad una riduzione solo visiva dell'apparato fogliare che nel piano intertidale risulta maggiormente esposto agli agenti meteo-marini. L'apparato radicale e i rizomi quiescenti erano presenti in profondità e hanno permesso il recupero dei livelli di copertura nei successivi mesi.

Come detto, la presenza delle altre fanerogame è apparsa limitata, con *Z. marina* nella stazione L5 presente con meno di 10 ciuffi/m², ma rilevata diffusamente a nord della stazione, e *Z. noltii* in generale più frequente e rilevata nelle stazioni L2 (109 ciuffi/m²), L5 (6 ciuffi/m²) ed L6 (28 ciuffi/m²). La maggiore diffusione di *Z. noltii* è legata alla morfologia di questa bocca di porto che si caratterizza per fondali spesso intertidali e sabbiosi e quindi più favorevoli a *Z. noltii* rispetto a *Z. marina*.

La densità delle praterie a *C. nodosa*, per la maggior parte delle stazioni, ha superato i limiti superiori dei range di riferimento, mentre solo in una stazione si è verificato il superamento del valore minimo del range (stazione L3). La valutazione che si può trarre dall'analisi di questo indicatore è di una complessiva stabilità delle praterie e ci sembra corretto non attribuire un vero significato né di consolidamento, né di arretramento agli scostamenti dal range di riferimento, stimabili nel 10-20%. Il confronto statistico tra i dati della campagna autunnale con la corrispettiva dello studio di riferimento B.6.78 denota che solamente nella stazione L2 la differenza tra le medie è statisticamente significativa. In tutte le altre 5 stazioni i valori delle densità risultano confrontabili con quelli dello studio di riferimento.

In relazione all'incremento delle dimensioni delle foglie dei ciuffi e della ligula rilevato in parte nella campagna di agosto, e più regolarmente in quella di autunno, si è già detto nel III Rapporto di Valutazione che è corretto parlare di "attenzione" e non di un "allarme", per il fatto che gli altri indicatori strutturali (es. grado di copertura, densità, vitalità, biodiversità epifitica) indicano una sostanziale stabilità delle praterie rispetto a quanto osservato nello Studio B.6.78. Inoltre, i dati di riferimento per la bocca di Lido non costituiscono un set sufficientemente convalidato nel tempo per affermare che i valori del presente monitoraggio siano superiori alla naturale fisionomia di *C. nodosa* nella laguna di Venezia. Dati di letteratura per le praterie poste internamente alla Laguna [MELa2, 2005a; Rismondo *et al.*, 1997; Sfriso *et al.*, 2004] indicano che i valori rilevati nel presente monitoraggio sono presenti nelle diverse condizioni lagunari.

Per quanto riguarda le dimensioni delle foglie, i dati di letteratura non sono concordi e vi sono sperimentazioni che testimoniano come, ad un incremento della torbidità, si siano registrati aumenti, diminuzioni o assenza di variazioni [Balestri *et al.*, 2004; Ibarra-Obando *et al.*, 2004].

Per l'incremento verticale della ligula (parte basale del ciuffo), i dati di letteratura sono più concordi nell'indicare che in seguito a deposizione di sedimento, la pianta reagisce ad un possibile seppellimento con un allungamento del rizoma verticale e della parte basale della foglia [Marbà e Duarte, 1994]. Va precisato comunque che le dimensioni della ligula in *C. nodosa* delle tre bocche di porto sono nettamente superiori a quelle delle praterie interne alla Laguna per motivi che

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

probabilmente vanno ricercati nella maggiore instabilità-mobilità dei sedimenti in queste zone più esposte ad eventi meteo marini. Le più probabili pressioni che possono causare questo scostamento, sono da individuare nella torbidità dell'acqua e nella sedimentazione-seppellimento che possono avere un'origine sia naturale, sia antropica.

L'elenco floristico-faunistico complessivo degli organismi epifiti delle lamine fogliari delle 6 stazioni, costituito da 61 taxa di cui 46 macroalghe e 15 zoobentoni, appare di poco inferiore a quello rilevato nello studio di riferimento, dove sono stati determinati 72 taxa ripartiti in 58 macroalghe e 14 zoobentoni. Il numero totale complessivo di specie e anche quello medio per ciuffo, sempre riferito alle singole stazioni, denota come in alcune di esse si sia verificato un incremento, mentre in altre si sia avuta una lieve diminuzione.

Nel complesso delle 4 stagioni, pur essendo sempre buoni i valori, la Diversità di Shannon è lievemente diminuita tra lo Studio B.6.78 (dati non normalizzati ID=2.04; dati normalizzati ID=2.01) e il presente monitoraggio (dati non normalizzati ID=1.73; dati normalizzati ID=1.67). I test non parametrici evidenziano che, pur essendoci valori medi più bassi, la differenza tra gli indici di diversità dei due monitoraggi non è statisticamente significativa ($P < 0,05$).

Per quanto attiene la struttura della comunità epifitica, l'analisi ANOSIM dei dati, non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra il presente studio e quello di riferimento B.6.78. I dati sono stati normalizzati per ovviare alla diversa superficie fogliare di riferimento di ogni ognuna delle sei stazioni. Le comunità epifitiche fito-zoobentoniche rilevate nei due monitoraggi appaiono nel complesso simili e caratterizzate, nell'arco dell'anno e in ordine di importanza, dalle diatomee bentoniche (in primis i generi *Navicula* e *Melosira*), dall'alga rossa calcarea *Hydrolithon* spp., dalle alghe verdi *Cladophora* spp., e soprattutto nei mesi estivi, dalle alghe rosse di piccole dimensioni *Audouinella* spp. e *Bangia atropurpurea*, e da quelle a tallo filamentoso ramificato *Ceramium diaphanum* e *Chondria capillaris*. Nel presente monitoraggio, una differenza nella struttura della comunità va ricercata nella presenza significativa per lo zoobenthos degli Anfipodi tubicoli (crostacei) e di *Laomedea calceolifera* (Idrozoï) e per le macroalghe rosse di *Polysiphonia* spp.

L'indicatore LAI (Leaf Area Index) che rappresenta la superficie fotosintetica attiva, il rapporto tra parte viva e parte morta della foglia e le condizioni dell'apparato ipogeo, confermano un buono stato generale e non evidenziano differenze rispetto al monitoraggio B.6.78. Il LAI, che rappresenta un indicatore che integra più parametri (densità dei ciuffi, dimensioni e numero di foglie per ciuffo), in tre stazioni è stato superiore e solo in una lievemente inferiore al range di riferimento, confermando quindi, nel complesso, condizioni di stabilità. Il rapporto tra la parte viva della foglia (verde) e quella morta (scura) è risultato sempre buono essendo sempre superiore al 88-90% a conferma che non si sono verificate pressioni anomale sull'apparato fogliare. Così pure non sono mai state osservate situazioni anomale per quanto attiene l'apparato ipogeo ed in particolare per i rizomi. Il rinvenimento di semi nel sedimento è anch'esso da considerarsi un fatto positivo, perché conferma come nelle praterie si svolgono con regolarità i processi riproduttivi.

In tutte le stagioni è quasi sempre stata rilevata una differenza statisticamente significativa tra i principali indicatori strutturali delle 6 stazioni di controllo. Questa è la conseguenza del fatto che ogni prateria raggiunge un suo equilibrio in relazione a vari fattori, spesso diversi da un sito all'altro, quali ad esempio la batimetria, le caratteristiche del piano sedimentario, la diversa collocazione (bordo canale piuttosto che bassofondo) e la tipologia del sedimento (su sabbia franca oppure su sabbia limoso-argillosa). Questo conferma e rafforza la scelta fatta per il piano di monitoraggio che ha modo di valutare, in quattro periodi dell'anno, gli indicatori di riferimento di 6 praterie indipendenti e disposte a diverse distanze tra loro e dai possibili impatti rispetto alla bocca di porto di Lido.

3.2 La mappatura della fanerogame marine della bocca di porto di Lido

3.2.1 Dinamismo dei popolamenti e fattori ambientali regolatori

La consapevolezza rianza degli ecosistemi con fanerogame marine ha portato, in misura via via crescente, l'interesse sia del mondo scientifico sia degli amministratori pubblici ad adottare, sulla base delle indagini intraprese, misure di salvaguardia a tutela di queste preziose piante marine. Non a caso le fanerogame marine *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltii* risultano fra le specie marine e salmastre protette in Italia, come riportato nel "Protocollo sulle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo" (ASPIM - Convenzione di Barcellona 1995) e nella sua ratifica da parte italiana con la legge 175 del 25/05/1999 (G.U. n.140 suppl. ord. 17/06/1999).

Il ruolo delle fanerogame marine, noto sia per le ricadute in termini strettamente biologici, sia dal punto di vista morfologico, è stato riconosciuto anche nella recente Direttiva Europea 2000/60 che assegna a queste praterie sommerse la massima importanza come elementi indicatori di livello integrato e riassuntivo delle condizioni dell'intero corpo lagunare.

La presenza nella laguna di Venezia e nelle aree prettamente di bocca di porto delle praterie sommerse di *Zostera noltii*, *Zostera marina* e *Cymodocea nodosa* è stata segnalata in passato da molti naturalisti [Benacchio, 1938] con qualche riferimento topografico di massima, anche in occasione di osservazioni riguardanti altri obiettivi e, specialmente, durante campagne per lo studio delle zoocenosi bentoniche [Vatova, 1949]. In queste occasioni, però, non sono mai state registrate né la localizzazione precisa né l'estensione delle praterie delle tre specie, non sono stati raccolti dati quantitativi relativi alla densità spaziale né aspetti qualitativi della vegetazione che potessero essere messi in rapporto con le caratteristiche generali dei siti, in particolare con quelle fisiche del piano sedimentario.

In questo contesto, privo però della mancanza di riferimenti scientifici precisi, vari elementi sembrano indicare che, anche nella laguna di Venezia, le fanerogame marine abbiano subito una forte riduzione negli ultimi decenni e che i popolamenti delle bocche di porto abbiano mostrato fortissimi dinamismi, anche indotti dalle modificazioni morfologiche apportate in questi siti [Caniglia *et al.*, 1990; Scarton, 1995; Tagliapietra, 1999].

A livello locale le pressioni che incidono sulla regressione sono molto probabilmente riconducibili ai seguenti fattori [Magistrato alle Acque, 2002]:

- modificazione dei sedimenti;
- degrado della qualità delle acque;
- aumento dei fattori erosivi (onde e coste);
- presenza di notevoli quantità di particolato sospeso nella colonna d'acqua, con conseguente aumento della torbidità;
- incremento della navigazione a motore;
- danni causati dalla pesca abusiva e dalle esigenze della molluschicoltura estensiva sui fondali lagunari.

Gli aspetti relativi alla trasparenza della colonna d'acqua e della torbidità sono, per la laguna di Venezia in particolare, di rilevante importanza e correlati direttamente con la natura dei sedimenti, con l'idrodinamismo e le intense attività antropiche. La torbidità, in qualunque modo si sia originata (da flussi terrigeni, da risollevarimento dei sedimenti o da presenza di blooms fitoplanctonici) riduce quantitativamente e qualitativamente le radiazioni luminose che arrivano sui piani di insediamento dei vegetali. *Zostera noltii* sembra essere la specie maggiormente resistente alla riduzione della trasparenza delle acque, anche perché si insedia in battenti idrici più modesti rispetto alle altre due specie.

È noto che la trasparenza delle acque in molti punti della Laguna, e in particolare nel bacino centrale, risulta spesso limitata con valori del disco Secchi che non superano i 30-40 cm, a causa del maggior apporto di scarichi, gran parte dei quali di natura urbana ed industriale. Ciò potrebbe essere un elemento che concorre a spiegare sia la ridotta presenza di queste macrofite nel bacino centrale, sia il fatto che diventano rare o assenti su fondali superiori a 3-4 m nelle aree di bocca di porto. Nel Golfo di Venezia, in condizioni marine o semilagunari di Grado o della costa istriana settentrionale e occidentale, *Cymodocea nodosa*, in particolare, può raggiungere anche i 10 metri di battente [Benacchio, 1938; Den Hartog, 1970; Simonetti, 1973; Vatova, 1949; Rismondo *et al.*, 1997].

3.2.2 Le fanerogame marine come indicatori di qualità

La ricerca di bioindicatori per uno standard di qualità per le lagune non può, quindi, che considerare queste macrofite acquatiche come un possibile metodo di misura di condizioni ambientali positive, o meno, delle lagune stesse. Per essere di utilità applicativa, tale misura deve, però, poter essere correlabile direttamente con i fattori o processi ambientali.

