



**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

Progetto **STUDIO B.6.72 B/4**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCHIE LAGUNARI**

Contratto prot.n. 17128 si/gce/fbe

Documento **MACROATTIVITÀ: PRATERIE A FANEROGAME
RAPPORTO FINALE**

Versione **1.0**

Emissione **1 Luglio 2009**

Redazione

Dott. Daniele Curiel
(SELC)

Verifica

Prof. Giovanni Caniglia

Verifica

Prof.ssa Patrizia Torricelli

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

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

Indice

| | |
|---|------------|
| 1 PREMESSA | 4 |
| 1.1 Introduzione..... | 4 |
| 1.2 Obiettivi..... | 5 |
| 2 ATTIVITÀ ESEGUITE | 11 |
| 2.1 Programma generale delle attività eseguite..... | 11 |
| 2.2 Pianificazione operativa delle attività..... | 11 |
| 2.3 Identificazione delle aree e delle stazioni di indagine..... | 12 |
| 2.4 Attività di campo..... | 16 |
| 2.4.1 <i>Conduzione delle misure nelle 18 stazioni di controllo</i> | 17 |
| 2.4.2 <i>Conduzione delle operazioni di mappatura</i> | 19 |
| 2.5 Attività di laboratorio..... | 21 |
| 2.6 Trattamento dei dati..... | 21 |
| 3 RISULTATI E VALUTAZIONI | 24 |
| 3.1 Misure nelle 18 stazioni di controllo..... | 24 |
| 3.1.1 <i>Presentazione dei dati</i> | 24 |
| 3.1.2 <i>Le stazioni della bocca di porto di Lido</i> | 25 |
| 3.1.3 <i>Le stazioni della bocca di porto di Malamocco</i> | 33 |
| 3.1.4 <i>Le stazioni della bocca di porto di Chioggia</i> | 41 |
| 3.1.5 <i>Analisi delle variazioni osservate nell'epifitismo delle fanerogame marine</i> | 49 |
| 3.2 La mappatura della fanerogame marine delle tre bocche di porto..... | 55 |
| 3.2.1 <i>Dinamismo dei popolamenti e fattori ambientali regolatori</i> | 55 |
| 3.2.2 <i>Le fanerogame marine come indicatori di qualità</i> | 56 |
| 3.2.3 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido (2003-2008)</i> | 57 |
| 3.2.4 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Malamocco (2003-2008)</i> | 62 |
| 3.2.5 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Chioggia (2003-2008)</i> | 66 |
| 3.2.6 <i>Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici</i> | 71 |
| 3.3 Rilievi di dettaglio in praterie particolarmente esposte agli interventi di cantiere..... | 87 |
| 3.3.1 <i>Quadro generale del rilievo di dettaglio e obiettivi</i> | 87 |
| 3.3.2 <i>La prateria a Cymodocea nodosa situata sul bassofondo del Bacan</i> | 91 |
| 3.3.3 <i>La prateria a Cymodocea nodosa adiacente alla diga sud Aeroporto Nicelli</i> | 96 |
| 4 CONSIDERAZIONI FINALI | 102 |
| 5 BIBLIOGRAFIA | 108 |
| ALLEGATO FOTOGRAFICO | 112 |

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

Al presente documento hanno contribuito per le attività di elaborazione dati e stesura testi:

Dott. Daniele Curiel

Dott. Andrea Rismondo

Dott.ssa Chiara Miotti

Dott. Andrea Pierini

Per le attività di raccolta dati di campo e le determinazioni sistematiche di laboratorio:

Dott.ssa Chiara Miotti

Dott. Emiliano Checchin

1 PREMESSA

1.1 Introduzione

Il presente rapporto riporta i risultati del quarto anno del Piano di Monitoraggio degli effetti prodotti dai cantieri per le opere da realizzare alle bocche lagunari nei confronti delle praterie a fanerogame marine presenti sui bassi fondali circostanti, elemento del biota che costituisce uno dei componenti degli ecosistemi di pregio, oggetto dello Studio B.6.72 B/4: "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - 4ª fase". Le attività di monitoraggio oggetto del presente studio sono la prosecuzione, per ulteriori 12 mesi (Maggio 2008 - Aprile 2009), delle attività di monitoraggio:

- dello Studio B.6.72 B/1 (Maggio 2005 - Aprile 2006) per la sola bocca di porto di Lido;
- dello studio B.6.72 B/2 (Maggio 2006 - Aprile 2007) per quanto riguarda la bocca di porto di Lido, e dello Studio B.6.72 B/2 Variante (Novembre 2006 - Aprile 2007) per quanto riguarda le bocche di porto di Malamocco e Chioggia;
- dello studio B.6.72 B/3 (Maggio 2007 - Aprile 2008) per quanto riguarda le tre bocche di porto.

Il programma di questo quarto stralcio annuale del monitoraggio ha previsto un ulteriore aggiornamento della mappatura della vegetazione radicata acquatica sommersa presso le tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia, da effettuarsi tra maggio e settembre 2008, e quattro campagne stagionali di rilevamento delle caratteristiche fenologiche e di crescita delle fanerogame marine, su una rete di 18 stazioni di misura equamente distribuite fra le tre bocche.

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 utilizzata come parametro per descrivere le variazioni ambientali dei corpi idrici. Nelle nazioni dove si presta maggior attenzione a queste tematiche, le fanerogame marine, 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 un'opportuna valutazione dei dati e delle pressioni naturali o antropiche che hanno agito, può essere interpretata come un segnale delle tendenze presenti nel corpo idrico.

Negli ambienti lagunari alle fanerogame marine è oramai riconosciuta una fondamentale funzione ecologica, poiché 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 ad avere un 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, legata sia 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].

Anche nella Direttiva Europea 2000/60 si assegna a queste macrofite la massima importanza come elementi indicatori di livello integrato e riassuntivo delle condizioni dell'intero corpo lagunare, 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 del monitoraggio MELa2 [Magistrato alle Acque, 2002; 2005a, 2005b], dello Studio B.6.78/I [Magistrato alle Acque, 2003; 2005c] e degli Studi B.6.72 B/1 [Magistrato alle Acque, 2006], B.6.72 B/2 [Magistrato alle Acque, 2007] e B.6.72 B/3 [Magistrato alle Acque, 2008] consentono di disporre di un'importante documentazione sulle caratteristiche dei popolamenti a fanerogame marine presenti nelle aree di bocca e in quelle lagunari circostanti. Le informazioni assunte nel corso dello Studio B.6.78/I costituiscono la base dati, corrispondente ad una "fase zero" o *ante operam*, da confrontare con i risultati del presente monitoraggio (B.6.72 B/4) e dei precedenti B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3.

I monitoraggi degli Studi B.6.72 (B/1, B/2, B/3 ed attualmente B/4) si sovrappongono, per quanto riguarda la localizzazione dei siti di misura e le metodologie impiegate, alle specifiche dello Studio di riferimento B.6.78/I. Ciò consente di ottimizzare la ricerca di possibili relazioni causa-effetto tra la componente biotica in esame e le attività di cantiere.

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, 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 utilizzare 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 nell'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 nelle aree delle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia e nelle aree lagunari immediatamente interessate dalle bocche;
- nell'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.

Le coperture della vegetazione acquatica sommersa, anche se radicata, presentano fenomeni di dinamismo spaziale che possono raggiungere valori notevoli anche nel tempo limitato di una stagione vegetativa, rendendo così difficile l'individuazione di un chiaro nesso causale trattato nel precedente paragrafo. Per limitare questi aspetti di dinamismo sono state selezionate quasi esclusivamente stazioni in cui la specie prevalente è *Cymodocea nodosa* in quanto, tra le tre fanerogame presenti in Laguna, è quella che, per il suo apparato ipogeo ben sviluppato, manifesta la maggiore stabilità nel tempo.

Tale dinamismo spaziale si è potuto mettere in evidenza rapportando le varie mappature di dettaglio realizzate [Scarton *et al.*, 1995; Tagliapietra *et al.*, 1999] con quella di riferimento effettuata

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

nel 1990 [Magistrato alle Acque, 1991]. Più recentemente, il monitoraggio delle fanerogame marine condotto nell'intervento MELa2 ha permesso di aggiornare la distribuzione di questa componente vegetale per l'intero bacino (mappatura vera e propria completa nel 2002, primo aggiornamento speditivo nel 2003, secondo aggiornamento speditivo nel 2004) e di evidenziare i fenomeni di dinamismo spaziale a breve e lungo termine, confrontando sia la situazione di due anni consecutivi, sia quella relativa ad un decennio circa di distanza.

Lo Studio B.6.78/I ha incluso un mappaggio di precisione delle fanerogame marine *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* e *Nanozostera noltii*¹ presenti nello specifico ambito delle bocche di porto, estendendolo però 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 principale dell'indagine l'acquisizione dei dati caratteristici di una gamma di variazioni dell'assetto di questa comunità, dovute alle oscillazioni naturali di queste macrofite nell'arco delle stagioni.

Tale gamma di valori distributivi, da comporre in un quadro conoscitivo finale, unitamente alle altre informazioni in corso di raccolta circa le caratteristiche fenologiche e produttive delle praterie, va confrontata, secondo il programma del presente monitoraggio e degli Studi B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3, con le situazioni corrispondenti alle diverse fasi di realizzazione delle opere mobili.

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, come si nota dalle figure 1.1, 1.2, 1.3 sono state distinte:

- 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 nella presente fase di indagine, sono da considerarsi una perdita permanente ("opere") quantificabile, a oggi, in 9,3 ettari;
- 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 fondali 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 o 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

¹ Per *Nanozostera noltii* si farà qui uso della nomenclatura aggiornata rispetto a quella utilizzata (*Zostera noltii*) nei rapporti MELa, nello Studio B.6.78/I e nello Studio B.6.72 B/1.

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

compensazione finalizzate al mantenimento “soddisfacente” della coerenza della rete ecologica degli habitat naturali da proteggere e conservare ai sensi della Direttiva Habitat.

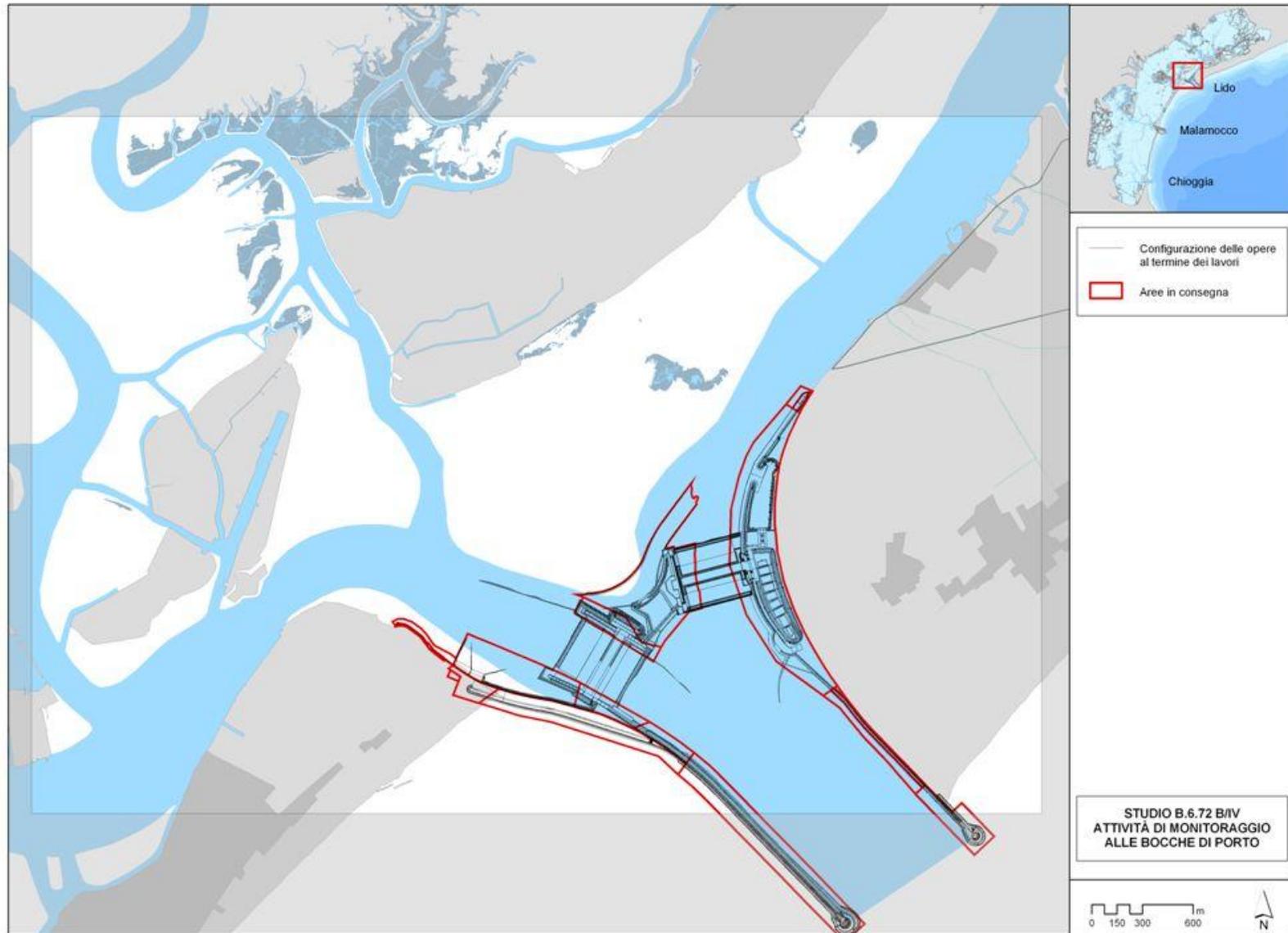


Figura 1.1 – Bocca di porto di Lido con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

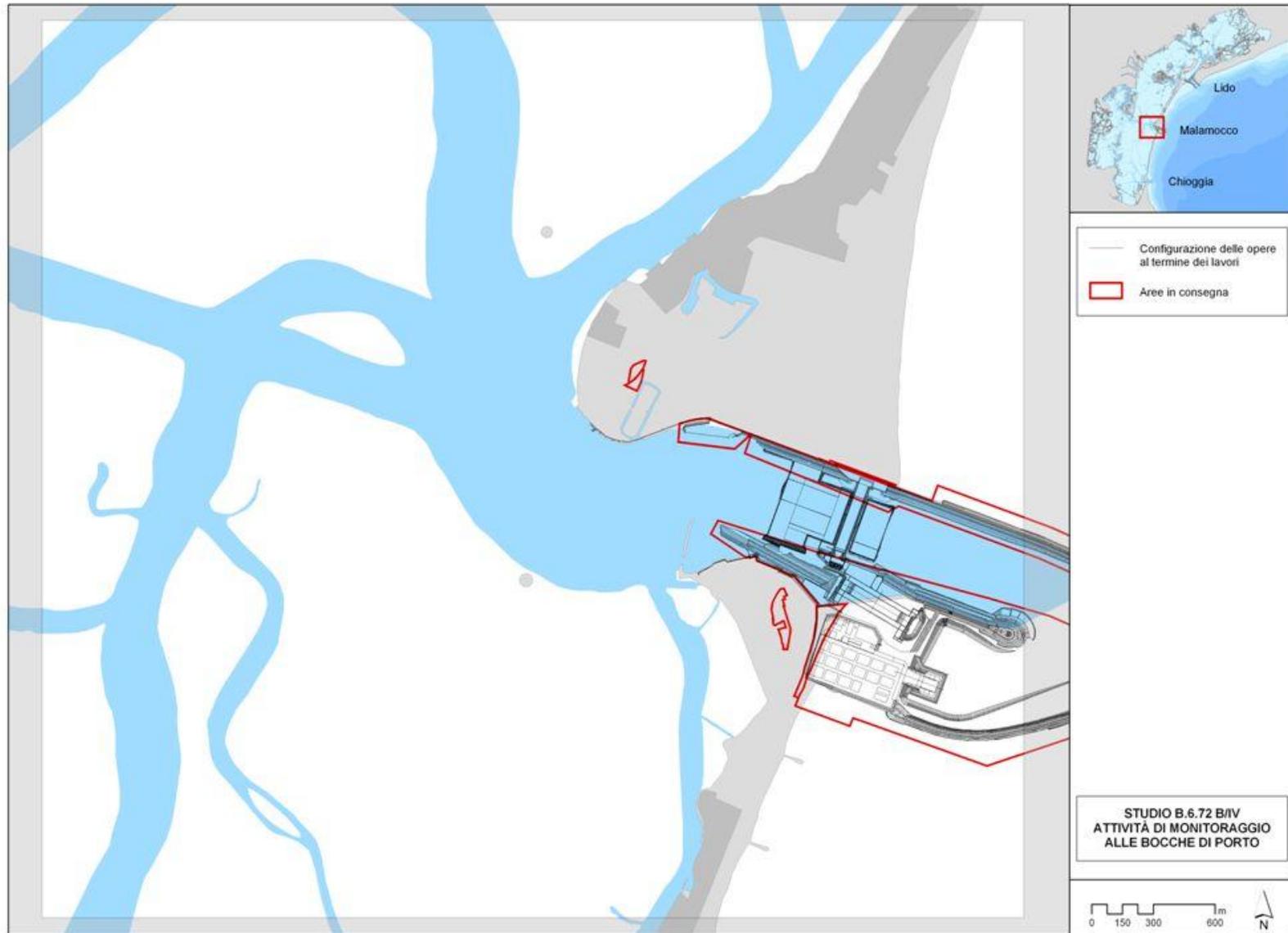


Figura 1.2 – Bocca di porto di Malamocco con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

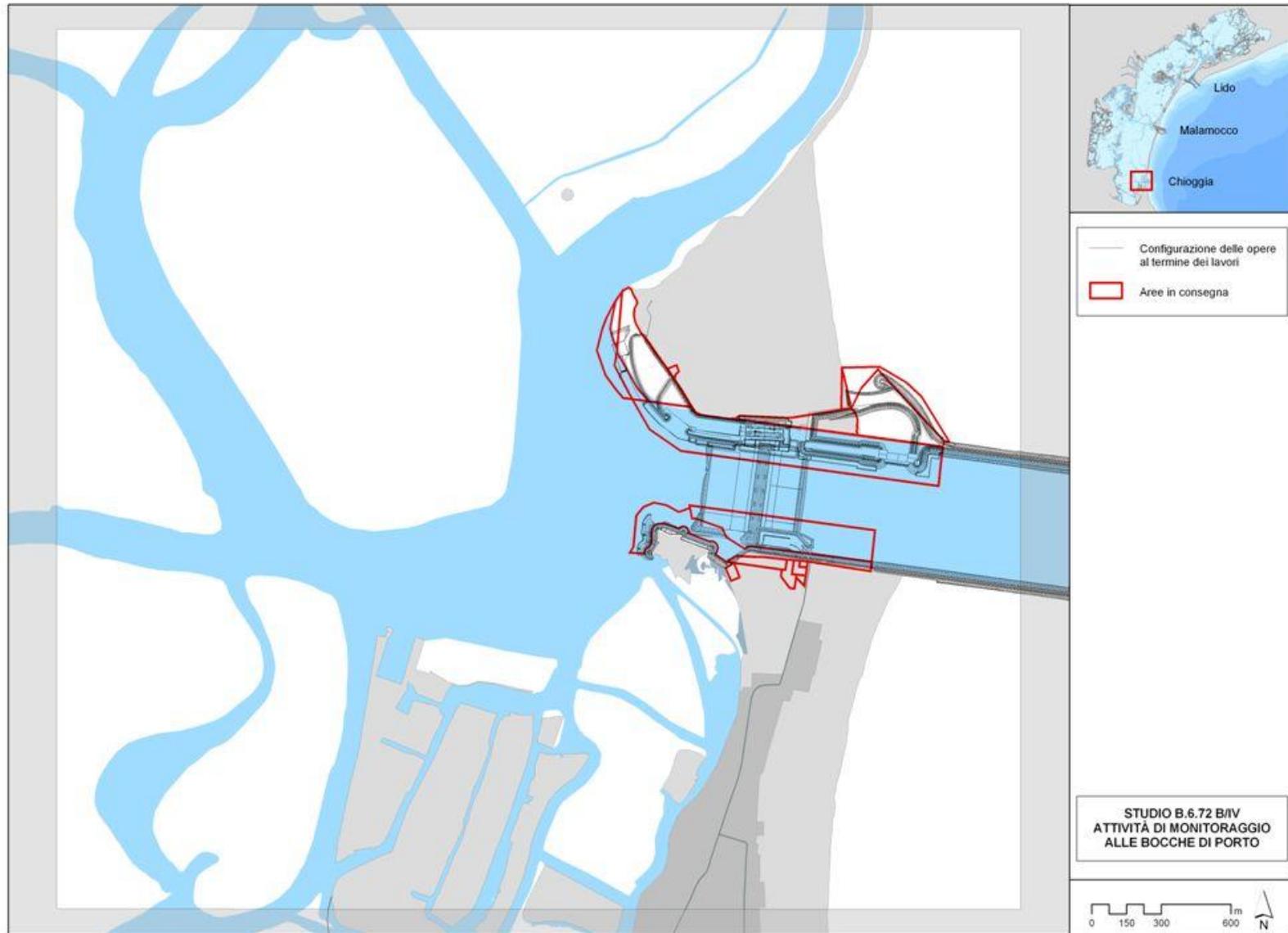


Figura 1.3 - Bocca di porto di Chioggia con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

2 ATTIVITÀ ESEGUITE

2.1 Programma generale delle attività eseguite

Il programma dello Studio B.6.72 B/4 ha previsto l'esecuzione di attività di campo, di laboratorio e di elaborazione dati, articolate lungo un periodo di 12 mesi (Maggio 2008 – Aprile 2009). In questo arco temporale sono state eseguite 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. Per quanto riguarda le stazioni di controllo puntuali, l'area relativa alla mappatura delle bocche e più in generale alla metodologia da applicare, si è fatto riferimento agli Studi B.6.78/I, B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3.