È intuitivo associare la presenza di praterie a fanerogame marine alla contemporanea esistenza di buone condizioni delle acque, dei sedimenti o della catena trofica, ma in quali termini precisi ancora non è dato saperlo. Sono state, infatti, condotte poche ricerche in questo campo, mirate ad associare la presenza, lo stato e i parametri che caratterizzano queste macrofite marine alla presenza o meno di determinati fattori ambientali. Le informazioni relative alle mappature su scala lagunare del 1990 [Caniglia *et al.*, 1990], del monitoraggio MELa2 del 2002-2004 [Magistrato alle Acque, 2005a, 2005b] e nel caso più specifico delle bocche di porto [Studio B.6.78 - Magistrato alle Acque, 2003; 2005c] costituiscono una base di dati che ha permesso di fornire valutazioni approfondite sulle dinamiche di queste praterie e di meglio evidenziare il ruolo di questi fattori ambientali.

Queste indagini assumeranno un'importanza sempre maggiore se si vorranno delineare, in un prossimo futuro, le possibili correlazioni tra lo stato quali-quantitativo delle praterie sottomarine con le caratteristiche ambientali degli ecosistemi lagunari, laguna Veneta in particolare, anche nell'ottica del Decreto Legislativo dell'11 maggio 1999 n. 152 e del successivo Testo Unico, D. Leg.vo 3 aprile 2006, n. 152 dove si riconosce che le lagune costituiscono una risorsa di grande valore economico, culturale, scientifico e ricreativo e si raccomanda lo studio, la gestione e il razionale utilizzo di tali zone. Inoltre, la Direttiva Europea 2000/60 assegna a queste praterie sommerse la massima importanza come elementi indicatori di livello integrato del corpo lagunare.

Per la laguna di Venezia, le aree di bocca di porto rivestono particolare interesse per la costante ed articolata presenza delle tre specie di fanerogame marine che solo in tal modo si possono considerare tipiche della Laguna. Le caratteristiche ambientali, in particolare la presenza di una cospicua frazione sabbiosa nei sedimenti, l'elevato idrodinamismo locale e le variazioni delle caratteristiche delle acque, rendono, però, le aree di bocca adatte specialmente all'insediamento di *Cymodocea nodosa*, specie più esigente, soprattutto per quanto riguarda la granulometria e la tessitura dei sedimenti.

Questa specie nell'intera Laguna e in particolare nella bocca di Lido è risultata, sulla base del rilievo MELa2, in generale incremento rispetto alla precedente mappatura del 1990, avendo colonizzato gran parte delle aree nude prospicienti le bocche di porto e parte di quelle dove *Z.marina* e *Z.noltii* (anche sottoforma di popolamenti misti) hanno evidenziato fenomeni di regressione.

Prima di passare ad un'analisi della situazione riscontrata nella bocca di porto è conveniente fare alcune precisazioni inerenti le fasi sia di campo, sia dell'analisi dei risultati.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

- Oggetto della mappatura sono state le aree di bocca vere e proprie, cioè i fondali in fregio alle dighe e alcuni bassi fondali situati direttamente in zona di bocca e quelli eventualmente esistenti più all'interno.
- L'area oggetto della presente mappatura è stata lievemente ampliata rispetto allo studio di riferimento B.6.78/I, al fine di comprendere nella valutazione intere ed omogenee praterie che altrimenti sarebbero state graficamente interrotte. Disponendo già degli opportuni dati di base, anche la mappatura dello studio di riferimento B.6.78 è stata rielaborata sull'attuale area di indagine.
- Per un più corretto confronto tra le mappe, i dati delle coperture ricavate dall'analisi GIS e relativi alle patch vegetazionali rilevate sono stati aggregati e normalizzati dividendoli per le rispettive coperture del prontuario, in modo da garantire un trattamento omogeneo ed evitando che, nel confronto tra le distribuzioni dei diversi anni, le imprecisioni dovute alla diversa qualità dei supporti fotografici utilizzati deformassero il risultato finale.
- La disponibilità solo attuale di ulteriori supporti fotografici di maggior dettaglio, perché realizzati in condizioni meteorologiche e idrodinamiche più idonee, ha permesso di rielaborare la cartografia del 2003 (in allegato).
- Particolare attenzione nelle fasi di mappatura è stata data a quei settori della bocca di porto in cui erano presenti e operativi cantieri per la realizzazione delle opere, al fine di verificare ed eventualmente quantificare la perdita di coperture o gli impatti.
- La presenza delle fanerogame marine e in particolare di *C. nodosa* nelle aree sopra descritte è apparsa fortemente correlata all'andamento batimetrico, limitando la sua estensione, nella generalità dei casi, alla profondità di 3-4 m.
- Per una migliore comprensione delle dinamiche delle praterie delle fanerogame marine della bocca di porto di Lido negli anni, pur considerando la mappatura del 2003 quella di riferimento di una condizione *ante operam*, si è ritenuto di considerare nella valutazione complessiva anche le mappature precedenti a questo periodo e altri dati disponibili raccolti tra il 2003 e il 2004.

3.2.3 I dinamismi delle praterie della bocca di porto Lido tra il 1990 e il 2002

Le informazioni sulla distribuzione della fanerogame marine della bocca di porto di Lido risultano dettagliate solamente a partire dalla mappatura del 1990 [Caniglia *et al.*, 1990; Magistrato alle Acque, 1991] (Fig. 3.2). La successiva mappatura di dettaglio di questa zona si riferisce al 1997 [Tagliapietra *et al.*, 1999] e ha messo in evidenza una significativa espansione dell'areale complessivo colonizzato, rispetto al dato di riferimento del 1990 (Fig. 3.3). Questo primo confronto deve però tenere in considerazione che nelle indagini del 1990 non erano state prese in esame le praterie situate sui fondali più profondi di 2 m e che, alla luce delle informazioni attualmente disponibili, la mancata stima di copertura può essere valuta nell'ordine di 20 ha. La mappatura del 1997 ha messo in evidenza un incremento delle coperture dell'ordine del 47%, essendo variate da circa 110 ha nel 1990 a 157 ha nel 1997. Il massimo incremento ha riguardato *Cymodocea nodosa*, passata da circa 9 ha a 40 ha, con un aumento di oltre il 300%, *Zostera marina* ha raddoppiato la sua copertura, da 6 ha a 12 ha, mentre *Zostera noltii*, pur rimanendo la specie a maggior diffusione, ha avuto un incremento modesto, da 95 ha a 105 ha.

Un ulteriore aggiornamento, per l'area della bocca di Lido e specificatamente per paludale velme del Bacàn (Fig. 3.4) si ha con la mappatura eseguita nell'ambito del progetto esecutivo "Insula S. Erasmo" [Magistrato alle Acque, 1999]. I rilievi, condotti nell'estate del 1999, hanno evidenziato la presenza delle tre specie di interesse lagunare *Zostera marina*, *Zostera noltii* e *Cymodocea nodosa*.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Rispetto alla mappatura del 1990 e del 1997 si rileva una regressione sia di *Zostera marina*, che ha ora una distribuzione solo puntiforme, sia, soprattutto, di *Z. noltii* nei fondali antistanti l'isola di S. Erasmo.

La mappatura delle fanerogame marine eseguita nell'ambito del monitoraggio MELa2 [Magistrato alle Acque, 2005b] conferma il trend degli ultimi anni con una sostanziale tenuta delle praterie a *C. nodosa*, una graduale riduzione delle praterie a *Z. marina*, che non costituisce più praterie pure ma solamente miste, e una marcata riduzione delle praterie a *Z. noltii*, soprattutto nei bassi fondali antistanti l'isola di S. Erasmo. Nel confronto con la mappatura del 1990, il rilievo del 2002 conferma, quindi, significativi arretramenti nelle velme del Bacàn a carico di *Z. noltii* con una marcata riduzione nella porzione settentrionale del bassofondo antistante S. Erasmo. Nella figura 3.5 viene appunto messa in evidenza la forte regressione di copertura, rilevata proprio a carico di *Z. noltii*: in giallo chiaro sono riportate le coperture presenti solo nel 2002, in giallo scuro quelle presenti sia nel 2002, sia nel 1990, e in blu quelle rilevate nel 1990 e attualmente scomparse.

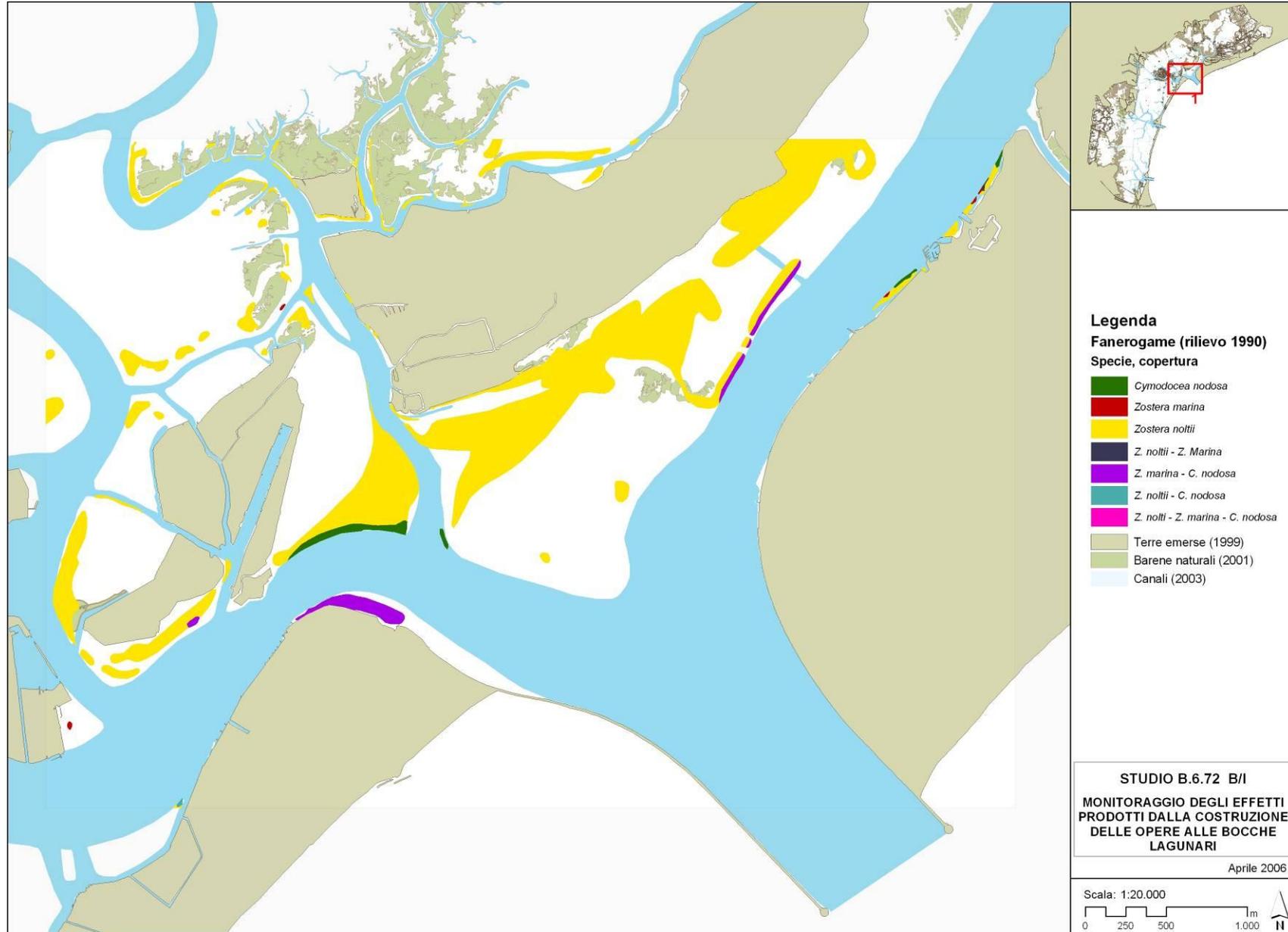


Figura 3.2 - Distribuzione delle fanerogame marine nella bocca di porto di Lido del 1990