Per quanto riguarda la redazione di un rapporto di fase "zero" inerente lo stato delle conoscenze delle praterie delle fanerogame marine della laguna di Venezia si farà riferimento a quanto già redatto per lo Studio B.6.72 B/1. In tale studio, infatti, è stato emesso uno specifico rapporto (Rapporto di Variabilità *ante operam*) prendendo come riferimento i lavori prodotti in questi ultimi decenni per la laguna di Venezia dal Magistrato alle Acque, Enti, Università e ricercatori. In particolare, sono stati accuratamente esaminati i risultati dello studio B.6.78/I "Attività di monitoraggio alle bocche di porto - controllo delle comunità biologiche lagunari e marine", dato che questo studio ha permesso di aggiornare con elevata definizione le informazioni circa la distribuzione e le condizioni delle fanerogame marine nelle aree di bocca di porto.

Le attività di campo hanno compreso l'esecuzione di 4 campagne stagionali su una rete di 18 stazioni ubicate su praterie a fanerogame delle bocche di porto di Lido (6 stazioni), Malamocco (6 stazioni) e Chioggia (6 stazioni). Una seconda attività di campo ha riguardato in modo specifico la mappatura di precisione delle praterie delle tre bocche di porto. 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'équipe 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 immediatamente 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 delle tre bocche di porto relativa allo Studio B.6.78/I;
- la mappa della distribuzione delle fanerogame nell'area di bocca di porto di Lido relativa allo Studio B.6.72 B/1;
- la mappa della distribuzione delle fanerogame nelle aree di bocca di porto di Lido, Malamocco e Chioggia relative allo Studio B.6.72 B/2;
- la varia documentazione aerofotografica realizzata in questi anni per i rilievi delle macrofite

sino alle più aggiornate immagini satellitari (Ikonos 2001, Quickbird 2003 e voli aerei 2005, 2006 e 2007).

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 Variabilità *ante operam* (Studio B.6.72/1), 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).

Per valutazioni e confronti nel tempo è apparso quindi corretto prendere come riferimento le medesime stazioni di questo studio dopo una opportuna verifica in campo della loro validità ai fini di un monitoraggio pluriennale. Le 18 stazioni dello Studio B.6.78/I relative alle tre bocche sono state quindi considerate un "bianco" di riferimento, essendo noti gli intervalli di fluttuazione dei diversi descrittori nell'arco dell'anno. Eventuali scostamenti sono stati valutati attentamente e in un quadro globale che considera tutti i descrittori e tiene conto dell'elevata variabilità che possono assumere anche in un breve periodo.

Le informazioni esistenti saranno quindi analizzate allo scopo di descrivere lo stato di ogni singola prateria considerando:

- la distribuzione delle fanerogame marine e i diversi gradi di ricoprimento individuati per tutta l'area interessata durante i rilievi MELa2 prima, B.6.78/I, B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3 più recentemente;
- le caratteristiche dei popolamenti come rappresentate dai rilievi puntuali condotti sulla rete di stazioni individuate nel B.6.78/I e più recentemente nel B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3.

2.3 Identificazione delle aree e delle stazioni di indagine

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 la mappatura, le aree oggetto di indagini per Lido, Malamocco e Chioggia consistono per la maggior parte nei tratti di basso fondale posti in prossimità ed all'interno delle tre bocche di porto. Dal momento che le porzioni di fondale lagunare interessato ed influenzato direttamente dalla presenza della bocca di porto e quindi dai possibili impatti dei cantieri qui localizzati risultano certamente di difficile definizione, si è deciso di allargare l'area di indagine a territori francamente lagunari, così come è stato fatto per lo Studio B.6.78/I e, per la sola bocca di porto di Lido, anche nello Studio B.6.72 B/1. Per questo motivo sono inclusi i principali canali che penetrano in Laguna dalle bocche e i relativi bassi fondali e velme, tra i quali quelli sede di praterie a fanerogame marine. Nelle figure 2.1, 2.2 e 2.3 sono riportate la disposizione delle stazioni e le superfici lagunari oggetto della mappatura nelle tre bocche di porto.

Per le bocche di porto di Lido e di Malamocco le stazioni di misura dei parametri fenologici e di crescita coincidono tutte con quelle dello Studio B.6.78/I, mentre per la bocca di porto di Chioggia, le stazioni di misura coincidono solo per 5 di esse. La stazione di misura C2 relativa allo Studio B.6.78/I, a causa dell'espandersi delle attività della pesca regolamentata nelle concessioni, non risulta più idonea agli obiettivi del presente monitoraggio. Per tale motivo la stazione di monitoraggio è stata riposizionata in un sito relativamente vicino al precedente della bocca di Chioggia, più adeguato agli obiettivi dello Studio.

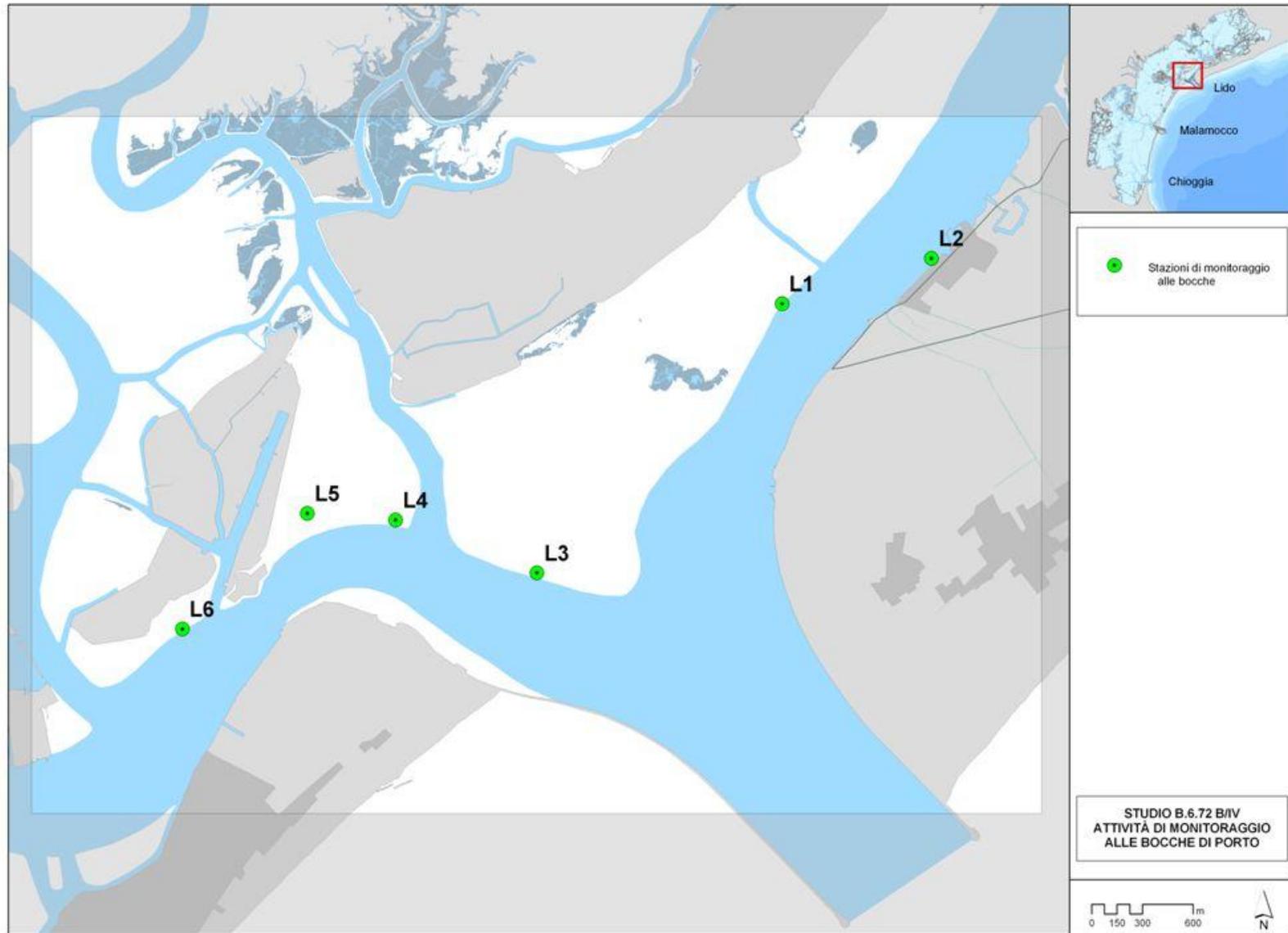


Figura 2.1 - Stazioni di controllo e superficie della bocca di Lido interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

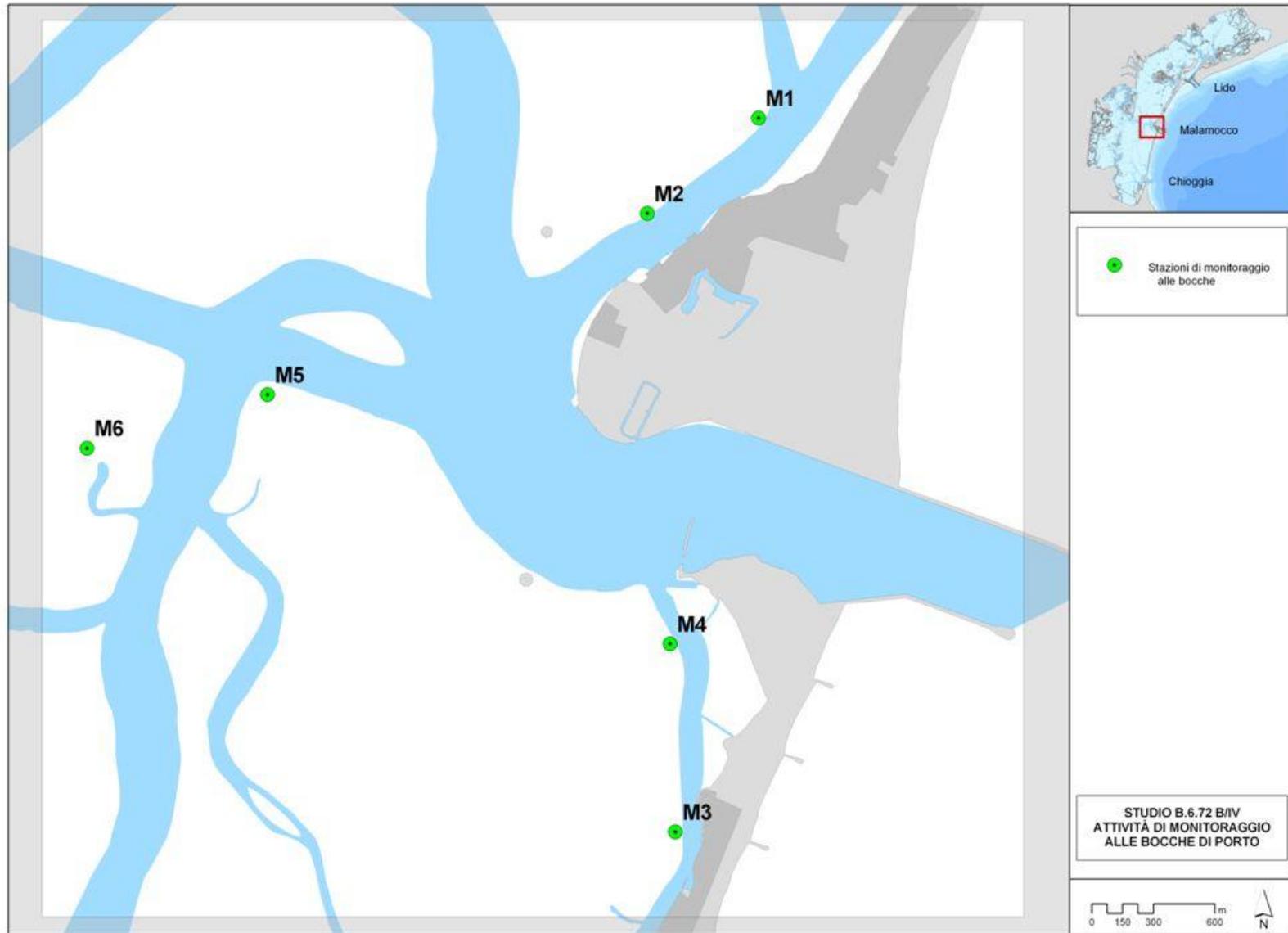


Figura 2.2 – Stazioni di controllo e superficie della bocca di Malamocco interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

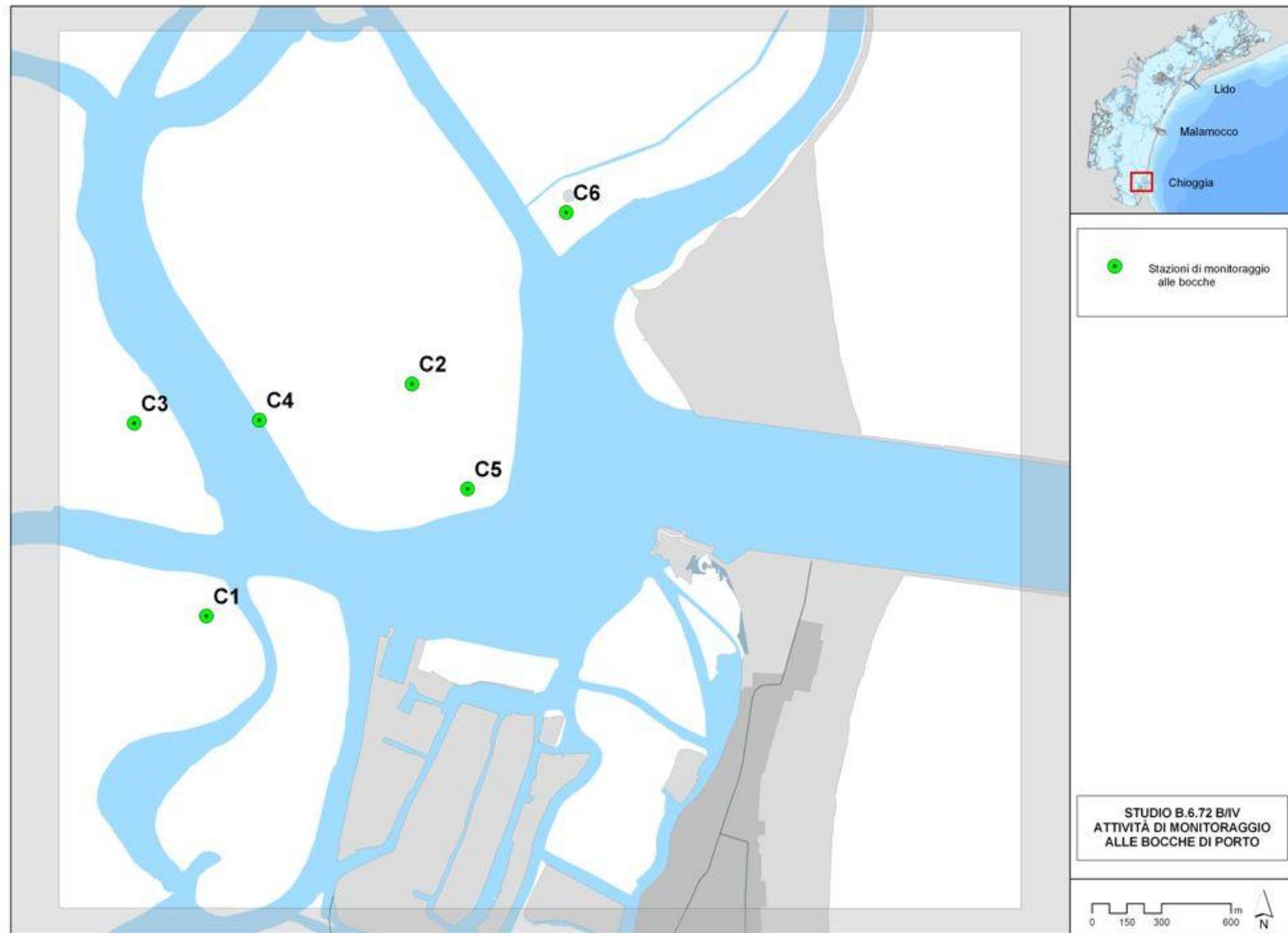


Figura 2.3 - Stazioni di controllo e superficie della bocca di Chioggia interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

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;
- 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.

Il calendario delle quattro campagne stagionali si è svolto con le seguenti scadenze:

Bocca di porto di Lido

| | | |
|--------------|---|------------------------|
| I campagna | - | 19 e 22 maggio 2008; |
| II campagna | - | 4 agosto 2008; |
| III campagna | - | 17 e 21 novembre 2008; |
| IV campagna | - | 16 e 17 febbraio 2009. |

Bocca di porto di Malamocco

| | | |
|--------------|---|----------------------------|
| I campagna | - | 22 e 23 maggio 2008; |
| II campagna | - | 30 luglio 2008; |
| III campagna | - | 12, 17 e 21 novembre 2008; |
| IV campagna | - | 13 e 16 febbraio 2009. |

Bocca di porto di Chioggia

| | | |
|--------------|---|----------------------------|
| I campagna | - | 26 e 27 maggio 2008; |
| II campagna | - | 31 luglio e 2 agosto 2008; |
| III campagna | - | 11 e 12 novembre 2008; |
| IV campagna | - | 12 e 13 febbraio 2009. |

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 degli studi B.6.78/I, B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3. Le campagne hanno avuto quindi l'obiettivo di misurare una serie di parametri che evidenziassero 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 (numero ciuffi/m²);
- dimensioni dei ciuffi;
- presenza e quantificazione dei ciuffi germinativi o degli eventi gamici;
- quantificazione dei fenomeni di necrosi fogliare;

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

- quantificazione degli epifiti 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 (es. stazioni di 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.

2.4.1 Conduzione delle misure nelle 18 stazioni di controllo

Le attività di campo sono state condotte da operatori dotati di imbarcazione e muniti dell'attrezzatura necessaria per le operazioni. Due operatori subacquei hanno operato in immersione, parziale o completa, a seconda della profondità. Le fanerogame marine sono state campionate prelevando nove sottocampioni (repliche), otto posizionati lungo una circonferenza (con raggio di una decina di metri) e uno, centrale, corrispondente alle coordinate della stazione (tabella 2.1). A titolo esemplificativo, in figura 2.4 è riportato un referto di campo, già utilizzato per gli Studi B.6.78/I, B.6.72 B/1, B/2 e B/3, che ha permesso l'inserimento e la registrazione di tutte le informazioni raccolte in sito.

Mediante l'utilizzo di un carotatore manuale (di superficie nota) è stata determinata in situ la densità dei "ciuffi" vegetativi e fertili. I ciuffi fogliari per lo studio delle epifite e per la misura delle dimensioni sono stati invece raccolti manualmente in numero di 5 per ogni replica e conservati separatamente in acqua di mare con formaldeide al 4%, sino all'esame di laboratorio.

Sempre in campo, oltre alla raccolta dei campioni biologici, sono stati rilevati e descritti la tipologia, l'estensione e il grado di copertura della prateria e sono state annotate osservazioni particolari rilevabili nel sito (stato di anossia del sedimento, presenza di rizomi morti o di colore scuro, presenza di fango sulle lamine, ecc.).

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

Tabella 2.1 - Coordinate GAUSS-BOAGA delle stazioni di monitoraggio delle tre bocche di porto.

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

| Bocca di porto di Malamocco | | |
|------------------------------------|---------|----------|
| Stazione | Est (m) | Nord (m) |
| M1 | 2310067 | 5025706 |
| M2 | 2309527 | 5025250 |
| M3 | 2309662 | 5022257 |
| M4 | 2309636 | 5023165 |
| M5 | 2307675 | 5024369 |
| M6 | 2306795 | 5024111 |

| Bocca di porto di Chioggia | | |
|-----------------------------------|---------|----------|
| Stazione | Est (m) | Nord (m) |
| C1 | 2305286 | 5011807 |
| C2 | 2306172 | 5012798 |
| C3 | 2304976 | 5012630 |
| C4 | 2305515 | 5012644 |
| C5 | 2306411 | 5012350 |
| C6 | 2306837 | 5013530 |

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

Scheda di campo

Data _____

Sigla stazione _____

Coordinate (Gauss Boaga) X = _____ Y = _____

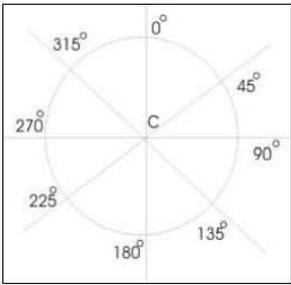
Copertura _____

Profondità misurata (m) _____ Trasparenza (m) _____

Tipologia di pianta: *Cymodocea nodosa* *Zostera marina* *Nanozostera noltii*

Necrosi: presenza assenza

| Numero di ciuffi | Ciuffi fertili/semi | Altre piante |
|------------------|---------------------|--------------|
| 0° | | |
| 45° | | |
| 90° | | |
| 135° | | |
| 180° | | |
| 225° | | |
| 270° | | |
| 315° | | |
| C | | |



Note

Dati Meteo

Vento _____ Direzione _____

Condizioni del cielo

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| Sereno | Velato | Nuvoloso | Coperto |

Marea

| | | |
|---------|-----------|---------------|
| Calante | Crescente | Morto d'acqua |
|---------|-----------|---------------|

Firma operatore _____

Figura 2.4 - Referto di campo per l'inserimento dei dati.

2.4.2 Condizione delle operazioni di mappatura

Il rilievo della distribuzione delle fanerogame marine nelle tre bocche di porto è stato eseguito nel periodo da giugno a settembre 2009. Tale ampiezza temporale ha consentito di rilevare buona parte delle stagioni primaverile ed estiva, in modo da poter apprezzare le reali coperture delle tre specie essendo nota la loro differente fenologia. In questo modo è stato possibile caratterizzare lo sviluppo di *Cymodocea nodosa*, ben identificabile da maggio ad ottobre, e quelli di *Zostera marina* e di *Nanozostera noltii*, dalla primavera e fino a tarda estate.

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

Le imbarcazioni, oltre alle normali attrezzature di bordo, sono dotate di:

- 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 e telecamera per ispezioni del fondale.

A seconda delle caratteristiche della vegetazione, i rilievi sono stati eseguiti procedendo lungo i limiti coincidenti con i contorni delle coperture a fanerogame, oppure 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 stimare 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 Studi B.6.78/I, B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3, il cui schema è rappresentato di seguito in figura 2.5. 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.

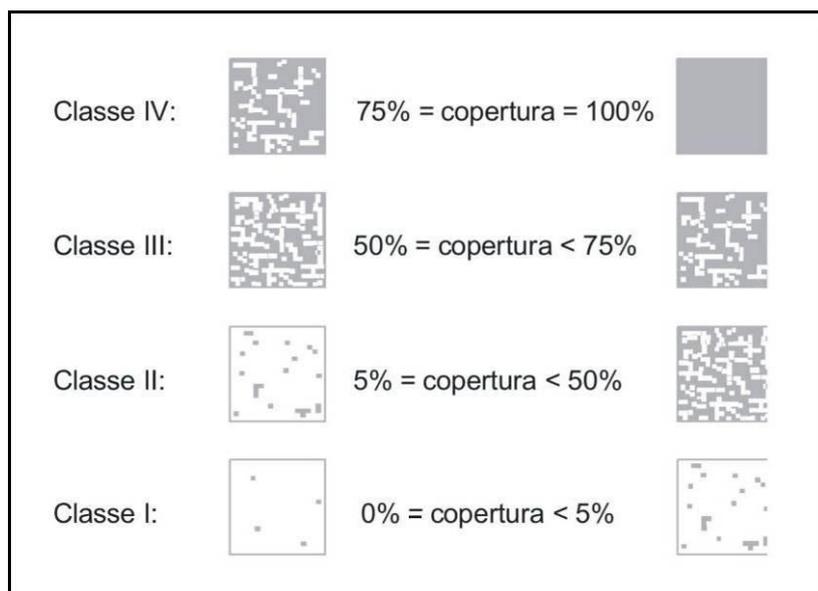


Figura 2.5 - Prontuario di stima delle percentuali di copertura

2.5 Attività di laboratorio

Ai rilievi eseguiti in campo sono seguite le analisi di laboratorio, che hanno permesso di valutare lo stato vitale delle foglie e di determinare gli epifiti algali ed animali presenti sulle lamine, con conseguente calcolo dei relativi valori di ricoprimento e di biomassa.

Durante le rilevazioni di queste misure si è tenuto conto dell'eventuale presenza di fenomeni di "wasting disease" (annerimenti, marciumi, necrosi) sulla lamina fogliare, determinandone l'ampiezza per poi rapportarla alla superficie fogliare. I ciuffi fogliari raccolti per ogni replica sono stati utilizzati per la misura delle dimensioni della lamina, il calcolo della parte viva (verde), della parte morta delle foglie e della Superficie Fotosintetica Attiva (LAI - *Leaf Area Index*).

Per ognuna delle nove repliche di ciascuna stazione, si è proceduto alla scelta di uno dei 5 ciuffi fogliari raccolti in campo; la lamina fogliare più vecchia di quest'ultimo è stata esaminata al microscopio, su entrambe le facce, per la determinazione tassonomica degli organismi epifiti.

Le determinazioni tassonomiche hanno riguardato le macroalghe [Rhodophyta, Ochrophyta (ex Phaeophyta) e Chlorophyta, cioè le alghe rosse, brune e verdi] e lo zoobenthos nei suoi principali gruppi sistematici [Poriferi, Idrozoi, Molluschi, Policheti, Crostacei (anfipodi), Briozoi, e Tunicati]. Sono state prese in esame, a livello di genere, anche le diatomee bentoniche (Bacillariophyta) in quanto queste microalghe, in alcuni periodi dell'anno, possono costituire una parte anche considerevole dell'epifitismo totale.

Al termine delle analisi di laboratorio è stata redatta una scheda dove sono stati riportati l'elenco dei taxa rinvenuti, il relativo valore di ricoprimento e la biomassa totale (non differenziata per taxa) ed espressa in grammi di peso secco; questi ultimi due parametri sono stati successivamente riferiti ad un metro quadro di superficie fogliare.

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

2.6 Trattamento dei dati

In analogia a quanto stabilito per la mappatura di cui all'intervento MELa2, agli Studi B.6.78/I, B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3, 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, si è ottenuta una cartografia quasi definitiva; un'ulteriore stadio di controllo è stato condotto mediante successive verifiche 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 ad un'ultima fase di omogeneizzazione dell'intero corpo di dati, creando così un'unica cartografia in ambiente GIS (fig. 2.6).

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

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, B.6.78/I, B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3, i quali sono derivati a loro volta dal prodotto cartografico relativo al 1990, e cioè:

giallo - *Nanozostera noltii*

rosso - *Zostera marina*

verde - *Cymodocea nodosa*

Differenti 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 BOCHE LAGUNARI

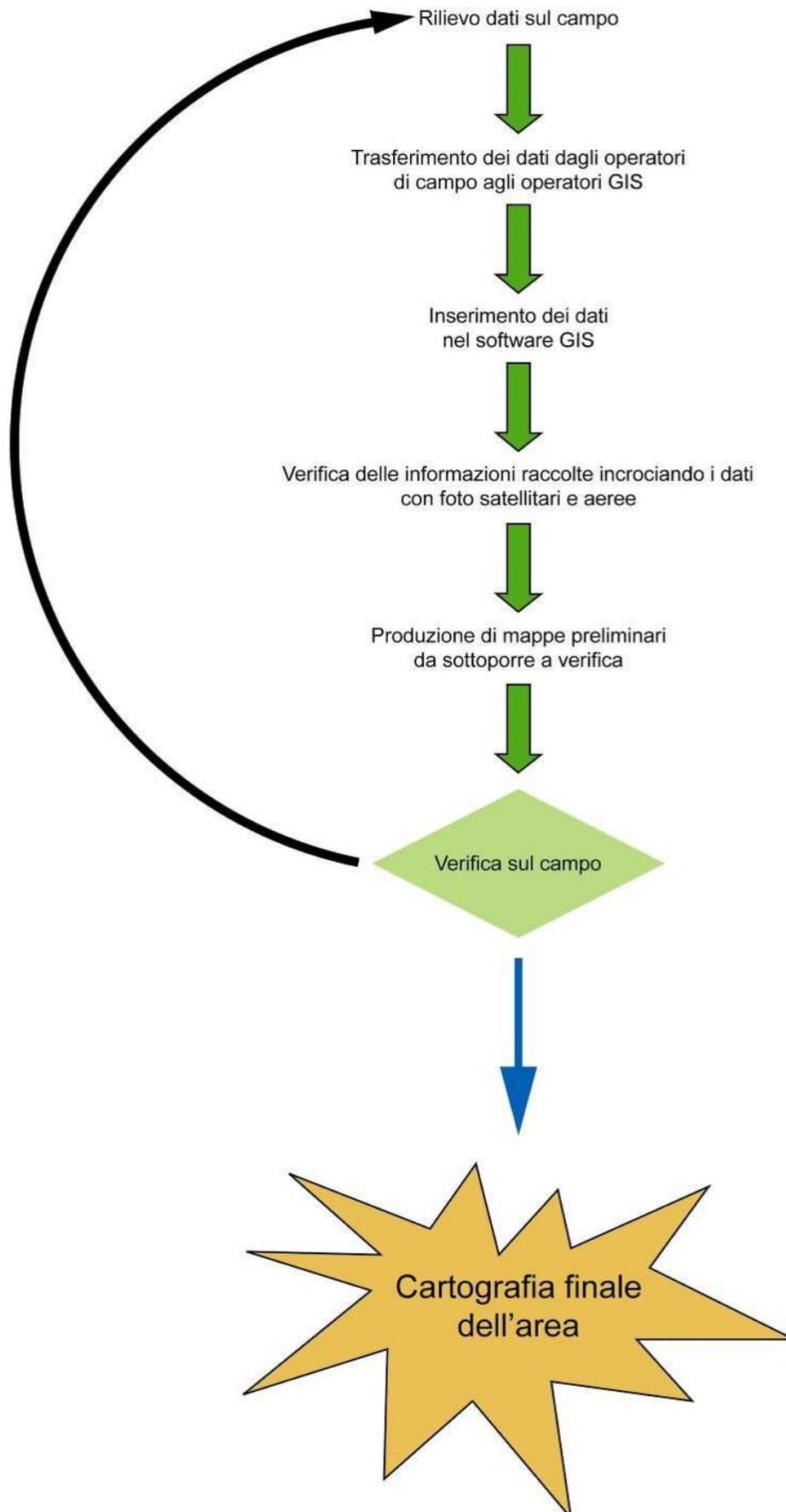


Figura 2.6 - Sequenza delle fasi per giungere alla realizzazione della mappatura delle fanerogame.

3 RISULTATI E VALUTAZIONI

3.1 Misure nelle 18 stazioni di controllo

3.1.1 *Presentazione dei dati*

Nei seguenti paragrafi 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 maggio 2008 e febbraio 2009 nelle 18 stazioni presso le bocche di porto di Lido (6 stazioni), Malamocco (6 stazioni) e Chioggia (6 stazioni), confrontandoli con quelli dello Studio B.6.78/I di riferimento e dei precedenti anni di monitoraggio (Studi B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3).

In apposite tabelle sono indicati i valori medi delle misure di campo e di laboratorio relativi ad ognuna delle campagne per le tre bocche di porto (tabella 3.1 per il Lido; tabella 3.7 per Malamocco; tabella 3.12 per Chioggia). Sono riportati gli indicatori principali e altri che potremmo definire "indiretti" (es. lunghezza della ligula, LAI e numero 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 (numero di ciuffi/m²);
- lunghezza dei ciuffi;
- lunghezza della ligula;
- indice di area fogliare o L.A.I. (*Leaf Area Index* = superficie fotosintetica attiva presente su un metro quadro di fondale);
- numero di foglie per ciuffo;
- percentuale 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 alla lamina più vecchia e quindi più epifitata;
- percentuale di ricoprimento delle epifite sulla lamina più vecchia;
- biomassa delle epifite per l'intero ciuffo.

Per gran parte degli indicatori i valori riportati nelle tabelle sono il risultato della media condotta su 9 repliche eseguite in ognuna delle singole stazioni, secondo lo schema di raccolta dei campioni riportato nel referto di campo di figura 2.4.

Nelle tabelle 3.6, 3.11 e 3.16 sono riporti i range minimi e massimi delle misure sopra citate, relativi allo studio di riferimento B.6.78/I per quanto riguarda rispettivamente la bocca di porto di Lido, Malamocco e Chioggia; quando i valori medi delle misure di campo e di laboratorio relativi ad ognuna delle campagne per le tre bocche di porto (tabella 3.1 per il Lido, tabella 3.7 per Malamocco e tabella 3.12 per Chioggia) sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78/I), lo scostamento è segnalato con il colore verde (quando il valore rilevato è superiore al range) e con il colore rosso (quando il valore rilevato risulta inferiore). Nelle tabelle 3.2-3.5 per Lido, 3.8-3.10 per Malamocco e 3.13-3.15 per Chioggia, invece, sono riportati i range minimi e massimi delle misure

sopra citate, relativamente allo Studio B.6.72 B/1 (solo per la bocca di porto Lido) e agli studi B.6.72 B/2, B.6.72 B/3 e B.6.72 B/4 per tutte le tre bocche di porto; quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento B.6.78/I, lo scostamento è segnalato con il colore verde (quando il valore rilevato è superiore al range) e con il colore rosso (quando il valore rilevato risulta inferiore).

Nelle figure 3.1, 3.5 e 3.9 questi indicatori di riferimento dello Studio B.6.72 B/4 sono rappresentati anche graficamente al fine di visualizzare le differenze e i trend stagionali per ognuna delle 6 stazioni in ciascuna delle tre bocche.

3.1.2 Le stazioni della bocca di porto di Lido

Le sei praterie della bocca di porto di Lido hanno come specie esclusiva o principale *Cymodocea nodosa*, che, nell'arco delle quattro campagne di monitoraggio dello Studio B.6.72 B/4, ha sempre fatto registrare valori di **copertura** stabili e nell'intorno del 100%; questi ultimi rientrano nei range osservati durante il monitoraggio B.6.78/I (anno 2003) o, nel caso dei siti di campionamento L1, L5 e L6, sono superiori ad essi, come già osservato nei primi tre anni di monitoraggio (tabelle 3.1-3.6). Per quanto riguarda le altre due fanerogame presenti, sono stati rinvenuti solamente pochi ciuffi di *Zostera marina* durante i campionamenti invernali presso la stazione L5 (tabella 3.1 e 3.5).

Il parametro **densità dei ciuffi fogliari** per *Cymodocea nodosa*, durante le quattro campagne del presente monitoraggio, non è mai risultato inferiore agli intervalli di riferimento del 2003 (Studio B.6.78); in alcune stagioni, anzi, soprattutto per la stazione L4, la densità è risultata superiore a quella rilevata nell'indagine guida (tabella 3.1). È importante ricordare poi, come anche la stazione L3, la più esposta a possibili impatti per la vicinanza alle opere, non abbia mai presentato densità inferiori rispetto ai range dello studio del 2003 (tabelle 3.1, 3.5 e 3.6).

I dati inerenti la **lunghezza dei ciuffi fogliari**, evidenziano come questo parametro abbia raggiunto i valori massimi durante la stagione estiva (seconda campagna) quando *Cymodocea nodosa* è al culmine dello sviluppo vegetativo (tabella 3.1). I valori della lunghezza fogliare sono talvolta risultati superiori ai range attesi del 2003 e in un solo caso inferiori ad essi (stazione L5, stagione invernale), ma tale evento si era già verificato nelle corrispondenti stagioni del 2006 e del 2007, per poi rientrare nei range attesi durante le successive campagne stagionali di monitoraggio (tabelle 3.1-3.6).