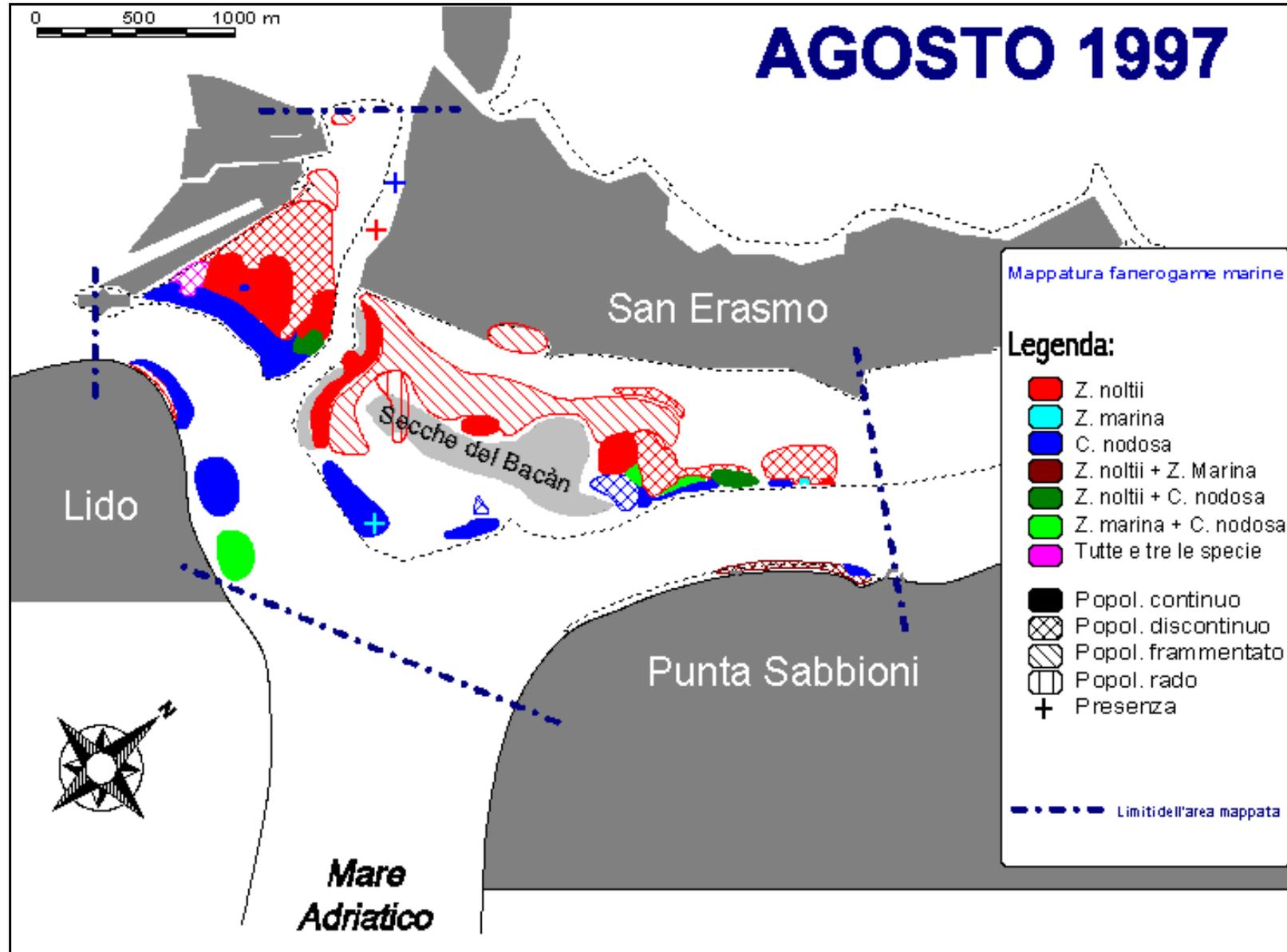


Figura 3.3 - Mappature delle fanerogame marine del 1997 nell'area antistante il Porto del Lido [Tagliapietra *et al.*, 1999 - <http://digilander.libero.it/benthos/seagrass.htm>]

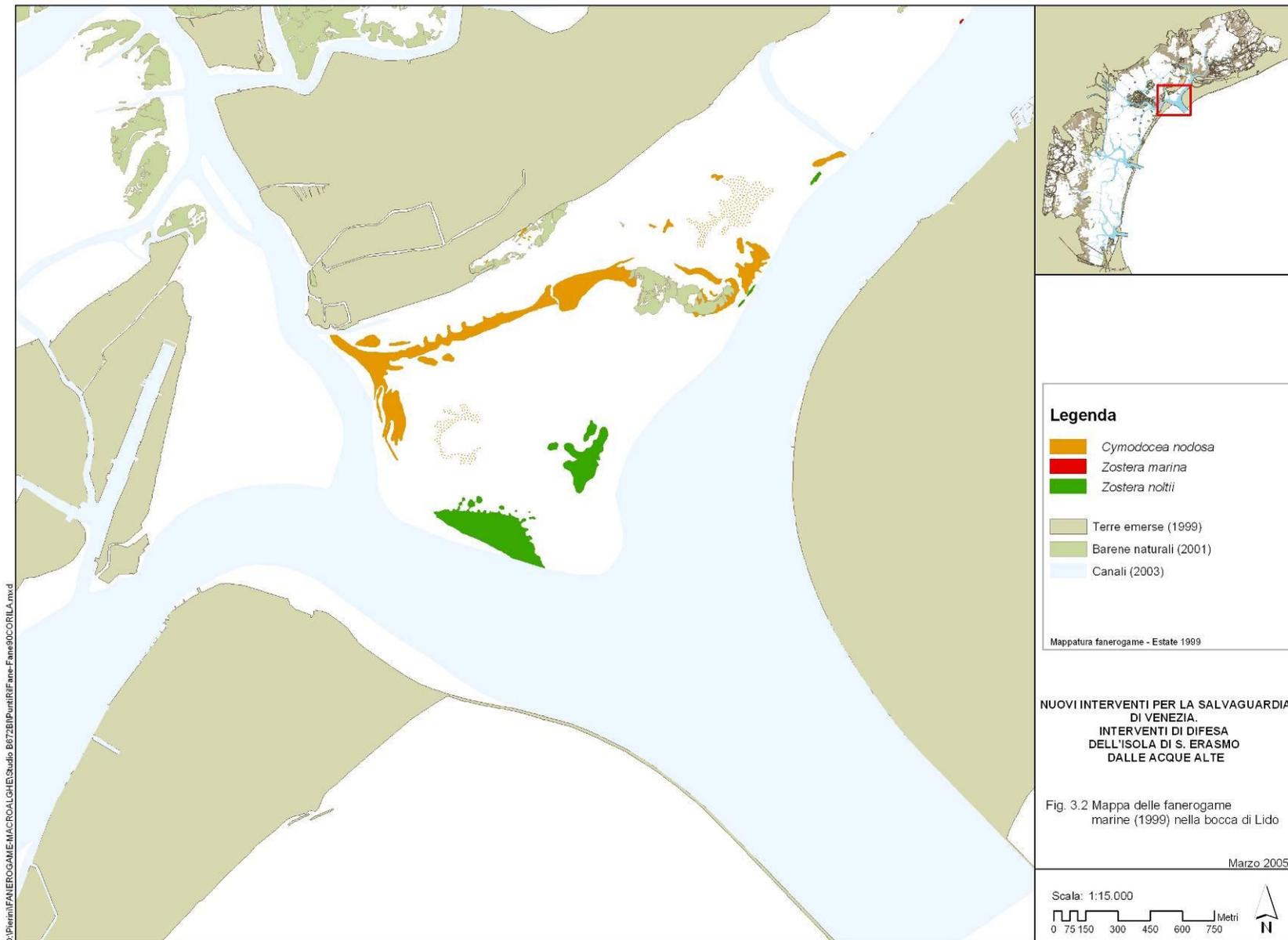


Figura 3.4 - Distribuzione delle fanerogame marine della mappatura del 1999 eseguite nell'ambito del progetto Insula "S. Erasmo" [Magistrato alle Acque, 1999]

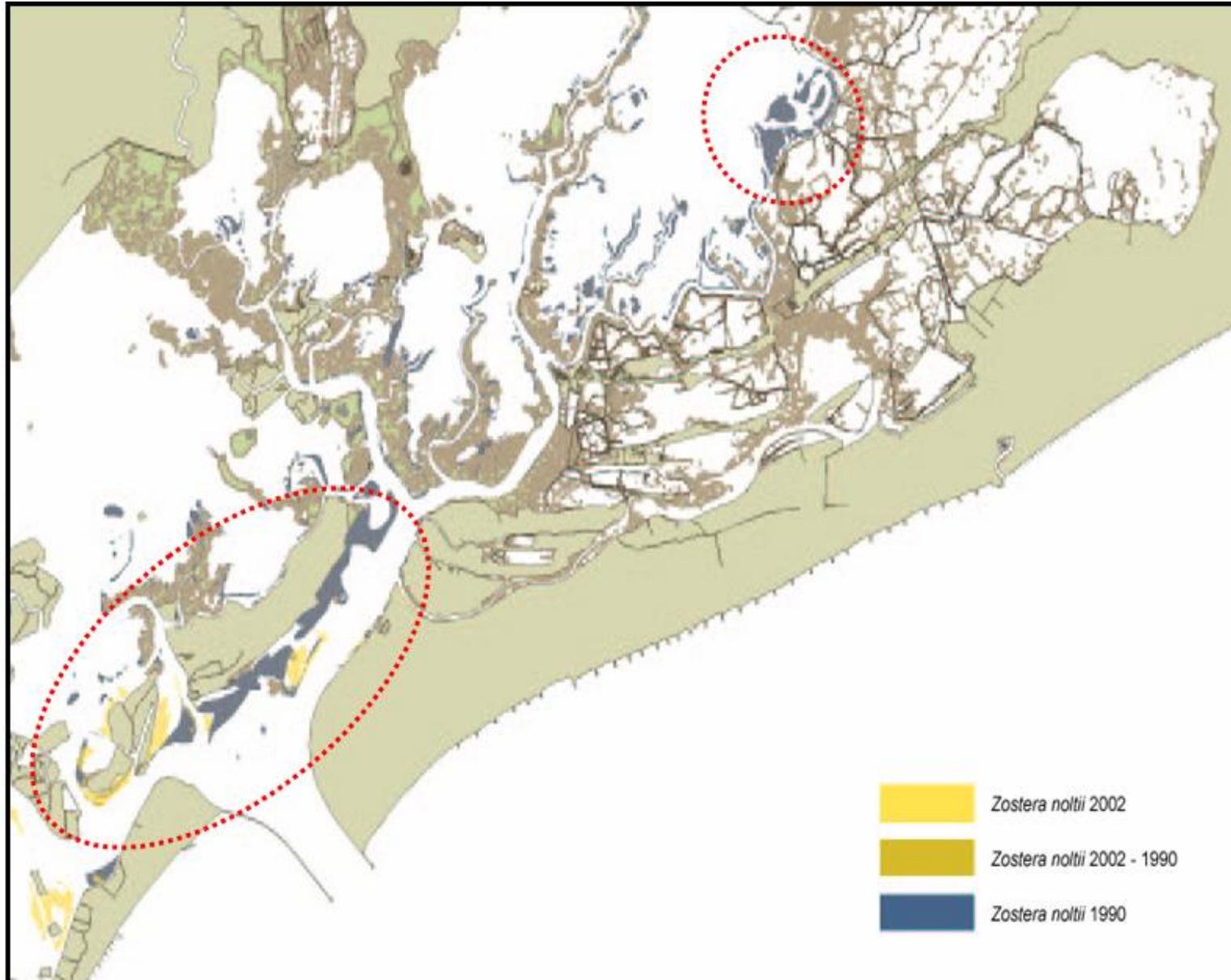


Figura 3.5 - Confronto tra le distribuzioni di *Z. noltii* della mappatura del 1990 e del 2002, monitoraggio MELa2 [Magistrato alle Acque, 2005b]

3.2.4 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido tra il 2003 e il 2005

In questo paragrafo saranno discusse le variazioni delle praterie a fanerogame marine avvenute nella bocca di porto di Lido nell'arco temporale compreso tra il 2003, anno in cui è stata eseguita la prima mappatura di dettaglio della bocca, prima che fossero avviate le attività di cantiere per le opere mobili (Studio B.6.78) e il 2005, quando le attività e gli interventi erano già in corso d'opera. L'area della bocca oggetto della mappatura comprende a) gli spazi acquei strettamente inerenti l'impronta delle "opere", b) quelli definiti "area di cantiere" e posti nelle aree adiacenti alle opere e c) i bassofondali lagunari situati più internamente dove sono poste la maggior parte delle praterie a fanerogame marine.

Per una corretta interpretazione dei dinamismi della praterie di questa bocca di porto che, come riportato nel precedente paragrafo, vedono una sostanziale stabilità nelle praterie a *C. nodosa* e un trend regressivo per *Z. noltii*, è stata eseguita una normalizzazione dei valori delle coperture in relazione al reale grado di copertura (Tabella 3.7). Le due mappature presentano un'elevata omogeneità per la modalità di assunzione dei dati, essendo state eseguite dai medesimi operatori, sia per quanto riguarda le fasi di campo, sia per l'elaborazione cartografica GIS. I confronti tra le mappe saranno eseguiti e descritti utilizzando i dati delle coperture normalizzate, quelle che meglio descrivono le reali dinamiche. Inoltre, la mappatura del 2003 realizzata nello Studio B.6.78 è stata rielaborata (in allegato), essendosi ora resi disponibili ulteriori supporti fotografici di maggior dettaglio, realizzati in condizioni meteorologiche e idrodinamiche più idonee.

La **mappatura realizzata nel 2003** (Fig. 3.6) nell'ambito dello Studio B.6.78, relativa all'area oggetto del presente studio, denota coperture a fanerogame per un totale di 74.4 ha, in cui *C. nodosa* e *Z. noltii* sono le specie prevalenti rispettivamente con 61.3 ha e 42.5 ha. *C. nodosa* ha praterie prevalentemente pure (32.2 ha) poiché è una specie in grado di colonizzare fondali più esposti ai flussi in entrata dalle bocche e di tipologia francamente sabbiosa. *Z. noltii* tende a costituire praterie prevalentemente miste (35.3 ha) in associazione con le altre due specie. *Zostera marina*, anche se rilevata con coperture miste di 24.7 ha, ha una presenza limitata, essendo minoritaria nei confronti delle altre specie. Rispetto alla mappatura del 1990 questa fanerogama ha ridotto le coperture miste, sia in superficie lungo il bordo canale di Treporti, sia in profondità lungo il tratto iniziale del canale di S. Nicolò (Aeroporto Nicelli).

Il confronto con le precedenti mappature del 1990, del 1997 e del 1999 conferma la sostanziale stabilità delle praterie della bocca di Lido anche se si rileva un incremento delle coperture a *C. nodosa* e una costante regressione di quelle a *Z. noltii* che, nella mappatura del 1990, erano di circa 150-170 ha (dato normalizzato). La perdita di coperture di *Z. noltii* non riguarda solamente la bocca di porto di Lido, ma tutto il bacino settentrionale. Considerando i dati acquisiti e la scarsa presenza di informazioni su scala lagunare sino al 2002, è ipotizzabile che questa tendenza regressiva possa avere avuto inizio verso la metà degli anni '90.

Per quanto riguarda *C. nodosa*, la mappatura del 1990 non aveva rilevato tutte le coperture sulla secca del Bacàn e lungo il bordo del Canale di S. Nicolò. Già la citata indagine del 1997 [Tagliapietra *et al.*, 1997] consentiva di apprezzarne la tendenza all'incremento, in entrambi i lati della secca. Tenuto conto del livello di definizione delle precedenti mappature, dovuto alla metodologia non DGPS e alla limitazione del mappaggio ai fondali meno profondi di due metri, la situazione rende ugualmente conto di una notevole diffusione ed incremento di questa specie.

La **mappatura realizzata nel 2005** (Fig. 3.7), quando le attività di cantiere alla bocca di Lido erano oramai avviate da più di un anno, ha registrato, tra coperture pure e miste, una superficie complessiva di 61.5 ha, inferiore a quella rilevata nel 2003 (74.7 ha). La riduzione dell'estensione delle praterie rilevata tra le due mappature deriva da un lato, dalla sostanziale tenuta delle coperture pure (- 0,8 ha) e dall'altro da una perdita delle coperture miste (-12.6 ha).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Le praterie pure nel loro complesso hanno evidenziato una sostanziale stabilità, con un lieve incremento per *C. nodosa* (+ 1,1 ha) e una lieve riduzione per *Z. noltii* (-1.8 ha). Le praterie a *Z. marina*, assenti nel 2003, non sono state osservate nemmeno nel 2005, confermando la criticità dell'area di bocca per questa specie. Diversa è invece la valutazione per le praterie miste che, tra le due indagine, ha evidenziato una perdita complessiva delle coperture, anche se diversificata in relazione alle varie tipologie. Infatti, pur essendo nel complesso negativo il bilancio tra il 2003 e il 2005, si nota una riduzione per le praterie miste a *Z. noltii-Z. marina* (-5.1 ha) e *Z. noltii-Z. marina-C. nodosa* (-14.4 ha), ma anche un incremento di quelle a *Z. noltii-C. nodosa* (+6.8 ha). Una valutazione di questi dati, alla luce anche della sostanziale tenuta delle praterie pure a *C. nodosa*, ci indica che la riduzione delle coperture miste deve essere interpretata nel senso di una regressione principalmente di *Z. marina* e secondariamente di *Z. noltii*.

La valutazione delle dinamiche delle praterie delle tre rizofite, comprensiva di quelle pure e miste, conferma che tra il 2003 nel 2005 si è verificata una complessiva riduzione delle coperture che appare però differenziata tra le tre specie. *Cymodocea nodosa* è la fanerogama che denota la minore riduzione delle coperture (-6.3 ha), mentre più sensibile è quella, sia di *Z. noltii*, che registra una diminuzione di circa il 30% delle coperture (-14.3 ha), sia di *Z. marina*, che evidenzia una diminuzione dell'ordine del 70-80% (-19.4 ha). La riduzione delle coperture che si osserva tra il 2003 e il 2005 deve essere interpretata tenendo in considerazione quelli che sono stati i trend tra la prima mappatura, eseguita per l'intera laguna del 1990 e le successive, sino a quella più aggiornata del 2002. Parte delle regressioni osservate nella bocca di Lido appaiono essere parte delle dinamiche osservate nell'ultimo decennio per il bacino nord dove, tra la bocca di Lido e la Palude Maggiore, si sono verificate significative perdite di copertura per *Z. marina* e *Z. noltii* e incrementi per quanto riguarda *C. nodosa* [Magistrato alle Acque, 2005b; Rismondo *et al.*, 2003].

Per meglio comprendere le dinamiche delle variazioni delle praterie, si devono anche considerare i siti dove queste si sono verificate tenendo conto che, vi sono aree dove è in corso la realizzazione delle "opere", aree di "cantiere" e aree di bossofondale non coinvolte direttamente dalle attività, dove però sono poste la gran parte delle praterie. Come già detto, le riduzioni delle praterie di *Z. marina* e *Z. noltii* riguardano le coperture miste poste sui bassofondali interni alla bocca di porto, mentre quelle di più limitate a *C. nodosa*, come vedremo più approfonditamente in seguito, sono avvenute in aree delle "opere" e o nelle aree di "cantiere".

Tabella 3.6 - Valori di copertura normalizzati relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I) e della mappatura del 2005 (primavera-estate) per popolamenti puri o misti e per specie

Tipologia dei popolamenti	2003 (ha)	2005 (ha)
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	32,2	33,3
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	0,0	0,0
Popolamenti puri a <i>Zostera noltii</i>	7,2	5,4
Popolamenti misti a <i>Z. noltii - C. nodosa</i>	10,6	17,4
Popolamenti misti a <i>Z. noltii - Z. marina</i>	6,2	1,1
Popolamenti misti a <i>Z. noltii - Z. marina - C. nodosa</i>	18,5	4,2
Totali	74,7	61,5

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2005 (ha)
<i>Cymodocea nodosa</i>	61,3	55,0
<i>Zostera marina</i>	24,8	5,4
<i>Zostera noltii</i>	42,5	28,2

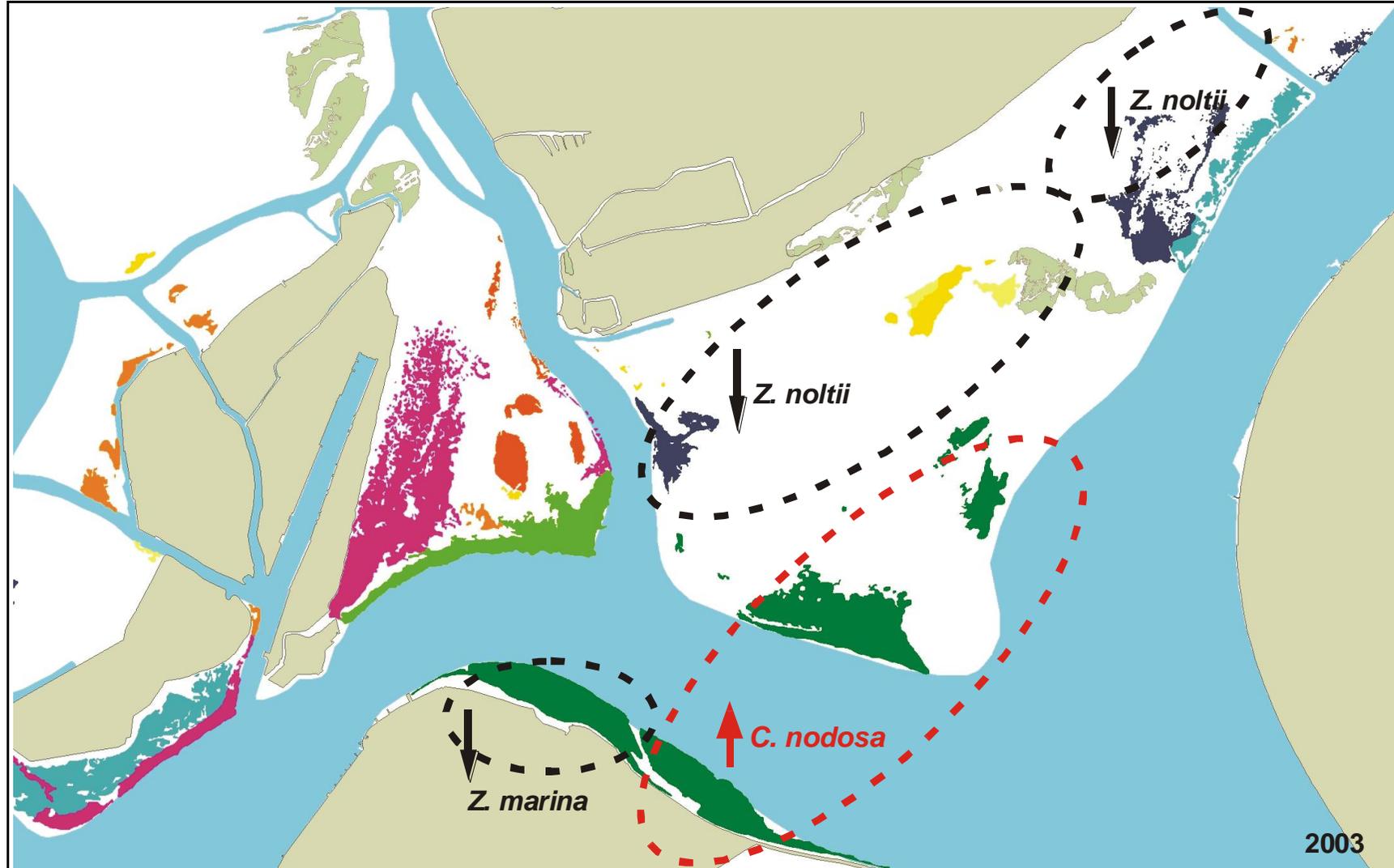


Figura 3.6 - Mappatura relativa al 2003 (Studio B.6.78). Sono riportate solo le aree dove si sono verificate le più significative variazioni rispetto alle precedenti mappature

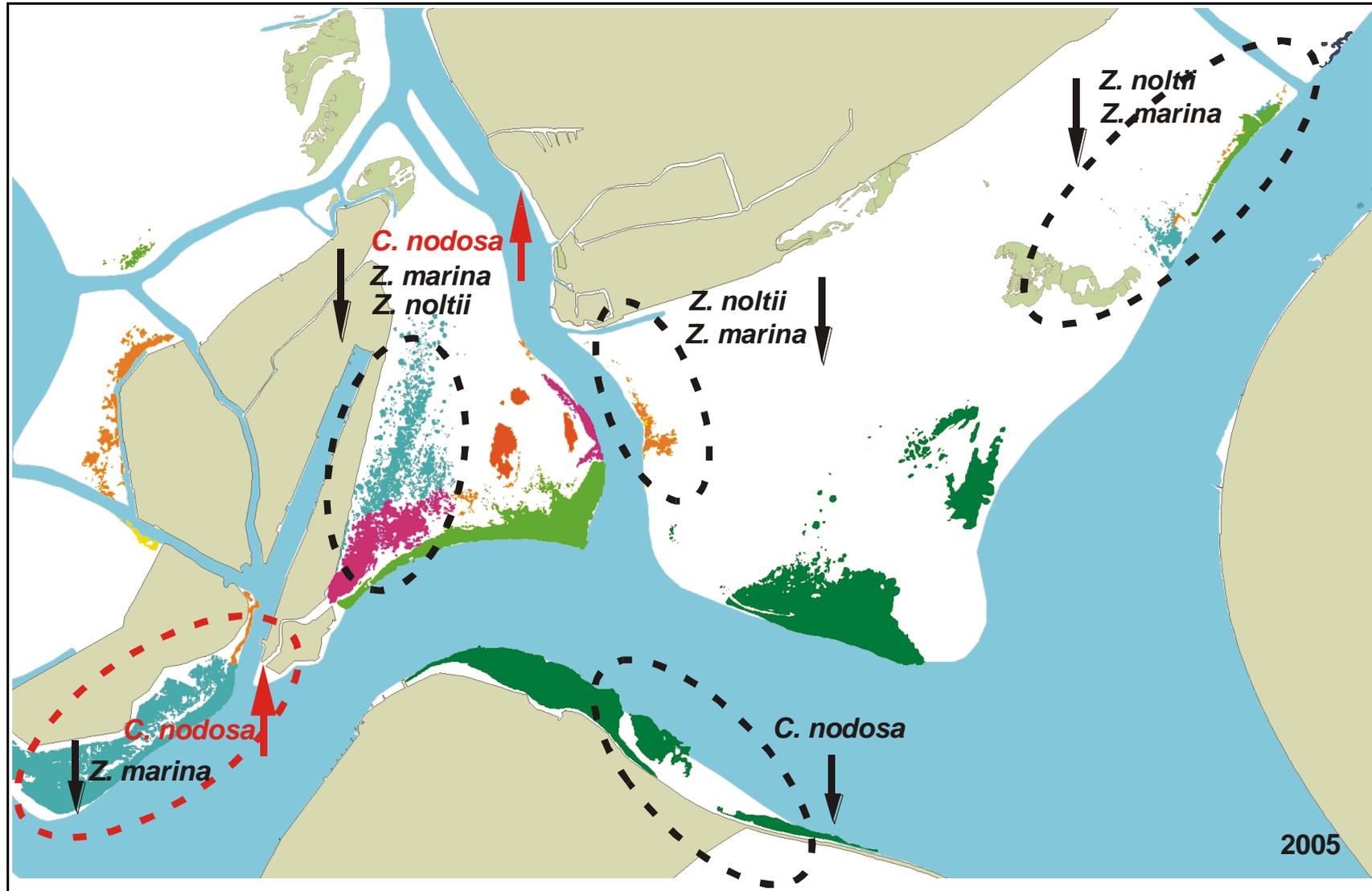


Figura 3.7 - Mappatura relativa al 2005 (Studio B.6.72 B/1) La mappa è relativa solo alle aree dove si sono verificate le più significative variazioni rispetto alla mappatura 2004. Sono riportate solo e aree dove si sono verificate le più significative variazioni rispetto alla precedente mappatura