La **lunghezza della ligula**, che costituisce la parte basale del ciuffo, presenta valori che rientrano o sono superiori ai range di riferimento dello studio B.6.78/I, ad eccezione della stazione L4 nella stagione primaverile quando, invece, sono risultati inferiori. Nel corso delle campagne successive si è assistito, però, ad un rientro dei valori all'interno degli intervalli guida e nel caso della stagione estiva anche ad un loro superamento (tabelle 3.1, 3.5 e 3.6).

Le maggiori dimensioni complessive delle foglie e della ligula rispetto al 2003, già segnalate nei Rapporti Finali relativi ai precedenti monitoraggi (Studi B.6.72 B/1, B/2 e B/3), non permettono di trarre valutazioni definitive sull'andamento di questi due indicatori poiché:

- il set di dati di riferimento è riferito ad un intervallo temporale molto ridotto (un solo anno, 2003);
- l'intervallo temporale compreso tra il 2002 e il 2003 è stato caratterizzato da condizioni meteo-climatiche anomale, con valori mensili della temperatura dell'aria superiori di almeno 1° C ai valori medi registrati tra il 1962 e il 2007 (elaborazioni di S. Ciavatta - Univ. Venezia - su dati Ente Zona Industriale);
- i dati di letteratura non sono sempre concordi. Se per l'incremento della ligula, a seguito di una deposizione di sedimento, *Cymodocea nodosa* reagisce ad un possibile seppellimento con un

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

allungamento del rizoma verticale e della parte basale della foglia [Marbà e Duarte, 1994], per le dimensioni delle foglie alcune sperimentazioni testimoniano come, ad un incremento della torbidità, esse non rispondano uniformemente, facendo registrare aumenti, diminuzioni o assenza di variazioni [Balestri *et al.*, 2004; Ibarra-Obando *et al.*, 2004].

I valori del **numero medio di foglie per ciuffo** sono sempre rientrati nei range di riferimento o sono, talvolta, risultati superiori ad essi; l'unica eccezione è rappresentata dalla stagione invernale della stazione L3, ma in questo caso il valore è di pochissimo inferiore a quelli attesi (tabelle 3.1, 3.5 e 3.6).

L'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o **LAI**), che rappresenta la superficie fogliare fotosinteticamente attiva presente su 1 m² di fondale, ed integra più parametri (densità dei ciuffi, dimensioni e numero di foglie per ciuffo), presenta valori che ricadono o sono superiori (stagione estiva) ai range attesi (tabelle 3.1, 3.5 e 3.6). Il rapporto tra la **parte viva** della foglia (verde) e quella **morta** (scura) in taluni casi è, invece, risultato inferiore agli intervalli guida, ma il confronto con i dati dei precedenti anni di monitoraggio (Studi B.6.72 B/1, B/2 e B/3) ha permesso di evidenziare come tali eventi si fossero già verificati in passato (tabelle 3.1-3.6). L'entità della riduzione della parte viva della foglia rispetto al limite della soglia di riferimento (98,2%), nei casi in cui si è verificata, è apparsa sempre minima (prevalentemente intorno al 2% e in un solo caso al 5%) e tale da far considerare, comunque, ottimali le funzionalità della foglia.

Per l'apparato ipogeo, ed in particolare per i rizomi, non sono state rilevate condizioni anomale; inoltre il rinvenimento di **semi** nel sedimento è da considerarsi anch'esso un fatto positivo, poiché conferma come nelle praterie si svolgano con regolarità i processi non solo vegetativi, ma anche riproduttivi. Nel complesso, quindi, questi parametri confermano uno stato delle praterie nella norma e non evidenziano sostanziali differenze rispetto al monitoraggio B.6.78/I (tabelle 3.1-3.6).

L'**elenco floristico-faunistico** degli organismi epifiti delle lamine nelle 6 stazioni nel complesso delle quattro stagioni è costituito da 55 taxa, suddivisi in 45 macroalghe e 10 zoobentonti, e appare leggermente inferiore a quello rilevato nello studio di riferimento, dove erano stati identificati 64 taxa, ripartiti in 51 macroalghe e 13 zoobentonti. Per quanto riguarda sia il **numero totale di specie** per stazione, sia quello **medio**, solo nel caso della stazione L5 durante la campagna estiva si segnalano valori inferiori a quelli guida del 2003 ma, come si era verificato nei precedenti anni di monitoraggio, questi valori sono poi rientrati durante le stagioni successive (tabelle 3.1-3.6).

L'indice di **Diversità di Shannon** (dati normalizzati ID=1,87) nel complesso delle 4 stagioni è di poco inferiore a quella dello studio di riferimento (dati normalizzati ID=2,01) ma uguale rispetto al precedente anno di studio (B.6.72 B/3). Il confronto statistico tra il set di dati annuale rilevato nelle 6 stazioni del presente studio e quello rilevato nello studio di riferimento (Studio B.6.78/I), eseguito con il test non parametrico Mann-Whitney U test, evidenzia una differenza statisticamente non significativa tra gli indici di diversità ($P < 0,05$).

Per quanto attiene la struttura complessiva della comunità epifitica nelle quattro stagioni, l'analisi ANOSIM normalizzata, sulla base del valore del Global R (0,496) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R, indica una differenza statisticamente significativa ($P < 0,001$) moderata-elevata [Clarke e Warwick, 2001]. Il test conferma questa differenza nella struttura e composizione della comunità, sia esaminando la presenza/assenza delle specie, sia applicando diverse trasformazioni ai dati di ricoprimento (radice quadrata e doppia radice quadrata). Le due analisi applicate (uni e multi-variata) descrivono una situazione che varia da assenza di differenze a moderate differenze nella struttura e composizione della comunità epifita delle fanerogame marine della bocca di Lido nei due monitoraggi (anno 2003 e 2008-09); non si ravvisano, infatti, differenze sostanziali nella composizione floristica, se non in termini di abbondanza (aumentano le macroalghe del 11,2% e diminuiscono le diatomee bentoniche del 10,9%, vedere tabella 3.17).

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

In entrambi i monitoraggi gli organismi epifiti più rappresentativi delle lamine fogliari sono le diatomee bentoniche (in primis i generi *Navicula* e *Melosira*) e l'alga rossa calcarea *Hydrolithon boreale*, che possono contribuire al 40-50% della similarità tra le stazioni; per lo zoobenthos, peraltro limitato rispetto alle macroalghe, gli organismi più abbondanti sono gli anfipodi tubicoli. Ad incrementare le differenze tra le comunità dei due monitoraggi, invece, si segnalano soprattutto l'alga bruna *Myrionema orbicolare* e l'alga rossa *Pneophyllum fragile*, che risultano più abbondanti nel monitoraggio attuale (Studio B.6.72 B/4).

CORILA

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

Tabella 3.1 - Stazioni Lido 1-2-3-4-5-6: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relativamente allo Studio B.6.72 B/4 (anno 2008-09). Lo studio B.6.78/I raccoglie i dati del 2003.

| | B.6.78 | L1 | L1 | L1 | L1 | B.6.78 | L2 | L2 | L2 | L2 | B.6.78 | L3 | L3 | L3 | L3 |
|--|--------------|-----------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|---------|---------|
| | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 794-1119 | 1070 | 1187 | 1104 | 949 | 784-1432 | 1600 | 1395 | 1107 | 980 | 1321-2697 | 1714 | 2220 | 1686 | 1392 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0-12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0-37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0-37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0-27 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0-12 | 31 | 127 | 25 | 6 | 0-5 | 43 | 43 | 37 | 22 |
| Copertura prateria (%) | 70-80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90-100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90-100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 30,9-45,1 | 31,1 | 84,2 | 52,1 | 34,1 | 20,6-42,6 | 30,8 | 68,9 | 46,0 | 29,4 | 17,7-41,7 | 25,8 | 74,9 | 57,8 | 30,5 |
| Lunghezza ligula (cm) | 6,1-11,8 | 8,1 | 12,8 | 9,1 | 8,5 | 7,8-10,3 | 8,5 | 13,0 | 9,6 | 8,9 | 6,5-8,6 | 7,5 | 12,4 | 9,0 | 9,7 |
| N. foglie/ciuffo | 1,3-4,4 | 3,0 | 3,7 | 2,0 | 1,3 | 1,3-2,7 | 3,0 | 3,0 | 2,0 | 1,4 | 1,4-3,5 | 3,1 | 3,3 | 1,9 | 1,3 |
| LAI (Leaf Area Index) | 0,5-6,0 | 1,4 | 9,5 | 2,4 | 1,0 | 0,5-3,8 | 1,9 | 5,8 | 1,9 | 0,7 | 0,7-9,9 | 1,6 | 18,2 | 3,4 | 1,1 |
| % parte viva ciuffo | 88,4-99,9 | 99,4 | 99,8 | 99,4 | 97,6 | 92,3-99,7 | 99,1 | 99,8 | 98,5 | 98,6 | 98,3-99,9 | 98,7 | 99,9 | 99,4 | 99,0 |
| Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no |
| Rilevante presenza di rizomi morti | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no |
| N. taxa totale complessivo | 13-34 | 20 | 14 | 20 | 24 | 11-36 | 25 | 21 | 27 | 23 | 13-30 | 30 | 19 | 23 | 28 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 9,8-16,3 | 11,9 | 10,2 | 13,1 | 14,2 | 8,2-17,5 | 13,4 | 13,0 | 16,6 | 14,9 | 9,0-17,5 | 16,3 | 12,8 | 16,4 | 14,2 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,076-0,818 | 0,306 | 0,568 | 0,556 | 0,614 | 0,082-0,486 | 0,225 | 0,534 | 0,448 | 0,686 | 0,109-0,743 | 0,251 | 0,282 | 0,691 | 0,602 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 7,6-81,8 | 30,6 | 56,8 | 55,6 | 61,4 | 8,2-48,6 | 22,5 | 53,4 | 44,8 | 68,6 | 10,9-74,3 | 25,1 | 28,2 | 69,1 | 60,2 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 11,4-209,2 | 14,9 | 14,2 | 12,2 | 22,6 | 20,2-232,3 | 19,4 | 11,1 | 13,5 | 27,5 | 2,4-313,9 | 23,3 | 8,4 | 14,4 | 94,4 |

| | B.6.78 | L4 | L4 | L4 | L4 | B.6.78 | L5 | L5 | L5 | L5 | B.6.78 | L6 | L6 | L6 | L6 |
|--|--------------|-----------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|---------|---------|
| | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 1225-1931 | 1972 | 2155 | 2024 | 1652 | 704-1107 | 918 | 930 | 1060 | 1175 | 775-1429 | 1271 | 1367 | 1088 | 1039 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0-22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0-3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0 | 1197 | 202 | 62 | 195 | 0-130 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 6 | 0 | 3 |
| Copertura prateria (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 80-90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 19,6-56,8 | 21,3 | 64,5 | 43,4 | 28,4 | 22,7-44,2 | 30,0 | 49,2 | 42,2 | 21,3 | 24,3-60,9 | 32,8 | 72,5 | 64,5 | 37,9 |
| Lunghezza ligula (cm) | 6,4-10,2 | 5,7 | 12,9 | 8,5 | 7,8 | 6,6-9,6 | 8,2 | 11,1 | 9,9 | 8,2 | 7,2-10,9 | 9,2 | 12,7 | 11,2 | 10,1 |
| N. foglie/ciuffo | 1,4-3,4 | 2,9 | 3,3 | 1,7 | 1,4 | 1,2-3,5 | 2,8 | 2,5 | 1,5 | 1,2 | 1,3-4,3 | 2,7 | 2,9 | 1,9 | 1,5 |
| LAI (Leaf Area Index) | 0,6-7,0 | 1,5 | 11,9 | 3,0 | 1,3 | 0,5-3,4 | 1,0 | 2,2 | 1,3 | 0,5 | 0,6-6,4 | 1,7 | 7,1 | 2,6 | 1,0 |
| % parte viva ciuffo | 98,2-99,8 | 94,9 | 99,2 | 99,4 | 97,3 | 98,3-99,6 | 97,7 | 96,6 | 97,9 | 93,5 | 95,5-99,9 | 99,0 | 99,8 | 99,0 | 99,7 |
| Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no |
| Rilevante presenza di rizomi morti | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no |
| N. taxa totale complessivo | 9-27 | 19 | 17 | 22 | 18 | 12-25 | 24 | 11 | 21 | 22 | 16-35 | 26 | 18 | 26 | 24 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 6,8-13,9 | 7,6 | 9,3 | 14,7 | 9,8 | 8,5-16,1 | 12,0 | 5,8 | 12,6 | 11,7 | 10,2-18,5 | 12,9 | 11,4 | 16,6 | 12,3 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,114-0,328 | 0,090 | 0,229 | 0,621 | 0,494 | 0,172-0,440 | 0,155 | 0,253 | 0,381 | 0,609 | 0,090-0,682 | 0,200 | 0,484 | 0,631 | 0,330 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 11,4-32,8 | 9,0 | 22,9 | 62,1 | 49,4 | 17,2-44,0 | 15,5 | 25,3 | 38,1 | 60,9 | 9,0-68,2 | 20,0 | 48,4 | 63,1 | 33,0 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 3,3-172,3 | 2,6 | 2,5 | 29,1 | 37,1 | 5,8-209,4 | 3,5 | 0,5 | 8,4 | 36,7 | 9,0-207,1 | 26,6 | 7,4 | 13,4 | 13,6 |

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

(1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².

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

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

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella 3.6), lo scostamento è segnalato con il colore verde (quando il valore rilevato è superiore al range) e con il colore rosso (quando il valore rilevato risulta inferiore).

Tabella 3.2 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/1 (anno 2005-06).

| | Bocca di porto di Lido | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | L1 | | L2 | | L3 | | L4 | | L5 | | L6 | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 868 | 1228 | 986 | 1457 | 1203 | 2061 | 1373 | 2108 | 732 | 1429 | 787 | 1438 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 109 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 28 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0 | 6 | 0 | 127 | 22 | 84 | 217 | 632 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Copertura prateria (%) | 90 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 90 | 100 | 90 | 100 | 80 | 100 |
| Lunghezza 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 |
| Lunghezza 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 | 3,1 |
| LAI (Leaf Area Index) | 0,8 | 6,5 | 0,4 | 9,1 | 0,6 | 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 ⁽²⁾ | 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 ⁽³⁾ | 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 ⁽²⁾ | 15,5 | 119,1 | 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) ⁽³⁾ | 9,9 | 85,4 | 3,6 | 320,3 | 12,9 | 135,8 | 2,9 | 75,7 | 3,4 | 111,2 | 5,5 | 123,4 |

Tabella 3.3 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/2 (anno 2006-07).

| | Bocca di porto di Lido | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | L1 | | L2 | | L3 | | L4 | | L5 | | L6 | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 884 | 1147 | 874 | 1194 | 1159 | 1593 | 1345 | 1832 | 744 | 822 | 595 | 837 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0 | 9 | 0 | 43 | 0 | 84 | 19 | 521 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Copertura prateria (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 70 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 29,3 | 55,9 | 25,1 | 65,9 | 24,5 | 80,3 | 19,8 | 56,9 | 21,5 | 32,9 | 28,7 | 64,0 |
| Lunghezza ligula (cm) | 7,3 | 10,2 | 7,5 | 12,6 | 7,5 | 12,2 | 7,9 | 9,7 | 6,4 | 9,1 | 8,3 | 9,9 |
| N. foglie/ciuffo | 1,7 | 3,4 | 1,4 | 3,5 | 1,6 | 3,3 | 1,6 | 3,2 | 1,4 | 2,7 | 1,4 | 3,2 |
| LAI (Leaf Area Index) | 0,9 | 4,7 | 0,8 | 5,6 | 0,9 | 11,4 | 0,6 | 3,7 | 0,3 | 1,4 | 0,5 | 3,0 |
| % parte viva ciuffo | 98,6 | 99,7 | 99,2 | 99,8 | 98,5 | 99,8 | 96,0 | 99,6 | 97,5 | 99,3 | 98,9 | 99,8 |
| 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 | 14 | 26 | 16 | 27 | 17 | 25 | 13 | 28 | 11 | 24 | 14 | 21 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 9,1 | 14,7 | 9,1 | 19,2 | 8,9 | 14,7 | 7,7 | 13,5 | 6,6 | 13,3 | 9,4 | 14,3 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,275 | 0,753 | 0,235 | 0,559 | 0,074 | 0,660 | 0,162 | 1,018 | 0,154 | 0,679 | 0,176 | 0,816 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 27,5 | 75,3 | 23,5 | 55,9 | 7,4 | 66,0 | 16,2 | 101,8 | 15,4 | 67,9 | 17,6 | 81,6 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 7,4 | 131,8 | 3,2 | 139,6 | 3,4 | 45,8 | 4,4 | 36,5 | 3,1 | 88,6 | 13,5 | 38,7 |

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

(1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².

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

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

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella 3.6), lo scostamento è segnalato con il colore verde (quando il valore rilevato è superiore al range) e con il colore rosso (quando il valore rilevato risulta inferiore).