3.2.5 Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici

Le valutazioni sino ad ora espresse, sia per quanto riguarda i parametri fenologici rilevati nelle 6 stazioni di controllo, sia per le mappature degli anni presi in esame, hanno evidenziato che, pur in presenza di una certa variabilità dei parametri descrittivi delle praterie, permangono in questi ultimi 2-3 anni degli elementi di sostanziale stabilità. Infatti, i macro descrittori dello stato delle praterie, individuabili nella densità e nella loro estensione, sono rimasti, infatti, sostanzialmente simili tra i due studi (Studio B.6.78 e Studio B.6.72 B/I).

La variabilità naturale che le comunità vegetali presentano soprattutto negli ambienti di transizione è stata messa già ben in evidenza per le fanerogame marine della laguna di Venezia con i monitoraggi pluriennali MELa [Magistrato alle Acque, 2005a, 2005b, 2005c] in quanto le differenze dei fattori meteo-climatici, con le implicazioni che esse comportano anche su aspetti abiotici, risultano molto più marcate che non nelle acque costiere dove la variabilità sia giornaliera o mensile sono meno accentuate.

Essendo le fanerogame marine una importante componente vegetale delle lagune, risulta immediato ritenere che un diverso andamento delle temperature dell'acqua, delle precipitazioni o dell'irraggiamento possa influire sui loro ritmi di sviluppo o sulle loro dinamiche di colonizzazione. Tuttavia, le differenze di distribuzione delle fanerogame tra un anno e l'altro non appaiono così marcate come si verifica, invece, per i blooms fitoplanctonici o macroalgali dove i fenomeni si verificano per periodi limitati, ma con elevata intensità [Magistrato alle Acque, 2005a].

Rimane però il fatto che, se da un lato appare evidente che le condizioni meteo-climatiche influiscono sulle caratteristiche fenologiche delle fanerogame, dall'altro non risulta affatto facile cogliere in modo diretto e immediato tali effetti. Queste macrofite non presentano una risposta immediata ad uno stress meteo-climatico ma svolgono una funzione di integrazione degli eventi, evidenziando gli effetti nei successivi mesi. Solamente eventi meteo-climatici intensi, quali ad esempio forti venti di bora o di scirocco, o eventi ancora più marcati, possono determinare nell'arco di pochi giorni una riduzione della densità o dell'estensione delle praterie. Altri fenomeni meteo-climatici quali ad esempio elevate intensità di irraggiamento o delle precipitazioni, se si manifestano per prolungati periodi di tempo, possono incidere sui caratteri fenologici dando una risposta visibile solamente nei mesi successivi; viene quindi meno una immediata correlazione causa-effetto.

A tal fine, e per una valutazione critica dei dati raccolti in campo, si è voluto considerare in questo rapporto anche l'aspetto meteo-climatico degli anni di interesse della nostra indagine, per considerare se può avere influito in modo significativo sulle dinamiche di queste macrofite.

I parametri presi in esame e ritenuti elementi di sintesi degli eventi meteo-climatici sono la temperatura dell'acqua e dell'aria ed i valori delle precipitazioni e della radiazione solare. I dati della temperatura dell'aria, delle precipitazioni e della radiazione luminosa sono stati forniti dall'Istituto Cavanis di Venezia, mentre quelli della temperatura dell'acqua, sono relativi alla stazione fissa CVN-SI posta nella bocca di porto di Lido, canale di San Nicolò.

I dati rilevati per gli anni 2003, 2004 e 2005 con cadenza giornaliera e come valore medio mensile sono stati utilizzati per l'analisi statistica ANOVA, mentre i dati medi mensili sono stati impiegati per la realizzazione dei grafici (figure 3.8-3.11).

L'osservazione dei grafici evidenzia che gli andamenti nei tre anni di ognuno dei parametri, pur presentando un trend simile, hanno anche significative differenze mensili. Per quanto attiene il confronto mensile tra la temperatura sia dell'aria (Fig. 3.8) che dell'acqua (Fig. 3.9), si nota come questo scostamento tra gli anni sia evidente soprattutto nei mesi estivi e nei mesi autunnali, anche se con trend diversi. Nell'estate del 2003, la temperatura dell'aria e dell'acqua risultano superiori a quelle del 2004 e 2005. Da settembre in poi si verifica invece il contrario, con le temperature

relativa al 2003 inferiore a quella del 2004 e 2005. Dai dati mensili medi si rileva che la differenza tra i valori massimi e minimi della temperatura dell'acqua nei mesi estivi ha raggiunto anche i 2-3°C, mentre quella dell'aria ha registrato differenze anche superiori, dell'ordine di 4-5° C.

Sempre a livello mensile, anche la radiazione luminosa (Fig. 3.10) denota dei scostamenti dai valori rilevati nel 2004 e 2005 come ad esempio quello relativo al mese di febbraio. Lievi differenze si notano anche per le precipitazioni dove ancora i valori del 2003 si discostano da quelli del 2004 e 2005.

Con l'analisi statistica ANOVA si è valutato se le differenze osservate nei grafici trovano una validità anche dal punto di vista statistico. Il confronto tra i dati giornalieri dei tre anni non denota nessuna differenza statisticamente significativa ($P > 0,05$) per ognuno dei 4 parametri meteo-climatici.

Un confronto dei dati del triennio mese per mese evidenzia, invece, delle differenze statisticamente significative ($P < 0,05$) che risultano limitate per il parametro precipitazioni (differenza significativa in febbraio e marzo) o per la radiazione (differenza significativa in febbraio e agosto), mentre risultano più frequenti per i parametri temperatura dell'aria (differenza significativa in gennaio, giugno, luglio, agosto e ottobre) e dell'acqua (quasi tutti i mesi).

Il test di Tukey a coppie² ha permesso di rilevare che le differenze all'interno dello stesso mese risultano statisticamente significative quasi sempre tra i dati del 2003 e quelli degli altri due anni, mentre lo sono solo in alcuni mesi nel confronto diretto tra il 2004 e il 2005. Questo differente trend tra i dati del 2003 e quelli del 2004-2005 è in accordo con le analisi dei dati climatici eseguiti nel periodo 2002-2005 nel corso monitoraggio MELa, dove, in un confronto con i dati degli ultimi decenni, si evidenzia che il 2002 è stato uno degli anni con maggiori precipitazioni e il 2003 uno degli anni più caldi in assoluto [Magistrato alle Acque, 2004].

Sulla base delle conoscenze acquisite sulle fanerogame marine in generale, ed in particolare di quelle presenti nella laguna di Venezia che presentano dei dinamismi più accentuati rispetto a quelle di località marine [Magistrato alle Acque, 2005b; Rismondo *et al.*, 2003], possiamo ritenere che le differenze rilevate nei parametri meteo-climatici di questi anni non hanno influito in modo determinate sugli assetti delle praterie delle 6 stazioni di controllo della bocca di Lido. Le diverse condizioni meteorologiche negli anni hanno probabilmente influito, anticipando o ritardando nel tempo, alcune espressioni della fenologia della pianta (es. densità, altezza, fioritura), ma certamente non hanno mutato l'assetto complessivo delle praterie, la loro struttura finale o il grado di copertura.

Questa considerazione trova una buona corrispondenza con la macrofita *Cymodocea nodosa* che, tra le tre specie che colonizzano la bocca di porto di Lido, è quella che ha le maggiori capacità di tollerare gli stress anche climatici. Si tratta, infatti, di una specie definita "ruderales"; essa si insedia ben in profondità nel sedimento con il suo esteso apparato radicale, che le permette di superare le condizioni anche avverse che si verificano sia a livello dei sedimenti superficiali, sia della parte epigea. È, invece, più probabile che le elevate temperature estive dell'aria e dell'acqua abbiano avuto un certo effetto su un'altra macrofita, *Zostera noltii*, specie che si insedia nei piani interditali e quindi più esposti agli eventi meteo-climatici, e che è nettamente meno resistente di *C. nodosa*. Le

² Test di Tukey per confronti a coppie: permette di effettuare un numero qualsiasi di confronti tra coppie di

dati. La differenza tra due medie è dichiarata significativa se $\bar{y}_k - \bar{y}_l > q_{\alpha;p,(n-1)} s \sqrt{\frac{1}{n}}$ dove

$s = \sqrt{MS(e)}$ e q è il valore tabulato per α (il coefficiente di confidenza), r (il numero dei trattamenti), ed n (numero complessivo delle misure). Quando l'intervallo di confidenza include lo zero, allora si può dire che le due medie non differiscono.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

elevate temperature dell'acqua e dell'aria potrebbero essere, infatti, la concausa che, assieme ad altri fattori di stress, ha contribuito alla progressiva perdita che si sta avendo in questi ultimi decenni delle praterie intertidali a *N. noltii*.

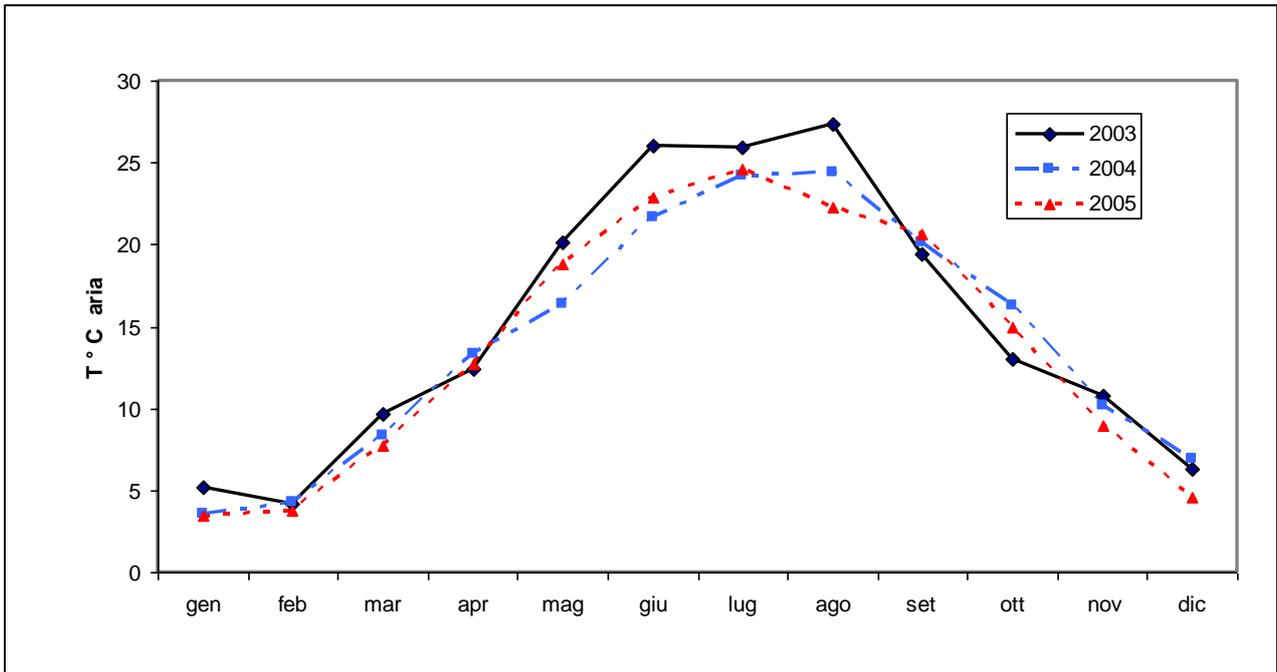


Fig. 3.8 - Valori medi mensili della temperatura dell'aria nel triennio 2003-2005

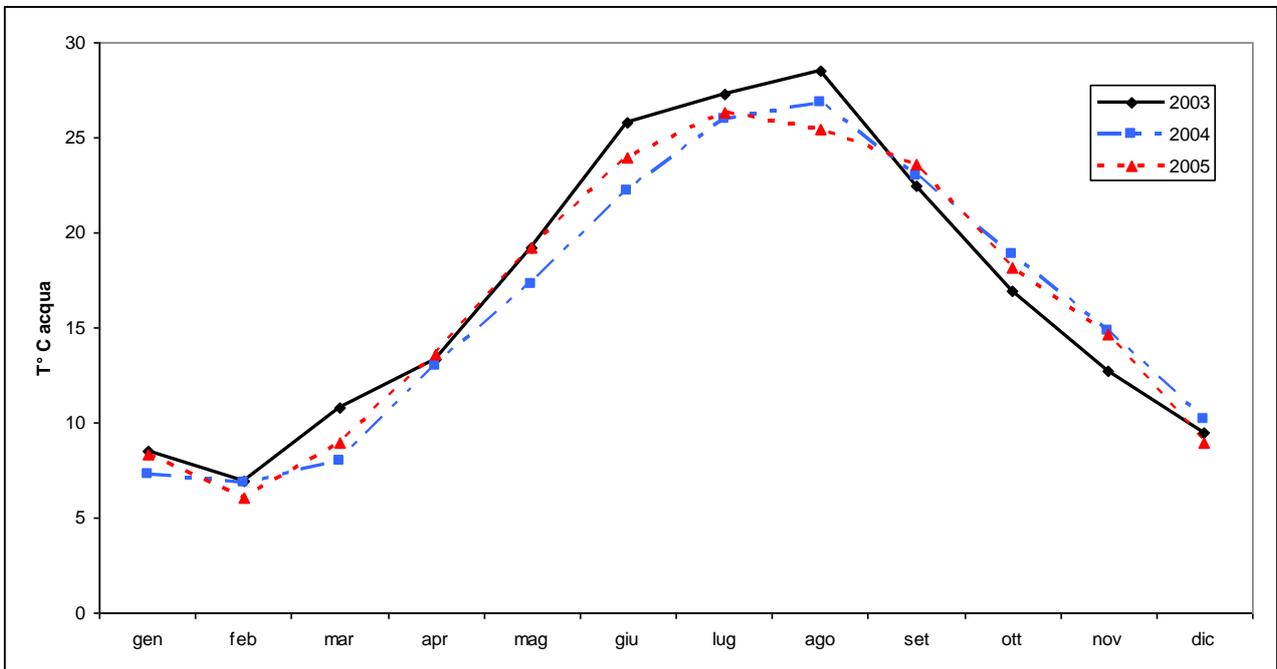


Figura 3.9 - Valori medi mensili della temperatura dell'acqua nel triennio 2003-2005

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

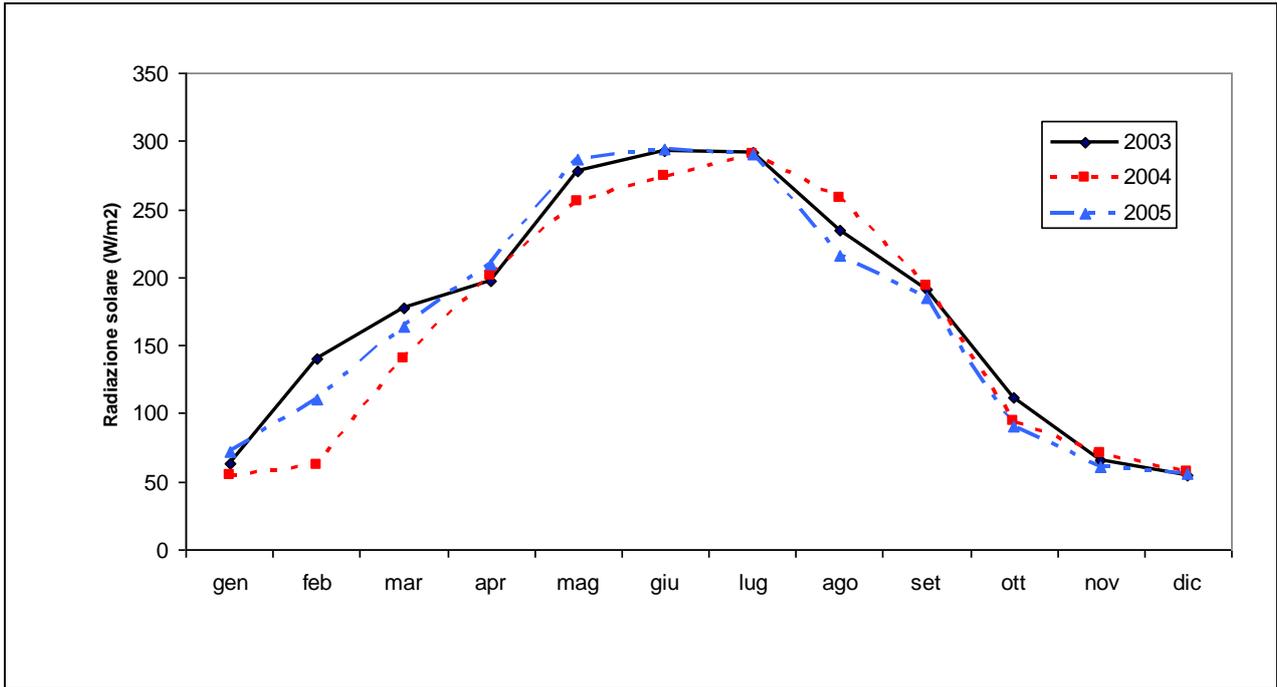


Figura 3.10 - Valori medi mensili della radiazione solare nel triennio 2003-2005

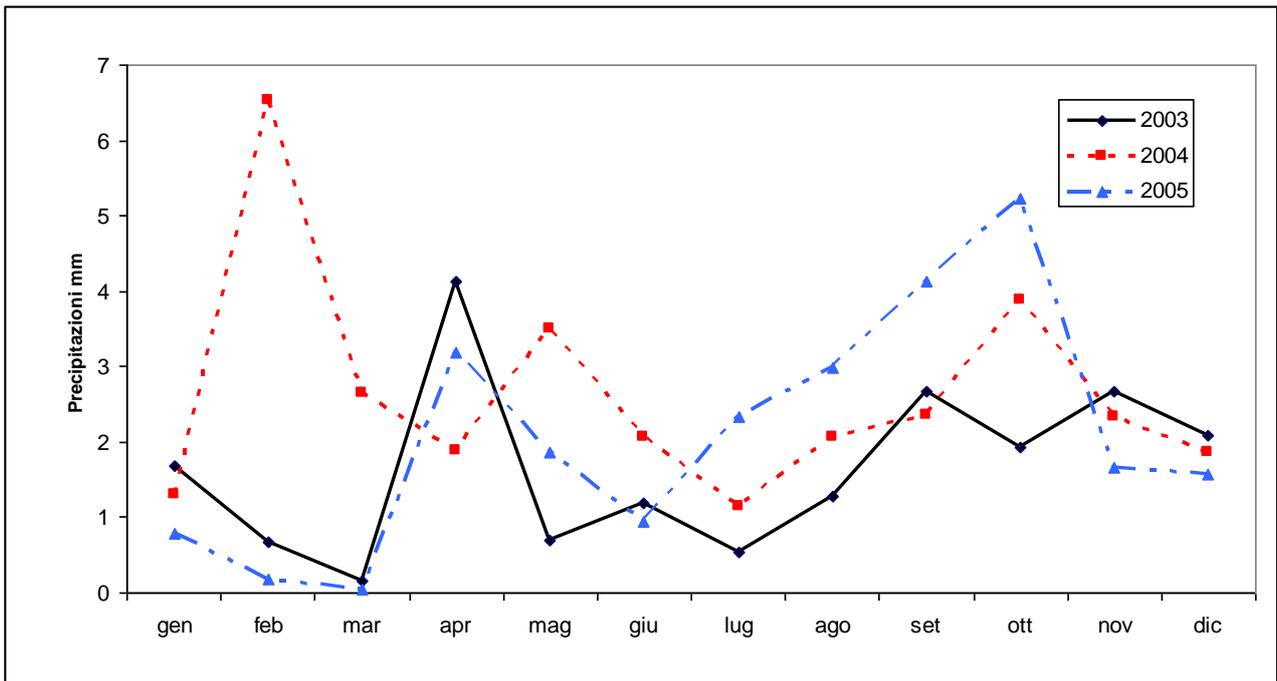


Figura 3.11 - Valori medi mensili delle precipitazioni nel triennio 2003-2005

4 CONSIDERAZIONI FINALI

Questo rapporto rende conto delle indagini alle sei stazioni di controllo e della mappatura delle fanerogame marine nell'area della bocca di Lido, condotte nel 2005. I dati e le valutazioni riportati, che hanno permesso l'effettuazione di una serie di confronti rispetto allo studio di riferimento B.6.78, indicano per il 2005 una sostanziale stabilità delle condizioni delle praterie. Le variazioni osservate per alcuni parametri strutturali e funzionali (estensione delle praterie, densità, grado di copertura) trovano, per la maggior parte, spiegazione nell'ambito della gamma di variabilità espressa da queste comunità biologiche.

Alcuni indicatori strutturali, durante i controlli stagionali, sono risultati esterni ai range di riferimento, ma agli scostamenti osservati è quasi sempre stata attribuita una valenza positiva, in quanto indicativa di un consolidamento dello stato delle praterie. Quando, invece, questi valori sono apparsi inferiori ai range di riferimento, lo scostamento è apparso sempre minimo e ben al di sotto dei valori ritenuti critici per incidere sulla capacità di resilienza delle praterie (es. riduzione maggiore del 50% della densità o della copertura [Moore, 2004]). Inoltre, quando i valori di questi indicatori sono risultati inferiori agli intervalli di riferimento, si è posto un maggior livello di attenzione, eseguendo una più accurata verifica nelle campagne di controllo successive che comunque hanno sempre evidenziato un totale rientro nei range attesi.

Nella campagna estiva 2005, che rende conto dello stato delle praterie dopo la ripresa vegetativa e quindi ne esprime i massimi livelli di colonizzazione raggiunti, è stato osservato un sostanziale mantenimento della consistenza e coesione delle praterie e della biodiversità della comunità epifitica, confermandone il buono stato e funzionalità. Gli indicatori strutturali e funzionali, quali ad esempio lo stato dell'apparato epigeo ed ipogeo, la densità dei ciuffi, i fenomeni di necrosi sulle lamine fogliari e di mortalità dei rizomi, sono rientrati nella naturale dinamica di queste praterie. Il rinvenimento di numerosi semi nei sedimenti è una conferma che nelle praterie si svolgono con regolarità i processi vegetativi e riproduttivi.

Nelle sei stazioni di controllo permangono, quindi, le condizioni di stabilità riscontrate nello studio di riferimento B.6.78, condizioni che non evidenziano effetti attribuibili a possibili impatti delle lavorazioni ai cantieri alle bocche.

Nel confronto statistico dei principali indicatori strutturali (ANOVA), le sei praterie indagate confermano sempre una marcata eterogeneità, che va interpretata come la risposta della pianta alla diversa morfologia, idrodinamica, batimetria e tipologia del sedimento dei diversi siti. Molti lavori, peraltro, confermano come *Cymodocea* sia fortemente influenzata dalle condizioni ambientali locali, più delle altre fanerogame, per quanto riguarda aspetti dimensionali, produzione e autoecologia [Cancemi *et al.*, 2002; Reyes *et al.*, 1995; Rismondo *et al.*, 1997; Terrados e Ros, 1992; Perez *et al.*, 1994].