Tabella 3.4 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/3 (anno 2007-08).

| | Bocca di porto di Lido | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | L1 | | L2 | | L3 | | L4 | | L5 | | L6 | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 1029 | 1342 | 1290 | 1584 | 1333 | 2310 | 1324 | 2031 | 918 | 1054 | 949 | 1392 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0 | 3 | 22 | 192 | 22 | 167 | 136 | 673 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Copertura prateria (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 29,6 | 75,1 | 31,1 | 78,3 | 26,0 | 74,4 | 21,6 | 71,1 | 20,1 | 45,6 | 27,6 | 82,2 |
| Lunghezza ligula (cm) | 5,6 | 13,0 | 6,9 | 13,7 | 5,4 | 12,0 | 4,5 | 12,3 | 6,5 | 9,4 | 5,4 | 13,5 |
| N. foglie/ciuffo | 1,4 | 3,1 | 1,1 | 3,5 | 1,4 | 3,0 | 1,1 | 3,3 | 1,0 | 2,9 | 1,4 | 3,1 |
| LAI (Leaf Area Index) | 0,9 | 7,7 | 1,1 | 9,3 | 0,9 | 10,7 | 1,1 | 9,6 | 0,4 | 2,5 | 1,1 | 8,2 |
| % parte viva ciuffo | 98,6 | 99,9 | 99,1 | 99,9 | 99,2 | 99,8 | 98,6 | 99,7 | 98,2 | 99,9 | 99,4 | 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 | 14 | 23 | 17 | 22 | 17 | 24 | 13 | 28 | 13 | 23 | 16 | 27 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 8,3 | 13,9 | 8,5 | 13,2 | 10,8 | 15,9 | 6,3 | 14,9 | 7,5 | 15,2 | 9,3 | 14,1 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,153 | 0,694 | 0,239 | 0,766 | 0,395 | 0,797 | 0,057 | 0,772 | 0,241 | 0,667 | 0,375 | 0,603 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 15,3 | 69,4 | 23,9 | 76,6 | 39,5 | 79,7 | 5,7 | 77,2 | 24,1 | 66,7 | 37,5 | 60,3 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 0,7 | 75,7 | 0,8 | 21,7 | 6,5 | 106,1 | 2,6 | 86,5 | 1,1 | 60,9 | 3,2 | 56,1 |

Tabella 3.5 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/4.

| | Bocca di porto di Lido | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | L1 | | L2 | | L3 | | L4 | | L5 | | L6 | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 949 | 1187 | 980 | 1600 | 1392 | 2220 | 1652 | 2155 | 918 | 1175 | 1039 | 1367 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0 | 3,1 | 6 | 127 | 22 | 43 | 62 | 1197 | 0 | 3,1 | 0 | 6 |
| Copertura prateria (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 31,1 | 84,2 | 29,4 | 68,9 | 25,8 | 74,9 | 21,3 | 64,5 | 21,3 | 49,2 | 32,8 | 72,5 |
| Lunghezza ligula (cm) | 8,1 | 12,8 | 8,5 | 13,0 | 7,5 | 12,4 | 5,7 | 12,9 | 8,2 | 11,1 | 9,2 | 12,7 |
| N. foglie/ciuffo | 1,3 | 3,7 | 1,4 | 3,0 | 1,3 | 3,3 | 1,4 | 3,3 | 1,2 | 2,8 | 1,5 | 2,9 |
| LAI (Leaf Area Index) | 1,0 | 9,5 | 0,7 | 5,8 | 1,1 | 18,2 | 1,3 | 11,9 | 0,5 | 2,2 | 1,0 | 7,1 |
| % parte viva ciuffo | 97,6 | 99,8 | 98,5 | 99,8 | 98,7 | 99,9 | 94,9 | 99,4 | 93,5 | 97,9 | 99,0 | 99,8 |
| 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 | 14 | 24 | 21 | 27 | 19 | 30 | 17 | 22 | 11 | 24 | 18 | 26 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 10,2 | 14,2 | 13,0 | 16,6 | 12,8 | 16,4 | 7,6 | 14,7 | 5,8 | 12,6 | 11,4 | 16,6 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,306 | 0,614 | 0,225 | 0,686 | 0,251 | 0,691 | 0,090 | 0,621 | 0,155 | 0,609 | 0,200 | 0,631 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 30,6 | 61,4 | 22,5 | 68,6 | 25,1 | 69,1 | 9,0 | 62,1 | 15,5 | 60,9 | 20,0 | 63,1 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 12,2 | 22,6 | 11,1 | 27,5 | 8,4 | 94,4 | 2,5 | 37,1 | 0,5 | 36,7 | 7,4 | 26,6 |

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

(1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².

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

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

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella 3.6), lo scostamento è segnalato con il colore verde (quando il valore rilevato è superiore al range) e con il colore rosso (quando il valore rilevato risulta inferiore).

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

Tabella 3.6 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.78/I (anno 2003).

| | Bocca di porto di Lido | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 | L6 |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 794-1119 | 784-1432 | 1321-2697 | 1225-1931 | 704-1107 | 775-1429 |
| Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0-12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0-37 | 0-37 | 0 | 0 | 0-22 | 0-3 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0-27 | 0-12 | 0-5 | 0 | 0-130 | 0 |
| Copertura prateria (%) | 70-80 | 90-100 | 90-100 | 100 | 80-90 | 90 |
| Lunghezza 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 |
| Lunghezza 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 ⁽²⁾ | 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 ⁽³⁾ | 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 ⁽²⁾ | 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) ⁽³⁾ | 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 9 repliche.

(1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².

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

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

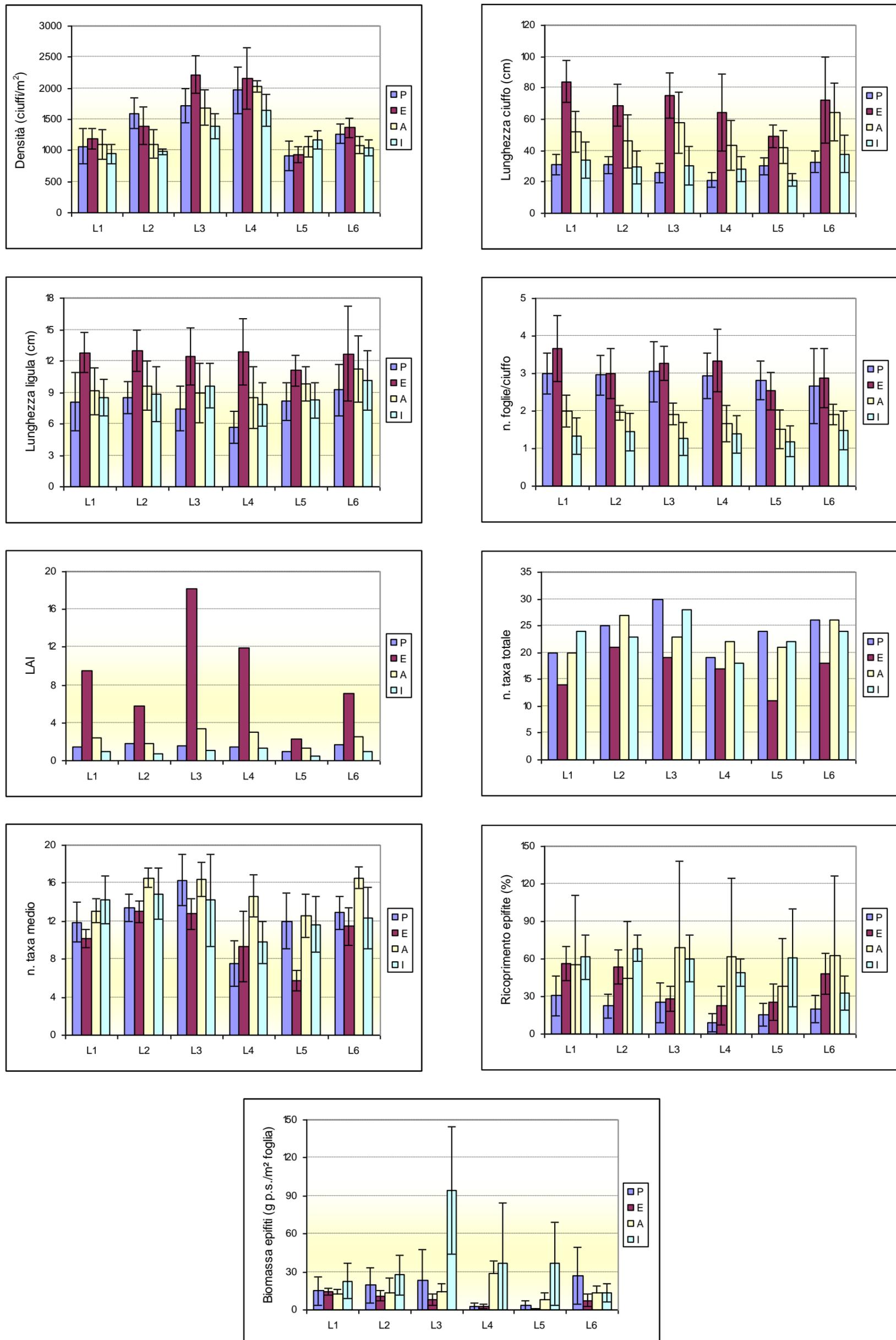


Figura 3.1 - Bocca di porto di Lido: rappresentazione grafica di alcuni indicatori strutturali (P=Primavera 2008; E=Estate 2008; A=Autunno 2008; I=Inverno 2008-2009).

3.1.3 Le stazioni della bocca di porto di Malamocco

Le sei praterie della bocca di porto di Malamocco, sia a *Zostera marina* (stazione M1), sia a *Cymodocea nodosa* (stazioni M2, M3, M4, M5 e M6), hanno sempre presentato **coperture** con valori prossimi al 100% durante le quattro campagne annuali dello Studio B.6.72 B/4; questi valori sono in linea con quelli registrati durante i precedenti monitoraggi (Studi B.6.72 B/2 e B/3) e risultano spesso superiori a quelli di riferimento del 2003 (stazioni M1 e M2) (tabelle 3.7-3.11). La presenza di *Nanozostera noltii* nelle stazioni di controllo è apparsa, invece, sempre limitata, essendo stati rinvenuti, durante i campionamenti, solamente pochi ciuffi nella stazione M1 (in estate e in autunno) e nella stazione M6 (nella stagione primaverile e in quella autunnale) (tabella 3.7).

Il parametro **densità dei ciuffi fogliari** è rientrato sempre negli intervalli di riferimento (Studio B.6.78, anno 2003) e in due casi, stazioni M1 (*Zostera marina*) e M5 (*Cymodocea nodosa*), sono stati anche registrati valori superiori ai range attesi; anche nel confronto con i precedenti monitoraggi non si osservano valori in disaccordo rispetto agli intervalli guida (tabelle 3.7-3.11).

L'analisi della **lunghezza media dei ciuffi fogliari** di *Cymodocea nodosa* evidenzia valori rientranti o superiori ai range dello studio di riferimento; in un solo caso, per la stazione M5, sono stati registrati valori inferiori a quelli attesi, durante la campagna primaverile e quella invernale. Anche nei precedenti monitoraggi (2006 e 2007) erano stati osservati valori inferiori al range nella stagione invernale, poi rientrati comunque nei limiti di riferimento durante le stagioni successive (tabelle 3.7-3.11). Per *Zostera marina*, invece, durante tutte le stagioni di monitoraggio sono sempre stati rilevati valori di lunghezza media dei ciuffi rientranti o superiori (stagione primaverile) a quelli del 2003 (tabelle 3.7, 3.10 e 3.11).

Anche il parametro **lunghezza della ligula** per *Cymodocea nodosa* presenta valori che rientrano o sono superiori agli intervalli guida dello studio di riferimento; in pochi casi (stagione primaverile nelle stazioni M2 e M5 e invernale nella sola M5) sono stati registrati valori inferiori ai range (rientrati poi nelle stagioni successive), ma tali eventi (per la stazione M5) si erano già verificati nei precedenti anno di monitoraggio (tabelle 3.7-3.11). Per *Zostera marina* differenze rispetto ai range attesi si segnalano nella campagna primaverile (valore superiore) e in quella autunnale (valore inferiore) (tabelle 3.7, 3.10 e 3.11).

Il **numero medio di foglie** per ciuffo per le praterie a *Cymodocea nodosa* rientra sempre negli intervalli guida, ad eccezione dei valori registrati durante la stagione invernale nelle stazioni M3 (come si era già verificato nei precedenti monitoraggi) e M6 (tabelle 3.7-3.11). *Zostera marina*, invece, presenta valori di questo parametro, che, eccezion fatta per l'estate, risultano sempre superiori a quelli attesi (tabelle 3.7, 3.10 e 3.11).

L'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o **LAI**), parametro che si ricava dalla combinazione dei precedenti e rappresenta la superficie fogliare fotosinteticamente attiva presente su 1 m² di fondale, presenta valori che rientrano o sono superiori ai range calcolati per lo studio di riferimento del 2003. In un solo caso, nella stazione M5 durante la stagione invernale, si registrano valori leggermente inferiori rispetto agli intervalli guida; tale situazione si era già presentata nella stessa stagione dei precedenti anni di monitoraggio, per poi rientrare entro i limiti durante i campionamenti successivi (tabelle 3.7-3.11). Nelle attività in campo non sono mai state osservate situazioni anomale per quanto attiene l'apparato ipogeo ed in particolare i rizomi, mentre per la parte epigea la parte viva della foglia (verde) è risultata sempre nettamente superiore a quella morta (scura) e con valori solo in pochi casi di poco inferiori a quelli attesi (prevalentemente intorno all'1% e in un solo caso al 7-8%). Le riduzioni osservate e rientrate nei range nella stagione successiva non hanno mai precluso la funzionalità dei ciuffi (tabella 3.7).

Come per le stazioni del Lido, inoltre, il rinvenimento di semi nel sedimento è da considerarsi un fatto positivo poiché conferma come nelle praterie si svolgano con regolarità i processi sia vegetativi che riproduttivi (tabella 3.7).

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

L'**elenco floristico-faunistico** degli organismi epifiti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *Cymodocea nodosa*, nel complesso delle quattro stagioni di monitoraggio, risulta costituito da 46 taxa di cui 36 macroalghe e 10 zoobentonti ed è quindi inferiore a quello rilevato nello studio di riferimento, dove sono stati determinati 68 taxa ripartiti in 56 macroalghe e 12 zoobentonti. Anche per *Zostera marina* l'elenco floristico-faunistico complessivo degli organismi, costituito da 26 taxa divisi in 19 macroalghe e 7 zoobentonti, è inferiore a quello rilevato nello studio del 2003, dove erano presenti 42 taxa ripartiti in 32 macroalghe e 10 zoobentonti. Per il **numero totale di specie** e quello **medio** per ciuffo, sempre riferito alle singole stazioni, sono stati spesso registrati inferiori ai range di riferimento osservati durante il monitoraggio *ante operam* B.6.78/I (tabelle 3.7-3.11).

Conseguentemente, nel complesso delle 4 stagioni, l'**indice di Diversità di Shannon**, sia per la stazione M1 a *Zostera marina* (dati normalizzati ID=1,63), sia per quelle a *Cymodocea nodosa* (dati normalizzati ID=1,57) risulta in calo rispetto a quello dello Studio B.6.78/I (dati normalizzati ID=2,11 per *Zostera* e ID=2,15 per *Cymodocea*). Il test non parametrico (Mann-Whitney U test) indica, inoltre, una differenza statisticamente significativa ($P < 0,05$) tra gli indici di diversità delle stazioni a *Cymodocea nodosa* e non statisticamente significativa ($P < 0,05$) per la stazione a *Zostera marina*.

Per la prateria a *Zostera marina* della stazione M1, nel 2003 le specie più importanti sono le diatomee coloniali, le alghe rosse *Audouinella* sp. e *Ceramium diaphanum*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli, l'antozoo Actiniidae indet. e il tunicato *Botryllus schlosseri*, mentre nel monitoraggio attuale le specie più significative sono le diatomee coloniali, le alghe rosse *Pneophyllum fragile* e *Hydrolithon boreale*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli. A differenziare le comunità presenti sulla prateria di *Zostera marina* dei due monitoraggi contribuiscono soprattutto le diatomee (più abbondanti nello studio di riferimento) e le alghe rosse *Pneophyllum fragile* e *Hydrolithon boreale* e l'alga bruna *Myrionema orbiculare* (più presenti nell'attuale monitoraggio).

Considerando come nel Mann-Whitney U test si sia evidenziata una differenza statisticamente significativa tra gli indici di diversità dei due monitoraggi ($P < 0,05$), ma solo per quanto riguarda le stazioni a *Cymodocea nodosa*, è stata condotta un'analisi più approfondita delle comunità presenti sulle lamine di questa macrofita. L'analisi ANOSIM applicata solo ai dati relativi alle cinque stazioni a *Cymodocea nodosa* ha evidenziato differenze statisticamente significative ($P < 0,001$) tra il presente studio e quello di riferimento B.6.78/I che, nel complesso e sulla base del valore del Global R (0,322 dati di ricoprimento senza trasformazione; 0,516 dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata; 0,579 dati di ricoprimento trasformati con doppia radice quadrata; 0,421 dati di presenza-assenza) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R, risultano moderato-elevate. L'impiego della metodica di analisi multivariata MultiDimensional Scaling (MDS), basata sull'elaborazione di matrici di similarità che considerano sia le specie rilevate, sia le relative abbondanze, ha permesso poi di aggregare tra loro i siti di campionamento in base ai diversi gradi di similarità [Clarke et Warwick, 1994]. L'analisi riportata nei grafici delle figure 3.2-3.4 denota una differenziazione tra lo studio di riferimento B.6.78/I e il monitoraggio attuale, riconducibile principalmente alla diversa abbondanza di alcune specie, più che alla loro presenza o assenza.

Per le praterie a *Cymodocea nodosa*, infatti, nel 2003 le specie più importanti sono le diatomee coloniali, le alghe rosse *Hydrolithon boreale*, *Audouinella* sp. e *Ceramium diaphanum*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli e l'antozoo Actiniidae indet., organismi che, nel complesso, spiegano circa il 60% della similarità esistente fra le comunità epifite delle lamine di *Cymodocea nodosa*. Nel monitoraggio attuale le specie più importanti sono, invece, le diatomee coloniali, le alghe rosse calcaree *Hydrolithon boreale* e *Pneophyllum fragile*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli. Nel complesso questi organismi contribuiscono a circa l'80% della similarità presente fra

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

le epifite delle cinque praterie considerate. Il maggior contributo alla differenziazione tra le comunità presenti sulle lamine di *Cymodocea nodosa* dei due monitoraggi, è portato soprattutto dalle diatomee (più abbondanti del 13,4% nello studio di riferimento, vedere tabella 3.17) e dalle alghe rosse *Hydrolithon boreale* e *Pneophyllum fragile* (più presenti nel monitoraggio del 2008). Una lieve riduzione (-5,1%) si rileva anche per la componente zoobentonica.

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

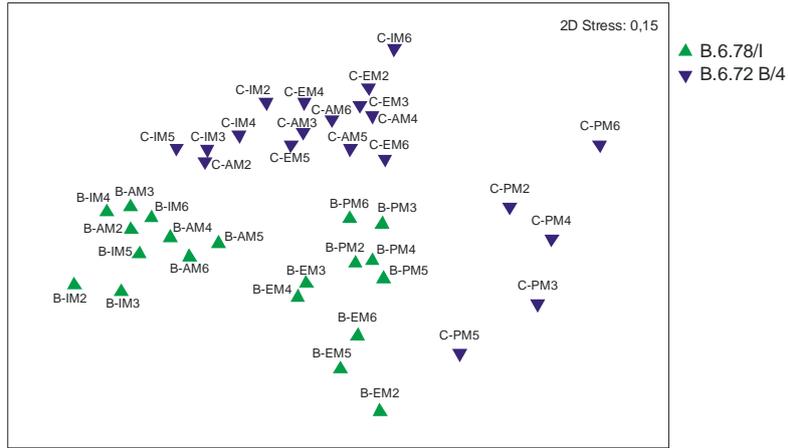


Figura 3.2 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifita nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento senza trasformazione).

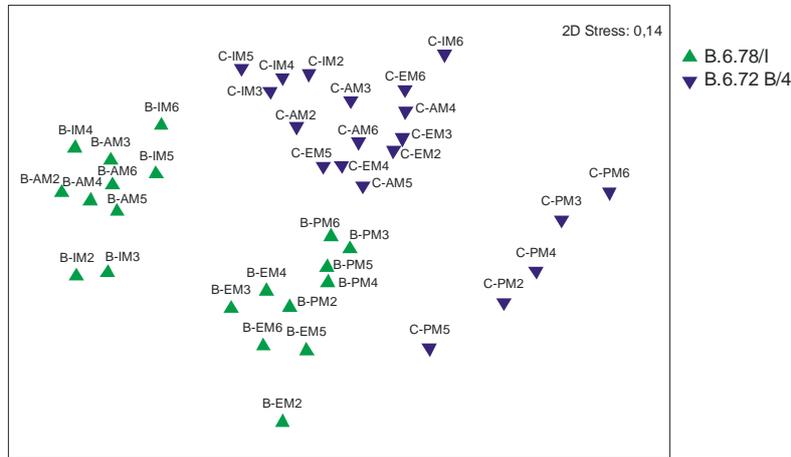


Figura 3.3 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifita nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata).

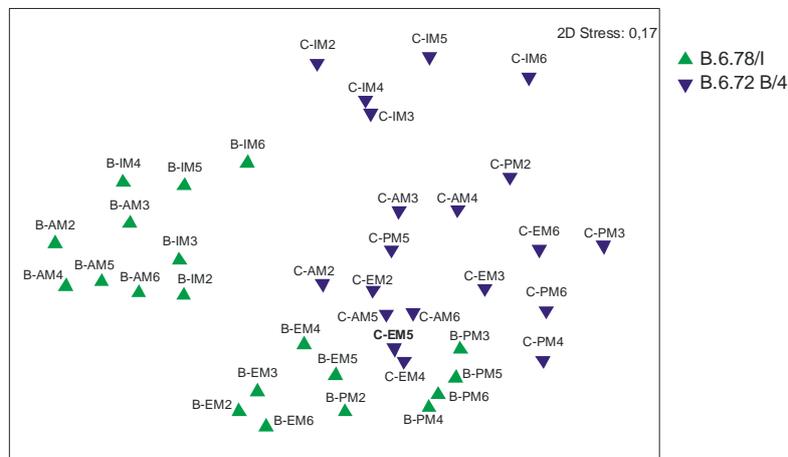


Figura 3.4 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifita nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (presenza-assenza).

CORILA

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

Tabella 3.7 - Stazioni Malamocco 1-2-3-4-5-6: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relativamente allo Studio B.6.72 B/4 (anno 2008-09). Lo studio B.6.78/I raccoglie i dati del 2003.

| | B.6.78 | M1 | M1 | M1 | M1 | B.6.78 | M2 | M2 | M2 | M2 | B.6.78 | M3 | M3 | M3 | M3 |
|--|--------------|-----------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|---------|---------|
| | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 992-1801 | 1572 | 1593 | 1451 | 1513 | 1225-2189 | 1807 | 1953 | 2077 | 1597 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 220-326 | 543 | 353 | 406 | 273 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 3 | 9 | 0 | 0-56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0-25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0-37 | 87 | 0 | 0 | 0 | 0-230 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 | 43 | 3 | 22 |
| Copertura prateria (%) | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 26,3-46,5 | 85,9 | 44,6 | 35,3 | 43,1 | 18,5-74,7 | 24,6 | 73,2 | 50,8 | 31,9 | 12,1-46,8 | 18,8 | 59,5 | 28,4 | 18,8 |
| Lunghezza ligula (cm) | 6,3-8,4 | 17,8 | 7,1 | 6,1 | 8,1 | 6,7-13,6 | 6,4 | 14,2 | 10,4 | 8,6 | 4,8-9,3 | 5,1 | 9,7 | 5,8 | 6,3 |
| N. foglie/ciuffo | 3,8-4,2 | 4,4 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 1,5-3,9 | 3,3 | 3,6 | 2,1 | 1,8 | 1,7-3,8 | 2,9 | 3,4 | 1,8 | 1,6 |
| LAI (Leaf Area Index) | 0,7-2,3 | 6,5 | 1,7 | 1,7 | 1,4 | 0,7-13,1 | 2,0 | 8,6 | 2,8 | 1,2 | 0,4-8,8 | 1,2 | 8,5 | 1,8 | 0,7 |
| % parte viva ciuffo | 93,8-97,8 | 98,8 | 98,9 | 97,6 | 97,4 | 97,2-99,9 | 99,7 | 99,6 | 98,8 | 97,4 | 95,2-99,8 | 94,9 | 99,3 | 96,9 | 95,1 |
| Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no |
| Rilevante presenza di rizomi morti | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no |
| N. taxa totale complessivo | 15-34 | 19 | 17 | 15 | 13 | 15-33 | 14 | 21 | 23 | 21 | 15-36 | 13 | 13 | 14 | 15 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 9,0-19,5 | 7,7 | 11,4 | 9,7 | 10,2 | 11,7-19,1 | 7,7 | 12,6 | 14,1 | 12,2 | 12,2-19,3 | 4,6 | 9,4 | 7,8 | 9,8 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,045-0,089 | 0,017 | 0,663 | 0,589 | 0,245 | 0,105-0,889 | 0,168 | 0,316 | 0,650 | 0,590 | 0,181-0,883 | 0,046 | 0,403 | 0,326 | 0,820 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 4,5-8,9 | 1,7 | 66,3 | 58,9 | 24,5 | 10,5-88,9 | 16,8 | 31,6 | 65,0 | 59,0 | 18,1-88,3 | 4,6 | 40,3 | 32,6 | 82,0 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 1,7-7,8 | 0,2 | 1,9 | 1,0 | 1,5 | 5,6-178,0 | 11,5 | 2,3 | 7,5 | 17,4 | 2,4-169,5 | 2,6 | 1,8 | 4,9 | 361,7 |

| | B.6.78 | M4 | M4 | M4 | M4 | B.6.78 | M5 | M5 | M5 | M5 | B.6.78 | M6 | M6 | M6 | M6 |
|--|--------------|-----------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|---------|---------|
| | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 955-1544 | 1240 | 1426 | 1197 | 1026 | 1265-1875 | 2009 | 2176 | 1761 | 1972 | 1035-1931 | 1823 | 1770 | 1280 | 1187 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 12 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0-124 | 115 | 406 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0-73 | 71 | 856 | 127 | 115 |
| Copertura prateria (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 13,9-44,6 | 24,8 | 60,3 | 41,0 | 27,1 | 21,1-41,0 | 18,1 | 39,4 | 36,8 | 15,7 | 11,6-40,3 | 19,0 | 46,6 | 21,4 | 15,6 |
| Lunghezza ligula (cm) | 6,5-9,6 | 7,1 | 11,0 | 7,9 | 7,8 | 5,5-8,8 | 5,4 | 6,5 | 5,6 | 5,0 | 4,7-8,6 | 5,2 | 9,1 | 5,7 | 5,5 |
| N. foglie/ciuffo | 1,3-3,8 | 3,1 | 3,2 | 1,8 | 1,4 | 1,3-4,1 | 2,9 | 3,4 | 1,9 | 1,4 | 1,3-4,3 | 3,1 | 2,7 | 1,4 | 1,2 |
| LAI (Leaf Area Index) | 0,3-6,4 | 1,3 | 6,7 | 1,8 | 0,8 | 0,9-6,1 | 1,1 | 6,6 | 2,3 | 0,7 | 0,4-8,0 | 1,5 | 4,7 | 0,7 | 0,4 |
| % parte viva ciuffo | 95,9-99,9 | 99,7 | 99,7 | 96,3 | 97,9 | 97,8-99,8 | 97,5 | 99,7 | 98,8 | 98,4 | 95,6-99,9 | 99,1 | 98,8 | 93,9 | 88,4 |
| Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no |
| Rilevante presenza di rizomi morti | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no |
| N. taxa totale complessivo | 14-34 | 19 | 15 | 12 | 15 | 13-39 | 17 | 15 | 18 | 15 | 12-33 | 16 | 10 | 17 | 9 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 11,2-20,0 | 6,9 | 11,9 | 7,3 | 10,7 | 11,2-23,3 | 7,0 | 11,2 | 13,4 | 9,7 | 10,5-16,4 | 5,1 | 6,0 | 10,9 | 5,6 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,166-0,697 | 0,083 | 0,656 | 0,252 | 0,486 | 0,139-1,039 | 0,118 | 0,575 | 0,425 | 0,838 | 0,130-0,669 | 0,140 | 0,133 | 0,398 | 0,301 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 16,6-69,7 | 8,3 | 65,6 | 25,2 | 48,6 | 13,9-103,9 | 11,8 | 57,5 | 42,5 | 83,8 | 13,0-66,9 | 14,0 | 13,3 | 39,8 | 30,1 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 2,9-828,3 | 9,3 | 6,5 | 3,9 | 56,8 | 2,1-181,8 | 2,4 | 8,6 | 9,2 | 83,0 | 0,9-166,7 | 9,8 | 0,3 | 3,6 | 14,8 |

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

(1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².

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

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

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella 3.11), lo scostamento è segnalato con il colore verde (quando il valore rilevato è superiore al range) e con il colore rosso (quando il valore rilevato risulta inferiore).

Tabella 3.8 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le due campagne stagionali (aut.- inv.) dello Studio B.6.72 B/2 (anno 2006-07).

| | Bocca di porto di Malamocco | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | M1 | | M2 | | M3 | | M4 | | M5 | | M6 | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 1510 | 1559 | 1243 | 1299 | 1048 | 1234 | 1783 | 2120 | 1401 | 1423 |
| Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²) | 350 | 384 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 87 | 0 | 0 | 0 | 90 |
| Copertura prateria (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 38,7 | 47,4 | 24,2 | 36,0 | 14,1 | 18,9 | 19,2 | 21,6 | 12,4 | 22,5 | 11,7 | 14,9 |
| Lunghezza ligula (cm) | 7,6 | 9,9 | 8,2 | 8,5 | 4,7 | 5,1 | 6,0 | 6,5 | 4,4 | 6,1 | 4,4 | 4,7 |
| N. foglie/ciuffo | 3,4 | 3,9 | 1,4 | 1,7 | 1,6 | 1,7 | 1,3 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,6 |
| LAI (Leaf Area Index) | 1,3 | 1,5 | 0,6 | 1,6 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 1,0 | 0,2 | 0,4 |
| % parte viva ciuffo | 99,5 | 99,8 | 98,9 | 99,2 | 98,7 | 99,2 | 98,8 | 99,3 | 99,1 | 99,5 | 98,6 | 99,3 |
| 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 | 21 | 18 | 24 | 13 | 27 | 12 | 23 | 14 | 27 | 17 | 21 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 9,5 | 10,5 | 9,0 | 15,7 | 9,3 | 14,7 | 10,0 | 14,0 | 9,8 | 15,7 | 10,0 | 11,0 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,116 | 0,144 | 0,161 | 0,396 | 0,419 | 1,594 | 0,344 | 0,364 | 0,442 | 1,320 | 0,193 | 0,389 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 11,6 | 14,4 | 16,1 | 39,6 | 41,9 | 159,4 | 34,4 | 36,4 | 44,2 | 132,0 | 19,3 | 38,9 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 0,4 | 8,8 | 3,8 | 14,0 | 10,8 | 134,6 | 14,6 | 65,8 | 9,5 | 118,3 | 7,4 | 16,8 |

Tabella 3.9 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/3 (anno 2007-08).

| | Bocca di porto di Malamocco | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | M1 | | M2 | | M3 | | M4 | | M5 | | M6 | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 1451 | 2223 | 1460 | 1835 | 1011 | 1504 | 1832 | 2502 | 1039 | 1848 |
| Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²) | 369 | 561 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 109 | 9 | 369 | 0 | 0 | 0 | 375 |
| Copertura prateria (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 44,9 | 51,9 | 26,3 | 81,9 | 16,9 | 64,7 | 22,8 | 55,2 | 15,0 | 28,1 | 13,6 | 47,8 |
| Lunghezza ligula (cm) | 7,8 | 10,9 | 7,0 | 14,4 | 4,5 | 11,4 | 5,6 | 11,1 | 4,5 | 5,4 | 4,6 | 9,8 |
| N. foglie/ciuffo | 3,6 | 4,2 | 1,5 | 3,3 | 1,5 | 2,9 | 1,6 | 3,1 | 1,3 | 3,8 | 1,4 | 3,2 |
| LAI (Leaf Area Index) | 2,0 | 3,7 | 0,9 | 8,2 | 0,6 | 5,2 | 0,6 | 6,3 | 0,6 | 4,7 | 0,3 | 4,3 |
| % parte viva ciuffo | 98,3 | 99,3 | 98,0 | 99,8 | 98,7 | 99,6 | 99,4 | 99,7 | 96,7 | 99,8 | 96,8 | 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 | 13 | 17 | 7 | 16 | 7 | 19 | 11 | 19 | 15 | 25 | 11 | 24 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 6,8 | 12,0 | 3,8 | 12,3 | 6,2 | 12,8 | 8,0 | 13,0 | 8,7 | 12,7 | 6,3 | 11,8 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,069 | 0,465 | 0,048 | 0,580 | 0,072 | 0,765 | 0,326 | 0,747 | 0,081 | 0,799 | 0,088 | 0,529 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 6,9 | 46,5 | 4,8 | 58,0 | 7,2 | 76,5 | 32,6 | 74,7 | 8,1 | 79,9 | 8,8 | 52,9 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 0,3 | 3,3 | 0,5 | 6,3 | 1,5 | 94,7 | 1,2 | 74,6 | 0,7 | 269,4 | 0,6 | 12,6 |

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

(1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².

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

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

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella 3.11), lo scostamento è segnalato con il colore verde (quando il valore rilevato è superiore al range) e con il colore rosso (quando il valore rilevato risulta inferiore).

Tabella 3.10 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/4 (anno 2008-09).

| | Bocca di porto di Malamocco | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | M1 | | M2 | | M3 | | M4 | | M5 | | M6 | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 1451 | 1593 | 1597 | 2077 | 1026 | 1426 | 1761 | 2176 | 1187 | 1823 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 273 | 543 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0 | 87 | 0 | 0 | 3 | 62 | 0 | 406 | 0 | 0 | 71 | 856 |
| Copertura prateria (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 35,3 | 85,9 | 24,6 | 73,2 | 18,8 | 59,5 | 24,8 | 60,3 | 15,7 | 39,4 | 15,6 | 46,6 |
| Lunghezza ligula (cm) | 6,1 | 17,8 | 6,4 | 14,2 | 5,1 | 9,7 | 7,1 | 11,0 | 5,0 | 6,5 | 5,2 | 9,1 |
| N. foglie/ciuffo | 4,2 | 4,4 | 1,8 | 3,6 | 1,6 | 3,4 | 1,4 | 3,2 | 1,4 | 3,4 | 1,2 | 3,1 |
| LAI (Leaf Area Index) | 1,4 | 6,5 | 1,2 | 8,6 | 0,7 | 8,50785 | 0,8 | 6,7 | 0,7 | 6,6 | 0,4 | 4,7 |
| % parte viva ciuffo | 97,4 | 98,9 | 97,4 | 99,7 | 94,9 | 99,3 | 96,3 | 99,7 | 97,5 | 99,7 | 88,4 | 99,1 |
| 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 | 19 | 14 | 23 | 13 | 15 | 12 | 19 | 15 | 18 | 9 | 17 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 7,7 | 11,4 | 7,7 | 14,1 | 4,6 | 9,8 | 6,9 | 11,9 | 7,0 | 13,4 | 5,1 | 10,9 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,017 | 0,663 | 0,168 | 0,650 | 0,046 | 0,820 | 0,083 | 0,656 | 0,118 | 0,838 | 0,133 | 0,398 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 1,7 | 66,3 | 16,8 | 65,0 | 4,6 | 82,0 | 8,3 | 65,6 | 11,8 | 83,8 | 13,3 | 39,8 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 0,2 | 1,9 | 2,3 | 17,4 | 1,8 | 361,7 | 3,9 | 56,8 | 2,4 | 83,0 | 0,3 | 14,8 |

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

(1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².

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

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

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella 3.11), lo scostamento è segnalato con il colore verde (quando il valore rilevato è superiore al range) e con il colore rosso (quando il valore rilevato risulta inferiore).

Tabella 3.11 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.78/I (anno 2003).

| | Bocca di porto di Malamocco | | | | | |
|--|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 992-1801 | 1225-2189 | 955-1544 | 1265-1875 | 1035-1931 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 220-326 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0-56 | 0-25 | 0 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0-37 | 0-230 | 0 | 0-124 | 0 | 0-73 |
| Copertura prateria (%) | 80 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 26,3-46,5 | 18,5-74,7 | 12,1-46,8 | 13,9-44,6 | 21,1-41,0 | 11,6-40,3 |
| Lunghezza ligula (cm) | 6,3-8,4 | 6,7-13,6 | 4,8-9,3 | 6,5-9,6 | 5,5-8,8 | 4,7-8,6 |
| N. foglie/ciuffo | 3,8-4,2 | 1,5-3,9 | 1,7-3,8 | 1,3-3,8 | 1,3-4,1 | 1,3-4,3 |
| LAI (Leaf Area Index) | 0,7-2,3 | 0,7-13,1 | 0,4-8,8 | 0,3-6,4 | 0,9-6,1 | 0,4-8,0 |
| % parte viva ciuffo | 93,8-97,8 | 97,2-99,9 | 95,2-99,8 | 95,9-99,9 | 97,8-99,8 | 95,6-99,9 |
| 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 | 15-34 | 15-33 | 15-36 | 14-34 | 13-39 | 12-33 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 9,0-19,5 | 11,7-19,1 | 12,2-19,3 | 11,2-20,0 | 11,2-23,3 | 10,5-16,4 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,045-0,089 | 0,105-0,889 | 0,181-0,883 | 0,166-0,697 | 0,139-1,039 | 0,130-0,669 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 4,5-8,9 | 10,5-88,9 | 18,1-88,3 | 16,6-69,7 | 13,9-103,9 | 13,0-66,9 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 1,7-7,8 | 5,6-178,0 | 2,4-169,5 | 2,9-828,3 | 2,1-181,8 | 0,9-166,7 |

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

(1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².

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

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

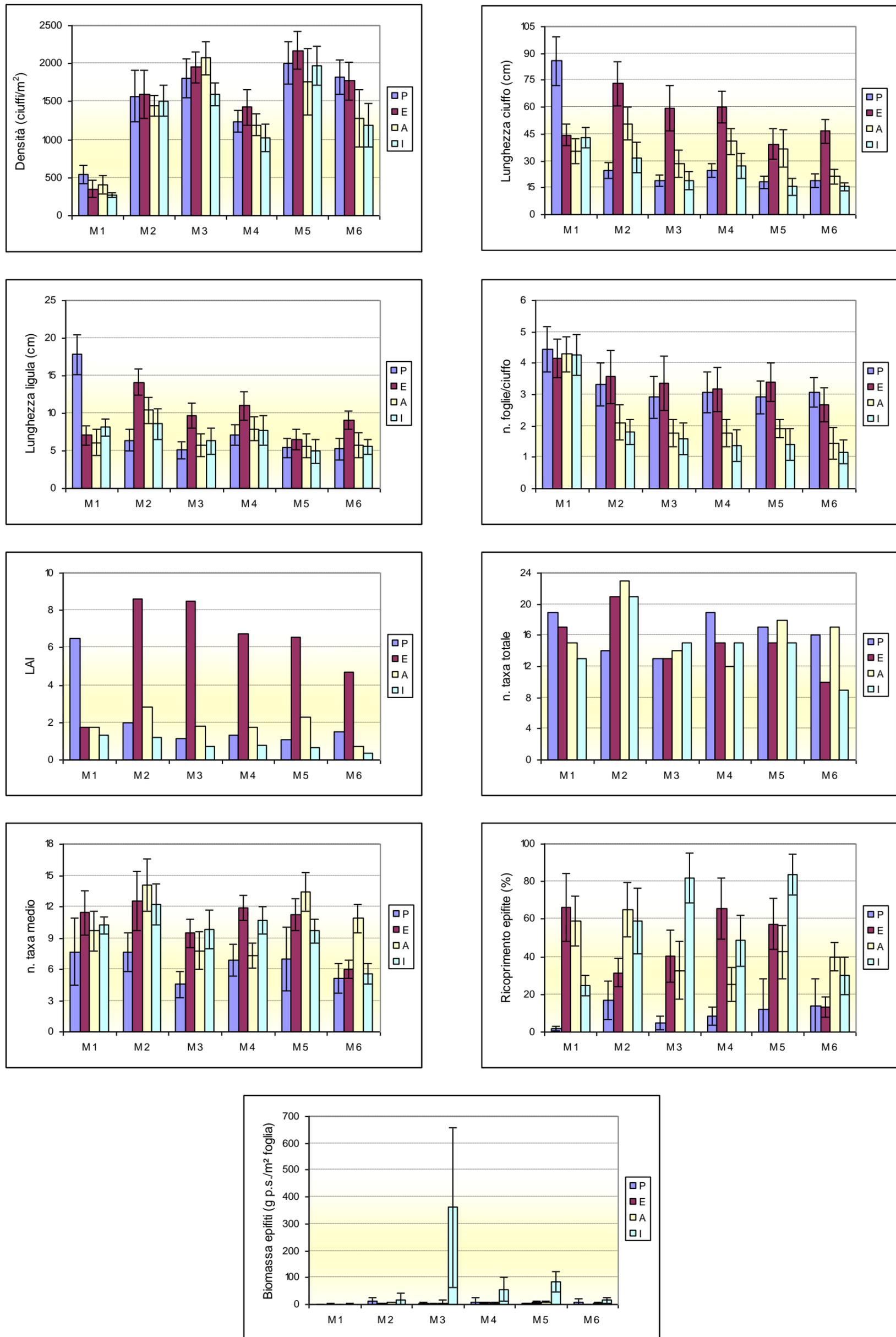


Figura 3.5 - Bocca di porto di Malamocco: rappresentazione grafica di alcuni indicatori strutturali (P=Primavera 2008; E=Estate 2008; A=Autunno 2008; I=Inverno 2008-2009).