La mappatura eseguita nel 2005 evidenzia, rispetto a quella del 2003, una riduzione delle coperture che riguarda prevalentemente le praterie miste con *Z. marina* e *Z. noltii*. Come detto in precedenza, l'analisi delle variazioni nelle coperture delle fanerogame marine, proprio per la presenza delle opere in corso, si deve tener conto che le praterie della bocca di porto ricadono in tre aree di interesse:

- aree con praterie che coincidono specificatamente con l'impronta delle opere vere e proprie da realizzare o di appoggio alla loro realizzazione;
- aree con praterie poste nelle immediate vicinanze alle opere e definite "aree di cantiere";
- aree di bassofondi dove sono presenti oltre il 90% delle coperture a fanerogame.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Considerando questa ripartizione, si comprende che le praterie che si sovrappongono alle opere già realizzate o da realizzare, rappresentano macrofite già perdute o che si perderanno nel corso degli anni in quanto, al loro posto, sono o saranno poste le opere per le dighe mobili. Esternamente all'area delle "opere" vere e proprie, c'è l'area di cantiere che, in ambiente marino o lagunare, corrisponde ad uno spazio acqueo opportunamente segnalato, ma non delimitato fisicamente, in cui si eseguono le opere e/o agiscono mezzi o imbarcazioni per la loro esecuzione. All'interno delle aree di cantiere, le praterie possono registrare delle variazioni più o meno pronunciate, spesso anche in parte previste, perché subiscono l'impatto dei mezzi nautici o degli interventi connessi. Nei bassifondali posti esternamente alle aree di cantiere, dove sono poste la maggior parte delle praterie oggetto del monitoraggio, l'impatto si presume sia limitato o nullo, al fine di preservare il più possibile immutate le condizioni dell'ecosistema di pregio rispetto allo stato *ante operam*.

Nello specifico della bocca di Lido, due sono le praterie a *C. nodosa* che in parte cadono all'interno delle aree delle opere e di cantiere, una di minore dimensione (0,5 ha), posta all'estremo sud-est della secca del Bacàn, in prossimità della nuova isola, e una di maggiori dimensioni (6,0 ha) posta a ridosso del molo foraneo sud (Fig. 4.1). Nell'area di cantiere che lambisce la punta estrema della secca del Bacàn (Fig. 4.2), l'intervento programmato (escavo di un canale che collega Treporti a San Nicolò) non interessa ancora fisicamente la prateria e gli effetti delle attività di cantiere sino ad ora realizzate non sembrano aver apportato al momento modifiche significative, come confermano i dati della vicina stazione di controllo 3.

Nell'area di cantiere situata lungo la diga sud, dove è posta la seconda e più estesa prateria, rispetto al 2003 si è invece assistito ad un arretramento delle coperture di *C. nodosa* (Fig. 4.2). L'estesa prateria, situata in questo tratto di bocca su fondali sino a 3-4 m di profondità, si trova in parte all'interno dell'area di cantiere e delle opere, e in parte all'esterno. La parte posta al di fuori dell'area di cantiere e delle opere è rimasta sostanzialmente immutata tra il 2003 e il 2005 senza mostrare particolari risentimenti, mentre, quella posta all'interno dell'area di cantiere e delle opere, stimabile in circa 6 ha, ha progressivamente ridotto la sua estensione con una perdita al 2005 di circa 3 ha. Di questi, la parte di prateria che ricade all'interno dell'impronta delle "opere" vere e proprie o di altre opere accessorie o di supporto è al momento di circa 0,3 ha.

Una riduzione di copertura della prateria a *C. nodosa* nell'area di cantiere e nelle aree che si sovrappongono alle opere stesse era attendibile poiché, come da progetto, l'area è direttamente coinvolta da interventi lungo il molo foraneo (rimozione parziale dei massi della diga, rinforzo del molo, realizzazione di una piarda e di approdi per le imbarcazioni per le attività di carico e scarico dei materiali). Gli effetti diretti e collaterali della globalità di questi interventi all'interno dell'area di cantiere, quali l'incremento della torbidità, della sedimentazione, della risospensione a causa delle imbarcazioni, o la diretta sovrapposizione delle opere stesse alle praterie, hanno determinato una riduzione delle coperture in un'area in cui tale perdita era già stata in parte preventivata. D'altra parte, queste praterie sono collocate proprio nelle vicinanze o al di sopra siti in cui sono o saranno posizionate le strutture per le opere alle bocche e quindi destinate ad essere perdute.

La riduzione delle superfici a fanerogame che si sono verificate e si verificheranno soprattutto nelle aree direttamente interessate dalle opere e in quelle di cantiere sono prevedibili e potrebbero essere tenute in considerazione nella realizzazione di un piano di ripristino ambientale in senso ampio e non solo finalizzato a questo ecosistema di pregio. Se al termine della realizzazione delle opere alle bocche vi saranno ancora condizioni ecologiche, morfologiche e batimetriche idonee per un loro reintroduzione, si potranno ipotizzare interventi di reimpianto su piccola e medio scala con l'obiettivo, non tanto di ripristinare l'intera superficie perduta, ma di porre dei nuclei di innesco che accelerino la colonizzazione che per vie naturali, se le condizioni lo permettono, richiederebbe altrimenti tempi maggiori.

Un esame di ulteriori dati sulla dinamica delle praterie a fanerogame marine della bocca di Lido raccolti tra il 2003 e il 2005 nel corso del monitoraggio MELa2 e di altri studi connessi alla bocca, permette una più accurata caratterizzare ed interpretare le perdite osservate. Questi dati, indicano infatti una stabilità delle coperture a fanerogame marine tra il 2004 e il 2005, ma soprattutto, associati a quelli precedenti al 2000 e a quelli raccolti in questi ultimi anni [Magistrato alle Acque, 1991, 1999, 2005a, 2005c; Rismondo et al., 2003; Tagliapietra et al., 1999], permettono una lettura delle dinamiche delle praterie su trend temporali ravvicinati. Valutati nel loro complesso, fanno comprendere che una parte delle coperture perdute sono certamente da attribuire alle opere in corso per i motivi precedentemente descritti mentre, ma una parte sono riconducibili ad un più ampio processo di assestamento delle praterie del bacino nord, iniziato a partire dalla fine degli anni '90.

Le informazioni disponibili a tutto il 1997 per questa bocca di porto indicano, infatti, che le coperture erano paragonabili a quelle dei primi anni '90, mentre dopo questa data, le successive mappature dell'area, sino a quella del 2003 relativa alla fase *ante operam*, hanno evidenziato un graduale e costante arretramento per *Z. marina* e *Z. noltii*. Nell'ambito di queste variazioni, a perdere le maggiori coperture nella bocca di Lido è stata in particolare *Z. marina*, che tra le tre rizofite è quella che complessivamente è meno competitiva perché più sensibile alle variazioni ambientali [Den Hartog, 1970]. A conferma di questo, infatti, sono numerosi i lavori che riportano fenomeni di rarefazione o scomparsa di *Z. marina* in seguito a variazioni ambientali ascrivibili a pressioni naturali od antropiche (*wasting disease*) [Tutin, 1938; Den Hartog et al., 1996, Short et al., 1986].

I dati nel loro complesso ci indicano inoltre che le perdite di copertura riguardano prevalentemente le praterie miste di *Z. marina* e *Z. noltii* presenti nei bassofondali. Le praterie miste, rispetto a quelle pure, si caratterizzano per equilibri intraspecifici più delicati e quindi maggiormente soggetti a variazioni ambientali o impatti antropici localizzati. La presenza di praterie miste è probabilmente da leggere come la mancanza, per entrambe le specie, di condizioni ottimali per quanto riguarda la morfologia del sito o della tipologia del sedimento. Eventi meteo-marini, anomale condizioni ambientali o attività antropiche localizzate possono influire negativamente su queste praterie più di quanto non avvenga in quelle pure che, trovandosi nella loro precisa nicchia ecologica, dispongono probabilmente di una più elevata resilienza.

Si deve inoltre rilevare che, alcune limitate e localizzate riduzioni delle praterie a *Z. noltii* osservate tra il Bacàn e l'Isola di S. Erasmo nel 2005 non sono riconducibili alle attività dei cantieri alle bocche o ai loro effetti. Esse risultano meglio spiegabili con una combinazione di differenti pressioni antropiche, tra i quali la realizzazione di alcune opere che hanno indotto un incremento dell'utilizzo dell'area a scopi ricreativi nei mesi estivi. Non va infatti dimenticato che nelle velme del Bacàn, rispetto a quanto non avviene per le bocche di Malamocco e di Chioggia, si ha una significativa presenza antropica che, nei fine settimana dei mesi estivi, può arrivare ad una presenza giornaliera di 400-500 imbarcazioni e 800-1000 persone [Comune di Venezia, 2002].

Questa sostanziale stabilità delle praterie a fanerogame che si rileva soprattutto confrontando i dati su scala macroscopica del 2004 e 2005, non deve però far trascurare alcuni segnali di attenzione che si colgono su scala locale dagli indicatori utilizzati che, sebbene probabilmente rientrino nella naturale variabilità di queste macrofite, potrebbero essere una prima indicazione di un'evoluzione.

Le elevate lunghezze delle foglie e, ancor più, della parte basale del ciuffo (ligula) rilevate nell'ultima campagna di novembre 2005 potrebbe rientrare nei range di variazione tipica di quest'area di bocca oppure anche una risposta ad un disturbo provocato da una attività antropica che determina una riduzione della luce e aumento della torbidità, come segnalato anche in letteratura [Balestri et al., 2004; Ibarra-Obando et al., 2004; Balthuis, 1983; Neverauskas, 1988; Marbà e Duarte, 1994].

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Va specificato però che le lunghezze della ligula rilevate nelle tre bocche di porto per lo Studio B.6.78 sono state sempre superiori a quelle che si riscontrano nelle praterie interne alla Laguna, probabilmente per la maggiore esposizione agli eventi meteo-marini che inducono instabilità-mobilità dei sedimenti. L'elevata lunghezza della parte basale del ciuffo che vive immersa nel sedimento potrebbe essere, quindi, una risposta fisiologica della pianta ad un fenomeno di seppellimento causato da deposizione del particellato.

Si deve, inoltre, considerare che lo scostamento delle dimensioni delle foglie e della ligula dai range di riferimento potrebbe rientrare nella variabilità naturale di queste praterie e che il set di dati di riferimento non comprenda un intervallo temporale sufficientemente ampio. Un confronto con dati di praterie poste più internamente alla Laguna [MELa2, 2005; Rismondo *et al.*, 1997; Sfriso *et al.*, 2004] indica che i valori rilevati, se pur più ampi dei range di riferimento, sono comuni per questa macrofita.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

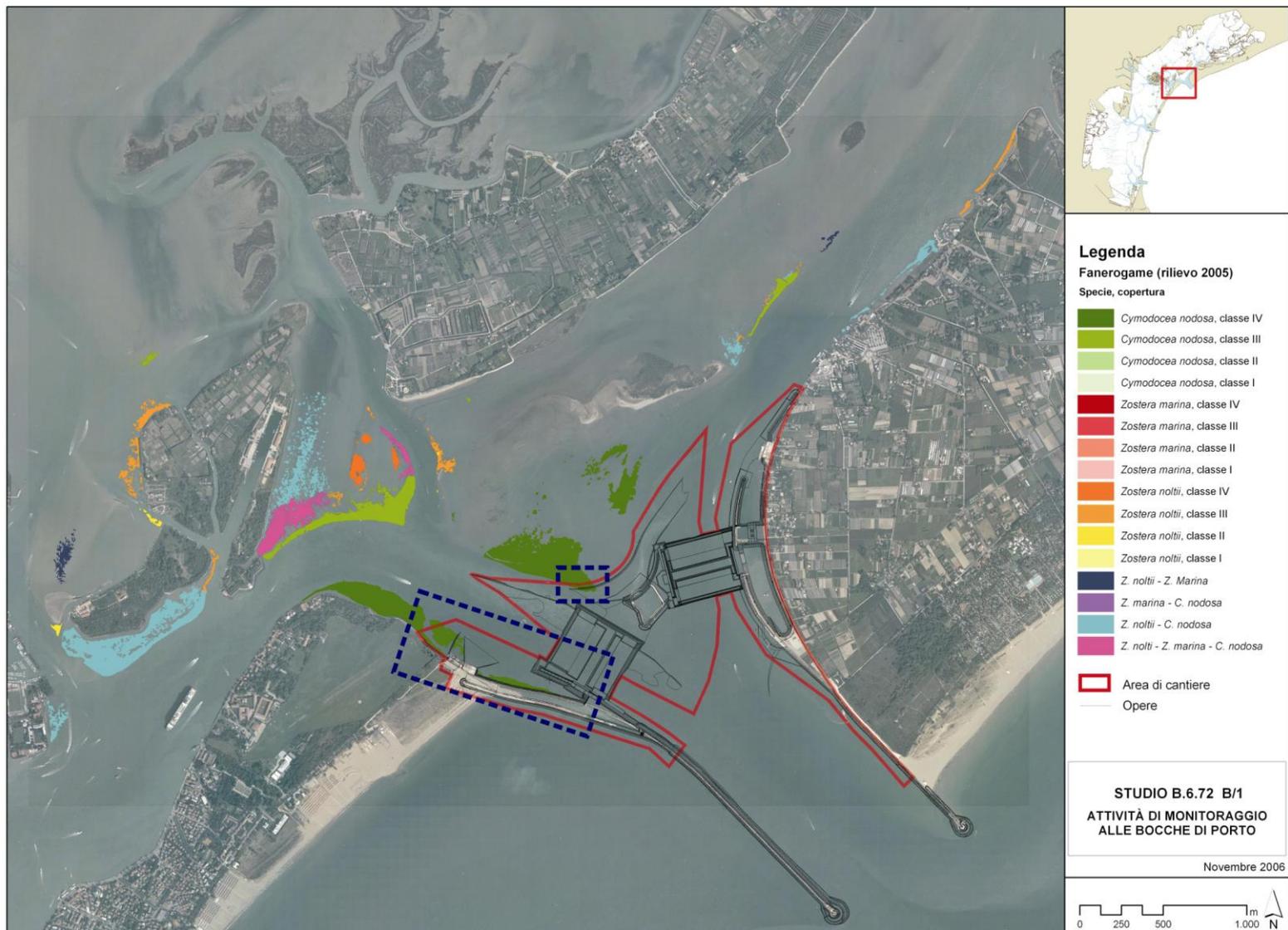


Figura 4.1 - Immagine della bocca di porto di Lido del settembre 2005 con raffigurati i limiti dell'area di cantiere. Nei due riquadri sono evidenziate le praterie a fanerogame marine che ricadono nell'area di cantiere