3.1.4 Le stazioni della bocca di porto di Chioggia

Per una corretta interpretazione e confronto del presente anno di monitoraggio con quello dello studio di riferimento B.6.78/I (2003) è utile ricordare che, come riportato nel Rapporto di Pianificazione Operativa (Studio B.6.72 B/2), l'attuale stazione C2, a causa dell'estendersi delle concessioni dell'allevamento del *Tapes* dal 2003-2004, pur essendo sempre posta in una prateria a *Cymodocea nodosa* di simili caratteristiche, non coincide con quella campionata nel 2003.

Nel corso delle quattro campagne stagionali di monitoraggio dello Studio B.6.72 B/4, le praterie dove sono localizzate le sei stazioni di controllo hanno presentato **coperture** prossime al 100%, sia per *Cymodocea nodosa* (stazioni C2, C3, C4, C5 e C6), sia per *Zostera marina* (stazione C1), in linea con quanto registrato nello studio di riferimento del 2003; l'unica eccezione è rappresentata dalla stazione C3 nella stagione autunnale e in quella invernale, quando i valori di copertura si sono lievemente ridotti e stabilizzati intorno al 90%, come conseguenza dell'espansione delle limitrofe aree in concessione per l'allevamento del *Tapes* (tabelle 3.12, 3.11 e 3.16). La presenza della terza fanerogama *Nanozostera noltii*, infine, è apparsa limitata, non essendone mai stati rinvenuti ciuffi durante i campionamenti.

Per il parametro **densità media dei ciuffi fogliari** si registrano valori in linea con quelli degli intervalli attesi (2003) o, molto spesso, superiori ad essi, sia per *Zostera marina*, sia per *Cymodocea nodosa*, anche nel caso della stazione C3, che, come ricordato pocanzi, ha subito una lieve flessione nei valori di copertura (tabelle 3.12, 3.11 e 3.16). Anche nel confronto con i precedenti monitoraggi non si osservano valori in disaccordo rispetto ai range dello studio di riferimento (tabelle 3.12-3.16).

La **lunghezza dei ciuffi fogliari** in tutte le sei stazioni di controllo ha sempre presentato valori rientranti o superiori agli intervalli di riferimento dello studio *ante operam* (2003), nel caso sia di *Zostera marina*, sia di *Cymodocea nodosa*; solo per la stazione C2 (*Cymodocea*) durante la stagione primaverile, questo parametro è risultato di poco inferiore al valore soglia, ma è poi rientrato nei range già dal campionamento successivo (tabelle 3.12, 3.11 e 3.16).

Per la **lunghezza media della ligula** di *Cymodocea nodosa*, durante la stagione primaverile sono stati registrati valori inferiori ai range attesi in tutte le stazioni di controllo, poi rientrati comunque negli intervalli di riferimento già dalla stagione estiva; la sola eccezione è rappresentata dalla stazione C2, dove la densità torna sotto il valore soglia in autunno e in inverno (come si era già verificato durante i precedenti anni di monitoraggio) (tabelle 3.12-3.16). Per *Zostera marina*, invece, non si segnalano valori al di fuori dei range dello studio di riferimento del 2003 (tabelle 3.12, 3.15 e 3.16).

Il **numero medio di foglie** per ciuffo per le praterie a *Cymodocea nodosa* e a *Zostera marina* rientra sempre negli intervalli guida, non presentando mai anomalie rispetto allo studio di riferimento (tabelle 3.12, 3.11 e 3.16).

Anche per l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o LAI), che rappresenta la superficie fogliare fotosinteticamente attiva presente su 1 m² di fondale, durante il presente anno di monitoraggio non sono mai stati segnalati valori che ricadano fuori dagli intervalli guida del 2003 (tabelle 3.12-3.16). Per quanto riguarda la parte ipogea delle piante, non sono mai stati rilevati fenomeni anossici o un'eccessiva presenza di rizomi morti; per la parte epigea, invece, sia per *Cymodocea* che per *Zostera*, il rapporto tra la parte viva della foglia (verde) e quella morta (scura) è risultato talvolta inferiore a quelli attesi (con riduzioni massime dell'ordine del 4-5%), rimanendo pur sempre elevato (superiore al 91%) (tabelle 3.12, 3.11 e 3.16).

Anche per le stazioni della bocca dei porto di Chioggia, il rinvenimento di ciuffi fertili e/o di semi nel sedimento è da considerarsi positivamente, poiché conferma come nelle praterie si svolgano con regolarità i processi vegetativi e riproduttivi (tabella 3.12).

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

Passando ora all'analisi dei parametri inerenti l'epifitismo, l'**elenco floristico-faunistico** complessivo degli organismi che colonizzano le lamine fogliari delle 5 stazioni a *Cymodocea nodosa*, costituito da 45 taxa di cui 38 macroalghe e 7 zoobentonti, è risultato inferiore a quello rilevato nello studio di riferimento, dove, infatti, sono stati determinati 76 taxa ripartiti in 62 macroalghe e 14 zoobentonti. Anche per *Zostera marina* l'elenco floristico-faunistico complessivo degli organismi, costituito da 17 taxa di cui 12 macroalghe e 5 zoobentonti, subisce un decremento e appare pressoché dimezzato rispetto a quello rilevato nello studio di riferimento, dove erano presenti 36 taxa ripartiti in 31 macroalghe e 5 zoobentonti. Sia per *Zostera marina* che per *Cymodocea nodosa*, il **numero totale di specie** e quello **medio** per ciuffo, sono risultati in tutte le stazioni molto spesso inferiori ai range di riferimento osservati durante il monitoraggio *ante operam* del 2003, come si era già verificato nei precedenti anni di monitoraggio (tabelle 3.12-3.16).

L'**indice di Diversità di Shannon**, nella stazione C1 a *Zostera marina* (dati normalizzati ID=1,24) risulta in lieve calo rispetto a quella dello studio di riferimento B.6.78/I (dati normalizzati ID=1,58), mentre, per le stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati normalizzati ID=1,56), il decremento dell'indice, rispetto allo Studio B.6.78/I, è più marcato (dati normalizzati ID=2,48). Il test non parametrico (Mann-Whitney U test) indica, infatti, come si è verificato anche per Malamocco, una differenza statisticamente significativa tra gli indici di diversità dei due monitoraggi ($P < 0,05$) relativamente alle sole stazioni a *Cymodocea nodosa*.

Per la prateria a *Zostera marina* della stazione C1, nel 2003 le specie più importanti erano le diatomee coloniali, le alghe rosse *Pneophyllum fragile* e *Ceramium diaphanum*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli e l'antozoo Actiniidae indet. Nel monitoraggio attuale le specie più significative sono le diatomee coloniali, l'alga rossa *Pneophyllum fragile*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli e l'idrozoa *Laomedea calceolifera*. Le differenze tra le comunità presenti sulle lamine di *Zostera marina* dei due monitoraggi sono dovute soprattutto alle diatomee e all'alga bruna *Myrionema orbiculare* (più abbondanti nello studio di riferimento) e all'alga rossa *Pneophyllum fragile* (più presente nel monitoraggio del 2008).

Come si è verificato per la bocca di porto di Malamocco, dal momento che il Mann-Whitney U test ha evidenziato una differenza statisticamente significativa tra gli indici di diversità dei due monitoraggi ($P < 0,05$) solamente per quanto riguarda le stazioni a *Cymodocea nodosa*, si è passati ad un'analisi più approfondita delle comunità presenti sulle lamine di questa macrofita, applicando l'analisi ANOSIM. Le differenze statisticamente significative ($P < 0,001$) che si registrano tra il presente studio e quello di riferimento (B.6.78/I), sulla base del valore del Global R (0,478 dati di ricoprimento senza trasformazione; 0,569 dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata; 0,559 dati di ricoprimento trasformati con doppia radice quadrata; 0,401 dati di presenza-assenza) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R, sono valutate nel complesso moderato-elevate. Anche l'impiego della metodica di analisi multivariata MultiDimensional Scaling (MDS), che aggrega tra loro i siti di campionamento nelle praterie a *Cymodocea nodosa* in base al grado di similarità via via crescente (figure 3.6-3.8) [Clarke et Warwick, 1994], conferma la differenziazione tra lo studio di riferimento ed il monitoraggio attuale, riconducibile soprattutto alla diversa abbondanza di alcune specie.

Per le praterie a *Cymodocea nodosa* nel 2003 le specie più importanti sono le diatomee coloniali, le alghe rosse *Hydrolithon boreale*, *Pneophyllum fragile* e *Ceramium diaphanum*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli, l'antozoo Actiniidae indet. e il tunicato coloniale *Botryllus schlosseri*; questi organismi determinano una similarità dell'epifitismo delle cinque stazioni a *Cymodocea nodosa* dell'ordine del 60%. Nel monitoraggio attuale le specie più importanti sono le diatomee coloniali, le alghe rosse incrostanti *Hydrolithon boreale* e *Pneophyllum fragile*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli, specie che determinano una similarità dell'epifitismo delle cinque stazioni a

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

Cymodocea nodosa dell'ordine del 80%. Il maggior contributo alla differenziazione tra le comunità presenti sulle lamine di *Cymodocea nodosa* dei due monitoraggi, è portato principalmente dalle diatomee (più abbondanti del 7,4% nello studio di riferimento) e dalle alghe rosse *Hydrolithon boreale* e *Pneophyllum fragile* (più presenti nel monitoraggio del 2008). Una lieve riduzione (-6,1%) si rileva anche per la componente zoobentonica.

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

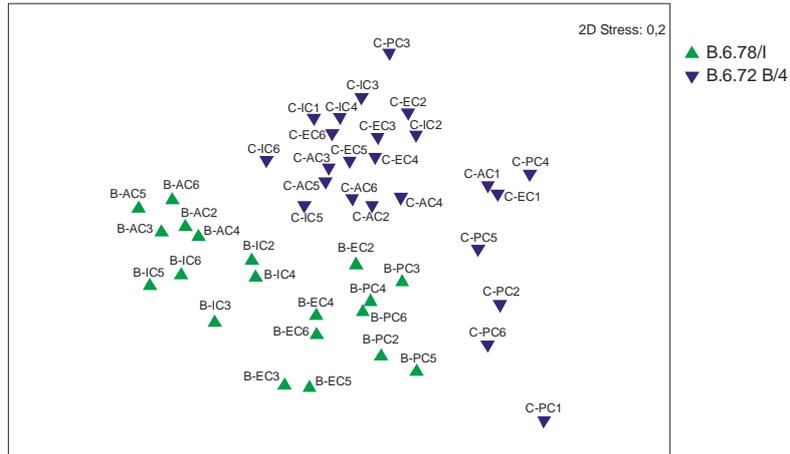


Figura 3.6 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento senza trasformazione)

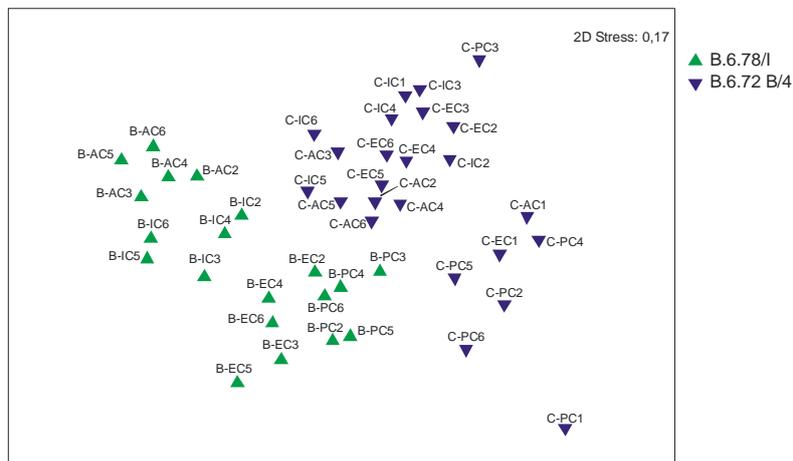


Figura 3.7 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata).

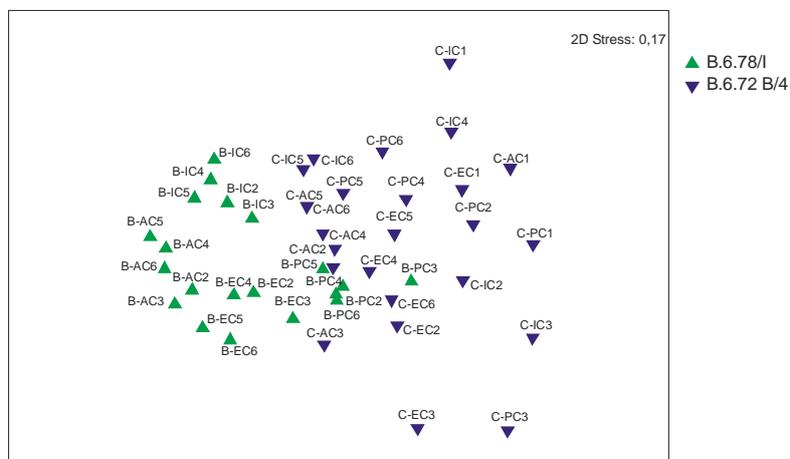


Figura 3.8 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (presenza-assenza).

CORILA

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

Tabella 3.12 - Stazioni Chioggia 1-2-3-4-5-6: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relativamente allo Studio B.6.72 B/4 (anno 2008-09). Lo studio B.6.78/1 raccoglie i dati del 2003.

| | B.6.78 | C1 | C1 | C1 | C1 | B.6.78 | C2 | C2 | C2 | C2 | B.6.78 | C3 | C3 | C3 | C3 |
|--|--------------|-----------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|---------|---------|
| | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 732-1107 | 1476 | 1060 | 1181 | 1218 | 1609-2155 | 2576 | 2784 | 2176 | 1764 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 344-546 | 586 | 394 | 397 | 350 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0-19 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 177 | 115 | 109 | 0-28 | 115 | 74 | 226 | 90 |
| Copertura prateria (%) | 80-90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 60-100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 90 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 30,3-57,5 | 49,9 | 54,6 | 40,3 | 43,4 | 17,7-77,0 | 17,4 | 72,5 | 30,4 | 20,8 | 11,4-33,6 | 11,9 | 28,1 | 17,9 | 15,3 |
| Lunghezza ligula (cm) | 7,4-11,2 | 11,1 | 9,8 | 8,0 | 8,6 | 6,8-13,8 | 4,7 | 13,4 | 6,7 | 6,5 | 4,4-7,4 | 3,7 | 5,5 | 5,0 | 5,0 |
| N. foglie/ciuffo | 3,9-4,8 | 4,3 | 4,1 | 4,1 | 4,0 | 1,2-3,6 | 3,1 | 2,8 | 1,7 | 1,7 | 1,2-3,9 | 3,3 | 3,1 | 1,7 | 1,7 |
| LAI (Leaf Area Index) | 1,4-5,8 | 4,4 | 2,6 | 1,9 | 1,8 | 0,4-6,2 | 1,1 | 5,2 | 1,1 | 0,6 | 0,5-8,9 | 1,1 | 4,6 | 0,9 | 0,6 |
| % parte viva ciuffo | 97,9-98,8 | 99,3 | 93,8 | 96,6 | 97,2 | 97,5-100 | 99,0 | 99,7 | 97,3 | 98,3 | 92,0-99,0 | 91,3 | 96,5 | 98,3 | 95,9 |
| Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no |
| Rilevante presenza di rizomi morti | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no |
| N. taxa totale complessivo | 12-24 | 7 | 10 | 8 | 10 | 19-38 | 10 | 11 | 17 | 9 | 12-35 | 6 | 7 | 17 | 6 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 6,7-14,1 | 4,3 | 6,7 | 5,6 | 6,1 | 15,3-17,2 | 5,2 | 7,0 | 10,4 | 6,1 | 7,8-14,5 | 3,6 | 5,0 | 10,4 | 5,4 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,027-0,584 | 0,050 | 0,079 | 0,132 | 0,332 | 0,106-0,483 | 0,103 | 0,119 | 0,243 | 0,198 | 0,111-0,621 | 0,200 | 0,195 | 0,428 | 0,263 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 2,7-58,4 | 5,0 | 7,9 | 13,2 | 33,2 | 10,6-48,3 | 10,3 | 11,9 | 24,3 | 19,8 | 11,1-62,1 | 20,0 | 19,5 | 42,8 | 26,3 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 2,1-29,6 | 0,1 | 0,4 | 1,7 | 3,7 | 2,7-69,5 | 1,3 | 0,7 | 3,0 | 2,1 | 0,7-91,5 | 6,8 | 0,3 | 6,7 | 2,1 |

| | B.6.78 | C4 | C4 | C4 | C4 | B.6.78 | C5 | C5 | C5 | C5 | B.6.78 | C6 | C6 | C6 | C6 |
|--|--------------|-----------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|---------|---------|--------------|-----------|--------|---------|---------|
| | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno | (intervallo) | Primavera | Estate | Autunno | Inverno |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 1206-1519 | 1649 | 1423 | 1507 | 1476 | 1085-1383 | 1717 | 1175 | 1352 | 1401 | 1045-1423 | 1218 | 1256 | 1243 | 1225 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0 | 6 | 167 | 93 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 9 | 0 | 0 |
| Copertura prateria (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 16,8-81,6 | 21,6 | 79,1 | 48,1 | 28,6 | 16,9-75,8 | 26,6 | 86,4 | 57,0 | 37,0 | 19,2-68,8 | 21,3 | 65,9 | 56,5 | 26,5 |
| Lunghezza ligula (cm) | 6,9-16,0 | 6,0 | 17,1 | 9,6 | 9,5 | 7,8-15,3 | 7,3 | 14,9 | 9,7 | 10,6 | 8,1-14,8 | 6,6 | 13,2 | 10,1 | 9,5 |
| N. foglie/ciuffo | 1,4-3,5 | 3,5 | 2,9 | 1,7 | 1,5 | 1,1-4,0 | 3,0 | 3,4 | 1,8 | 1,6 | 1,1-3,3 | 3,0 | 3,1 | 1,7 | 1,3 |
| LAI (Leaf Area Index) | 0,7-11,9 | 1,9 | 7,9 | 2,3 | 1,0 | 0,6-15,1 | 1,9 | 9,5 | 3,2 | 1,4 | 0,3-9,1 | 1,0 | 5,8 | 2,3 | 0,7 |
| % parte viva ciuffo | 97,3-99,9 | 93,3 | 99,5 | 98,4 | 94,7 | 95,2-99,9 | 98,8 | 99,1 | 97,8 | 98,3 | 97,3-100 | 96,2 | 99,1 | 96,9 | 97,5 |
| Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no |
| Rilevante presenza di rizomi morti | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no | no |
| N. taxa totale complessivo | 16-39 | 14 | 16 | 19 | 11 | 20-42 | 19 | 15 | 23 | 24 | 19-44 | 17 | 15 | 22 | 20 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 13,0-20,6 | 4,1 | 9,2 | 11,8 | 8,0 | 13,5-22,6 | 8,4 | 11,2 | 15,6 | 15,1 | 13,3-21,4 | 6,6 | 8,6 | 14,3 | 12,8 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,134-0,583 | 0,057 | 0,262 | 0,169 | 0,374 | 0,049-0,747 | 0,125 | 0,526 | 0,493 | 0,463 | 0,136-0,661 | 0,179 | 0,532 | 0,569 | 0,693 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 13,4-58,3 | 5,7 | 26,2 | 16,9 | 37,4 | 4,9-74,7 | 12,5 | 52,6 | 49,3 | 46,3 | 13,6-66,1 | 17,9 | 53,2 | 56,9 | 69,3 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 2,7-197,8 | 1,1 | 0,8 | 2,4 | 4,5 | 3,2-183,9 | 13,4 | 4,1 | 4,7 | 35,6 | 5,3-225,6 | 16,5 | 3,6 | 18,4 | 89,8 |

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

(1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².