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

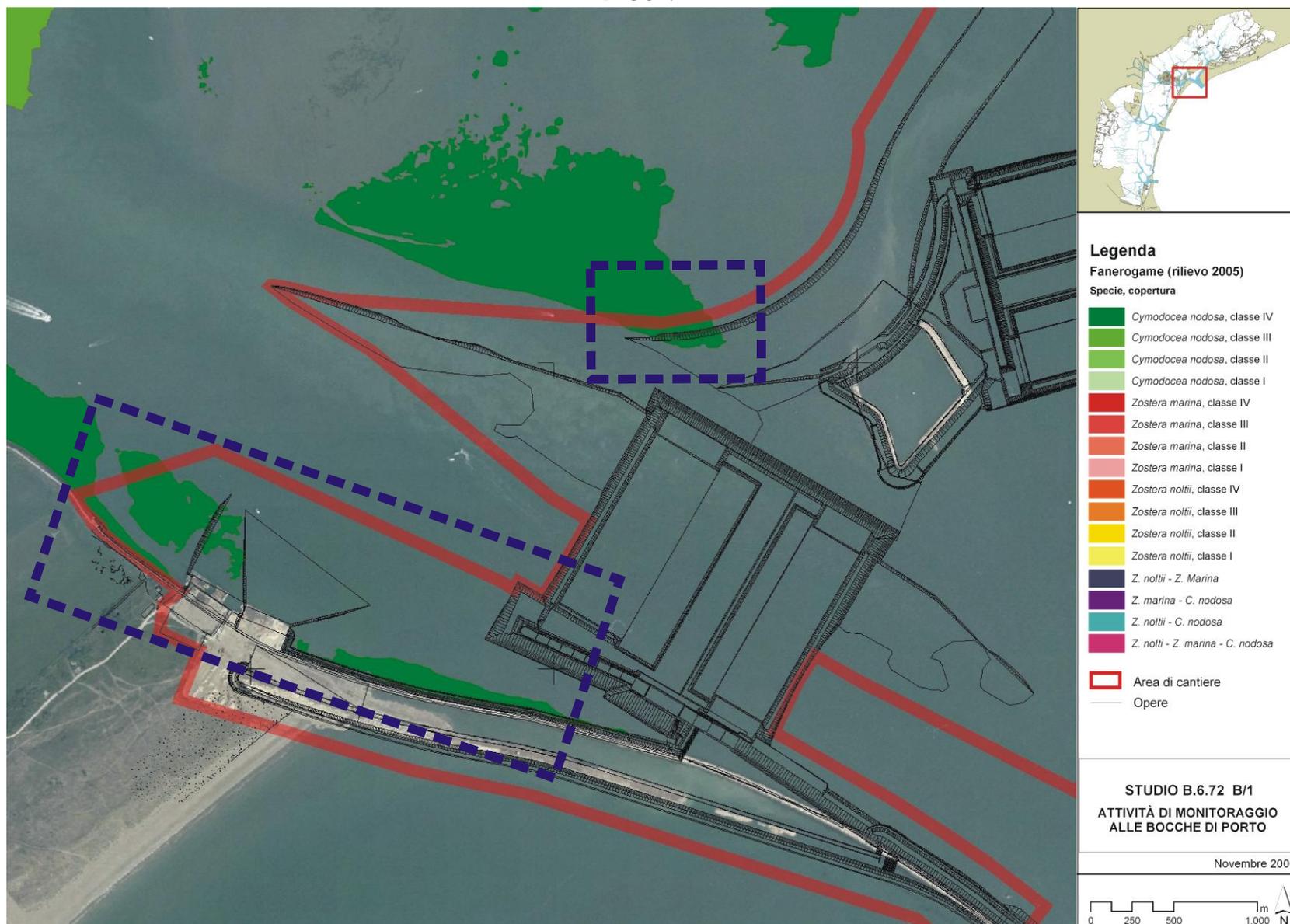


Figura 4.2 - Particolare delle due praterie che si trovano all'interno dell'area di cantiere

5 BIBLIOGRAFIA

- Balestri E., Benedetti-Cecchi L., Lardicci C. 2004. Variabilità in patterns of growth and morphology of *Posidonia oceanica* exposed to urban and industrial wastes: contrasts with two reference locations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 308: 1-21.
- Benacchio N. 1938. Osservazioni sistematiche e biologiche sulle Zosteraceae dell'Alto Adriatico. *Thalassia*, 3: 1-41.
- Bulthuis, D.A. 1983. Effects of in situ light reduction on density and growth of seagrass *Heterozostera tasmanica* (Martens ex Ascherson) den hartog in Western Port, Victoria, Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 67: 91-103.
- Cancemi G., Buia M.C., Mazzella L. 2002. Structure and growth dynamics of *Cymodocea nodosa* meadows. *Sci. Mar.*, 66 (4): 365-373.
- Caniglia G., Borella S., Curiel D., Nascimbeni P., Paloschi F., Rismondo A., Scarton F., Tagliapietra D., Zanella L. 1990. Cartografia della distribuzione delle fanerogame marine nella Laguna di Venezia. *Giorn. Bot. Ital.*, Vol. 124, (1): 212.
- Comune di Venezia, 2002. Aspetti ambientali dell'area del Bacan e dintorni. Esecutore SELC. Rapporto interno, 44 pp.
- Den Hartog C. 1970 - *The Seagrasses of the world*. North Holland Publishing Company, Amsterdam. London. pp. 1-277.
- Den Hartog C., Vergeen L.H.T., Rismondo A.F. 1996. Occurrence of *Labyrinthula zosterae* in *Zostera marina* from Venice Lagoon. *Bot. Mar.*: 39: 23-26.
- Gambi M.C. e Dappiano M. 2003. Manuale di metodologia di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biologia Marina Mediterranea* 10.
- Ibarra-Obando S.E., Kenneth L. H.Jr., Spitzer P.M. 2004. Effects of simultaneous changes in light, nutrients, and herbivory levels, on the structure and function of a subtropical turtlegrass meadows. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 301: 193-224.
- Magistrato alle Acque, 1991 - Nuovi interventi per la salvaguardia di Venezia. Composizione delle comunità biologiche. 1a Fase. Rilievi sui popolamenti delle barene ed aree circostanti e sulla vegetazione dei bassifondi. Studio A.3.16. Rapporto Finale. Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque. 1999 - Nuovi interventi per la salvaguardia di Venezia. Indagini propedeutiche a progetti di recupero e difesa ambientale. 2a fase. Progetto esecutivo Insula di S.Erasmo. Distribuzione delle fanerogame marine sui fondali antistanti l'Isola di S.Erasmo. Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque. 2002. Monitoraggio dell'Ecosistema Lagunare (MELa2) - 2° stralcio triennale. Linea A: "Rilievo delle fanerogame marine in Laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe". Rapporto sullo stato delle conoscenze. Consorzio Venezia Nuova. Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque. 2003. Studio B.6.78/I - Attività di monitoraggio alle bocche di porto - controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Mappatura di dettaglio delle fanerogame marine nell'area delle bocche di porto. Consorzio Venezia Nuova. Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque. 2004a. Monitoraggio dell'Ecosistema Lagunare (MELa2) - 2° stralcio triennale (MELa2). Linea G - Secondo rapporto di aggiornamento dati meteorologici al 2003. Consorzio Venezia Nuova. Esecutore Università di Venezia - Consorzio INCA.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

- Magistrato alle Acque. 2005a. Rilievo delle fanerogame marine in Laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe. Attività A - Resocontazione finale della distribuzione della vegetazione acquatica sommersa (fanerogame marine e macroalghe) in Laguna di Venezia (2002-2003-2004). Rapporto finale. I anno. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque. 2005b. Attività di monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia. Esecutivo del 2° stralcio triennale (MELa2). Rilievo delle fanerogame marine in Laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe. Rapporto finale delle attività di misura periodica delle caratteristiche fenologiche e dei parametri di crescita delle fanerogame marine. Rapporto finale. Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque. 2005c. Studio B.6.78/I - Attività di monitoraggio alle bocche di porto - controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Misure delle caratteristiche fenologiche e dei parametri di crescita delle fanerogame marine nell'area delle bocche di porto. Rapporto finale. Consorzio Venezia Nuova. Esecutore SELC.
- Marbà N., Duarte C.M. 1994. Growth response of the seagrass *Cymodocea nodosa* to experimental burial and erosion. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 107: 307-311.
- Mazzella L., Guidetti P., Lorenti M., Buia M. C., Zupo V., Scipione M. B., Rismondo A., Curiel D., 1998. Biomass partitioning in adriatic seagrass ecosystems (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 35: 562- 563.
- Moore K.A. 2004 - Influence of seagrasses on water quality in shallow regions of the lower chesapeake bay. *Journal Coastal Research* 45: 162-178.
- Neverauskas V.P. 1988. Response of *Posidonia* community to prolonged reduction in light. *Aquat. Bot.* 31: 361-366.
- Pérez M., Duarte C.M., Romero J., Sand-Jensen K., Alcoverro T. 1994. Growth plasticity in *Cymodocea nodosa* stands: the importance of nutrient supply. *Aquat. Bot.*, 47(3-4): 249-264.
- Reyes J., Sanson M., Alfonso-Carrillo J. 1995. Distribution and reproductive phenology of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Canary Islands. *Aquat. Bot.*, 50: 171-180.
- Rismondo A., Curiel D., Marzocchi M., Scattolin M. 1997. Seasonal pattern of *Cymodocea nodosa* biomass and production in the lagoon of Venice. *Aquat. Bot.*, 58: 55-64.
- Rismondo A., Curiel D., Scarton F., Mion D., Caniglia G. 2003. A New Seagrass Map for the Venice Lagoon. Sixth Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEADCOAST 7-11 October 2003, Ravenna, Italy, Vol. 2: 843-852.
- Scarton F., Curiel D., Rismondo A. 1995. Aspetti della dinamica temporale di praterie a fanerogame marine in Laguna di Venezia. *Lavor. Soc. Ven. St. Nat.*, Vol 20: 95-102.
- Sfriso A., Facca C., Ceoldo S. 2004 - Growth and production of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Venice lagoon. In: Campostrini P. (ed.). Scientific Research and Safeguarding of Venice. CoRiLa. Research Programme 2001-2003. 2002 Results. Venice 229-236 pp.
- Short, F.T., Mathieson A.C., Nelson J.I.. 1986. Recurrence of an eelgrass wasting disease on the border of New Hampshire and Maine. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 29:89-92.
- Simonetti G. 1973 - I consorzi a fanerogame nel Golfo di Trieste. *Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti.*, 131: 459-502.
- Tagliapietra D., Cornello M., Pessa G., Zitelli A. 1999. Variazioni nella distribuzione delle praterie a fanerogame marine presso la bocca di Porto del Lido (Laguna di Venezia). *Biol. Mar. Medit.*, Vol. 6 (1): 448-451.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Terrados J., Ros J.D. 1992. Growth and primary production of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in a Mediterranean coastal lagoon: the Mar Menor (SE Spain). *Aquat. Bot.*, 43: 63-74.

Tutin T.G. 1938. The autecology of *Zostera marina* in relation to its wasting disease.

Vatova A. 1949 - Caratteri di alcune facies bentoniche della Laguna veneta. *Nova Thalassia*, 1, (4): 3-14.

6 ALLEGATI CARTOGRAFICI

In allegato sono riportate le cartografie complete della mappatura delle fanerogame marine della bocca di porto di Lido per gli anni:

2003 Studio B.6.78/I

2004 Dati MELa2 e dati SELC

2005 Studio B.6.72 B/I