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

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

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella 3.16), lo scostamento è segnalato con il colore verde (quando il valore rilevato è superiore al range) e con il colore rosso (quando il valore rilevato risulta inferiore).

Tabella 3.13 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le due campagne stagionali (aut.-inv.) dello Studio B.6.72 B/2 (anno 2006-07).

| | Bocca di porto di Chioggia | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | C1 | | C2 | | C3 | | C4 | | C5 | | C6 | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 970 | 1011 | 1547 | 2306 | 977 | 1252 | 1200 | 1293 | 918 | 1293 |
| Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²) | 295 | 304 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 |
| Copertura prateria (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 51,7 | 52,6 | 15,7 | 23,6 | 11,3 | 18,3 | 15,1 | 26,3 | 24,2 | 36,0 | 19,8 | 32,3 |
| Lunghezza ligula (cm) | 10,7 | 11,2 | 6,1 | 6,2 | 4,6 | 6,0 | 6,6 | 9,6 | 8,5 | 8,5 | 8,1 | 8,2 |
| N. foglie/ciuffo | 3,7 | 4,3 | 1,4 | 1,6 | 1,4 | 1,5 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,4 |
| LAI (Leaf Area Index) | 1,6 | 1,9 | 0,2 | 0,6 | 0,4 | 0,6 | 0,2 | 0,6 | 0,6 | 1,2 | 0,4 | 0,8 |
| % parte viva ciuffo | 99,3 | 99,6 | 97,0 | 99,0 | 99,2 | 99,2 | 97,9 | 99,3 | 99,0 | 99,4 | 97,7 | 98,8 |
| 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 | 7 | 11 | 12 | 14 | 13 | 16 | 10 | 13 | 18 | 25 | 25 | 27 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 5,7 | 6,7 | 6,8 | 8,5 | 6,7 | 11,2 | 5,2 | 6,3 | 12,0 | 12,3 | 14,5 | 14,7 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,019 | 0,065 | 0,174 | 0,421 | 0,445 | 0,527 | 0,025 | 0,156 | 0,339 | 0,863 | 0,312 | 0,700 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 1,9 | 6,5 | 17,4 | 42,1 | 44,5 | 52,7 | 2,5 | 15,6 | 33,9 | 86,3 | 31,2 | 70,0 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 0,1 | 0,2 | 2,1 | 29,8 | 7,4 | 9,8 | 0,6 | 2,0 | 9,9 | 18,2 | 7,9 | 31,2 |

Tabella 3.14 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/3 (anno 2007-08).

| | Bocca di porto di Chioggia | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | C1 | | C2 | | C3 | | C4 | | C5 | | C6 | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 1001 | 1810 | 1609 | 2421 | 1383 | 1705 | 1203 | 1618 | 1045 | 1876 |
| Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²) | 388 | 722 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0 | 22 | 3 | 56 | 0 | 239 | 0 | 50 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| Copertura prateria (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 54,2 | 63,0 | 23,3 | 75,0 | 14,9 | 32,7 | 23,0 | 86,0 | 31,9 | 93,2 | 24,1 | 75,8 |
| Lunghezza ligula (cm) | 10,8 | 12,8 | 6,3 | 15,7 | 3,7 | 5,9 | 7,2 | 17,3 | 8,1 | 18,7 | 5,4 | 15,3 |
| N. foglie/ciuffo | 3,9 | 4,0 | 1,5 | 3,5 | 1,4 | 3,2 | 1,4 | 3,1 | 1,5 | 3,3 | 1,4 | 3,0 |
| LAI (Leaf Area Index) | 2,5 | 6,5 | 0,6 | 3,7 | 0,5 | 3,2 | 0,7 | 7,0 | 1,0 | 10,4 | 0,6 | 5,5 |
| % parte viva ciuffo | 98,3 | 99,3 | 99,2 | 99,8 | 94,5 | 99,5 | 97,6 | 99,8 | 99,2 | 99,9 | 98,4 | 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 | 9 | 18 | 7 | 17 | 7 | 14 | 12 | 17 | 10 | 23 | 12 | 20 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 5,4 | 12,7 | 4,6 | 8,5 | 4,8 | 8,6 | 6,4 | 8,7 | 5,7 | 12,5 | 7,5 | 13,0 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,040 | 0,419 | 0,082 | 0,299 | 0,079 | 0,399 | 0,087 | 0,304 | 0,058 | 0,461 | 0,208 | 0,673 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 4,0 | 41,9 | 8,2 | 29,9 | 7,9 | 39,9 | 8,7 | 30,4 | 5,8 | 46,1 | 20,8 | 67,3 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 0,1 | 1,5 | 1,1 | 3,9 | 0,5 | 5,5 | 0,5 | 2,8 | 1,0 | 7,9 | 1,2 | 91,7 |

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

(1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².

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

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

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella 3.16), lo scostamento è segnalato con il colore verde (quando il valore rilevato è superiore al range) e con il colore rosso (quando il valore rilevato risulta inferiore).

Tabella 3.15 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/4 (anno 2008-09).

| | Bocca di porto di Chioggia | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | C1 | | C2 | | C3 | | C4 | | C5 | | C6 | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 1060 | 1476 | 1764 | 2784 | 1423 | 1649 | 1175 | 1717 | 1218 | 1256 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 350 | 586 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0 | 12 | 50 | 177 | 74 | 226 | 0 | 167 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| Copertura prateria (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 40,3 | 54,6 | 17,4 | 72,5 | 11,9 | 28,1 | 21,6 | 79,1 | 26,6 | 86,4 | 21,3 | 65,9 |
| Lunghezza ligula (cm) | 8,0 | 11,1 | 4,7 | 13,4 | 3,7 | 5,5 | 6,0 | 17,1 | 7,3 | 14,9 | 6,6 | 13,2 |
| N. foglie/ciuffo | 4,0 | 4,3 | 1,7 | 3,1 | 1,7 | 3,3 | 1,5 | 3,5 | 1,6 | 3,4 | 1,3 | 3,1 |
| LAI (Leaf Area Index) | 1,8 | 4,4 | 0,6 | 5,2 | 0,6 | 4,6 | 1,0 | 7,9 | 1,4 | 9,5 | 0,7 | 5,8 |
| % parte viva ciuffo | 93,8 | 99,3 | 97,3 | 99,7 | 91,3 | 98,3 | 93,3 | 99,5 | 97,8 | 99,1 | 96,2 | 99,1 |
| 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 | 7 | 10 | 9 | 17 | 6 | 17 | 11 | 19 | 15 | 24 | 15 | 22 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 4,3 | 6,7 | 5,2 | 10,4 | 3,6 | 10,4 | 4,1 | 11,8 | 8,4 | 15,6 | 6,6 | 14,3 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,050 | 0,332 | 0,103 | 0,243 | 0,195 | 0,428 | 0,057 | 0,374 | 0,125 | 0,526 | 0,179 | 0,693 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 5,0 | 33,2 | 10,3 | 24,3 | 19,5 | 42,8 | 5,7 | 37,4 | 12,5 | 52,6 | 17,9 | 69,3 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 0,1 | 3,7 | 0,7 | 3,0 | 0,3 | 6,8 | 0,8 | 4,5 | 4,1 | 35,6 | 3,6 | 89,8 |

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

(1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².

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

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

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella 3.16), lo scostamento è segnalato con il colore verde (quando il valore rilevato è superiore al range) e con il colore rosso (quando il valore rilevato risulta inferiore).

Tabella 3.16 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.78/I (anno 2003).

| | Bocca di porto di Chioggia | | | | | |
|--|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 732-1107 | 1609-2155 | 1206-1519 | 1085-1383 | 1045-1423 |
| Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²) | 344-546 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾ | 0-19 | 0 | 0-28 | 0 | 0 | 0 |
| Copertura prateria (%) | 80-90 | 60-100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Lunghezza ciuffi (cm) | 30,3-57,5 | 17,7-77,0 | 11,4-33,6 | 16,8-81,6 | 16,9-75,8 | 19,2-68,8 |
| Lunghezza ligula (cm) | 7,4-11,2 | 6,8-13,8 | 4,4-7,4 | 6,9-16,0 | 7,8-15,3 | 8,1-14,8 |
| N. foglie/ciuffo | 3,9-4,8 | 1,2-3,6 | 1,2-3,9 | 1,4-3,5 | 1,1-4,0 | 1,1-3,3 |
| LAI (Leaf Area Index) | 1,4-5,8 | 0,4-6,2 | 0,5-8,9 | 0,7-11,9 | 0,6-15,1 | 0,3-9,1 |
| % parte viva ciuffo | 97,9-98,8 | 97,5-100 | 92,0-99,0 | 97,3-99,9 | 95,2-99,9 | 97,3-100 |
| 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 | 12-24 | 19-38 | 12-35 | 16-39 | 20-42 | 19-44 |
| N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁾ | 6,7-14,1 | 15,3-17,2 | 7,8-14,5 | 13,0-20,6 | 13,5-22,6 | 13,3-21,4 |
| Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽³⁾ | 0,027-0,584 | 0,106-0,483 | 0,111-0,621 | 0,134-0,583 | 0,049-0,747 | 0,136-0,661 |
| % ricoprimento ⁽²⁾ | 2,7-58,4 | 10,6-48,3 | 11,1-62,1 | 13,4-58,3 | 4,9-74,7 | 13,6-66,1 |
| Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁾ | 2,1-29,6 | 2,7-69,5 | 0,7-91,5 | 2,7-197,8 | 3,2-183,9 | 5,3-225,6 |

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

(1) = Per *Z. marina* i valori sono espressi in ciuffi fertili/m², per *C. nodosa* in semi/m².

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

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

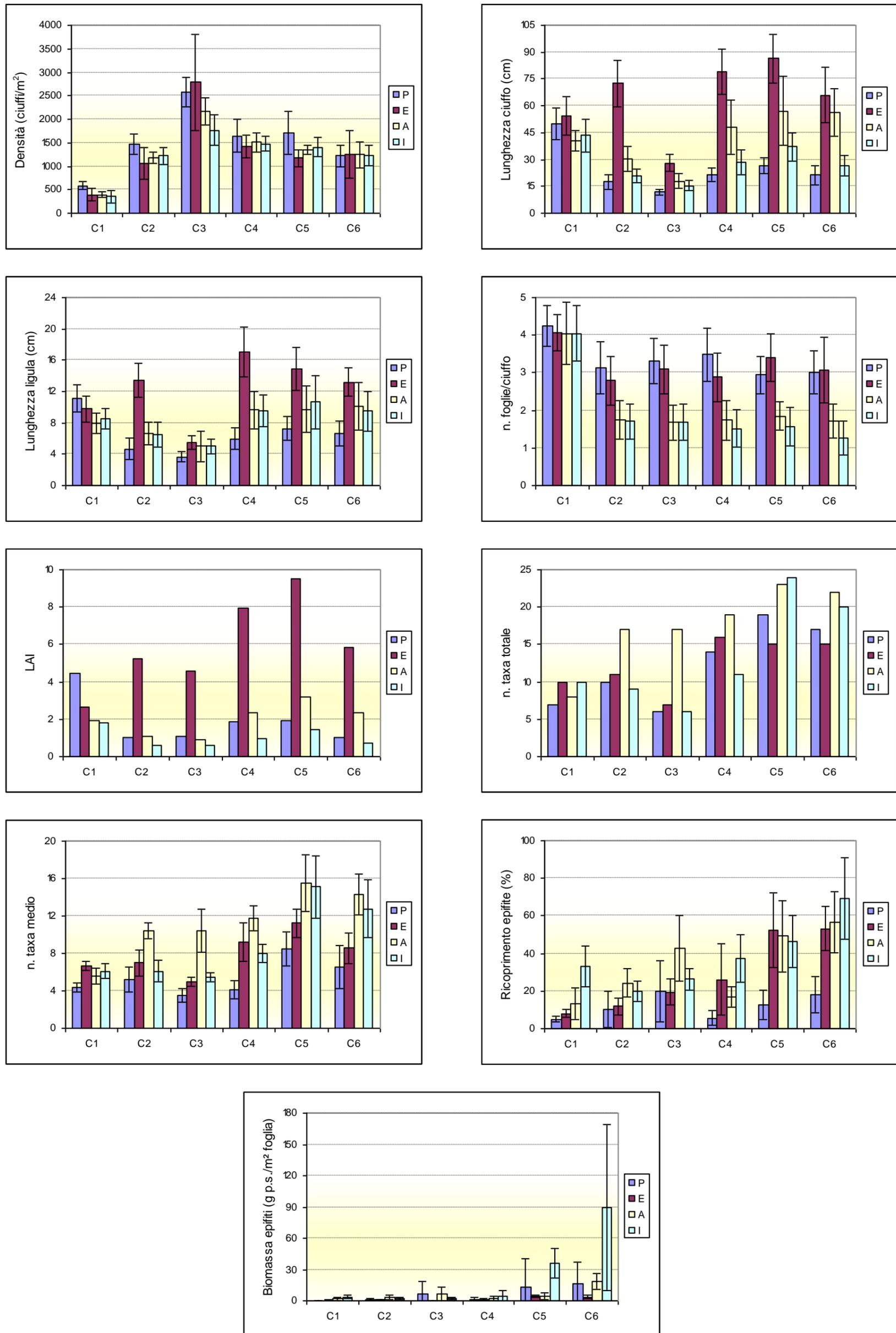


Figura 3.9 - Bocca di porto di Chioggia: rappresentazione grafica di alcuni indicatori strutturali (P=Primavera 2008; E=Estate 2008; A=Autunno 2008; I=Inverno 2008-2009).

3.1.5 Analisi delle variazioni osservate nell'epifitismo delle fanerogame marine

Le differenze, anche statisticamente significative, osservate nelle strutture e nelle composizioni delle comunità epifitiche rispetto allo studio *ante operam* B.6.78/I (anno 2003), vengono ora analizzate per comprendere se e quanto esse possano essere attribuite alla torbidità dell'acqua, alla sedimentazione del particolato sospeso e all'idrodinamismo (segnalati in letteratura come fattori in grado di ostacolare la capacità di attecchimento e sviluppo degli epifiti sulle lamine fogliari) o ad altre cause (come, ad esempio, la variabilità naturale e i fattori meteo-climatici).

In linea con quanto osservato nei precedenti anni di monitoraggio, va subito precisato come le differenze riscontrate nella comunità epifitica per quanto riguarda il numero di specie (totale e per stazione) e per le abbondanze (ricoprimento e biomassa) siano quest'anno assenti nelle praterie bocca di Lido ma, ancora presenti, in quelle delle altre due bocche di porto, soprattutto a Chioggia.

Già nel Rapporto Finale del precedente anno di monitoraggio (Studio B.6.72 B/3), alcuni dei fattori citati pocanzi erano stati ritenuti poco attendibili come possibili cause delle variazioni registrate nella struttura delle comunità e, a distanza di un anno, si può ribadire che:

- la **torbidità** dell'acqua non è probabilmente coinvolta in queste modificazioni, poiché i dati del presente monitoraggio rilevati dalle sonde fisse delle tre bocche di porto non segnalano variazioni tali da giustificare i cambiamenti osservati [Magistrato alle Acque, 2009]. Un eventuale aumento della torbidità avrebbe influenzato negativamente la disponibilità della radiazione luminosa e quindi la capacità fotosintetica e lo sviluppo non solo della componente algale dell'epifitismo, ma in parte anche dell'apparato fogliare delle fanerogame. In nessuna delle stazioni di monitoraggio delle tre bocche di porto sono state riscontrate situazioni in cui i ciuffi fogliari abbiano fatto registrare uno sviluppo limitato o incrementi dei fenomeni di necrosi (tabelle 3.1, 3.7 e 3.12);
- la **sedimentazione del particolato sospeso** sulle lamine fogliari, non sembra essere direttamente coinvolta nelle variazioni osservate nella comunità epifitica, perché durante le quattro stagioni di monitoraggio del presente studio, in nessuna stazione di controllo delle tre bocche di porto sono stati riscontrati ciuffi con deposizione anomala di particolato sulle lamine.

L'**idrodinamismo** è più volte citato in letteratura come una delle possibili cause di variazioni a carico della componente epifitica e potrebbe quindi essere coinvolto nelle modificazioni osservate, soprattutto per quanto riguarda l'abbondanza. Numerosi lavori che hanno investigato le dinamiche delle epifite delle fanerogame marine identificano nell'accentuato movimento delle lamine fogliari, dovuto ad incrementi dei flussi idrodinamici, il fattore puramente fisico di disturbo in grado di favorire, tramite la creazione di una forza abrasiva, la perdita di specie dalla superficie fogliare e di ostacolare l'attecchimento degli organismi [Lavery *et al.*, 2007]. Nel caso specifico delle spore algali, anche moderate velocità dei flussi idrici possono incidere sul loro attecchimento [Granhag *et al.*, 2007].

Alcuni autori ravvisano nelle dinamiche di attecchimento degli organismi sulle lamine le difficoltà di avvio della colonizzazione che verrebbe superata una volta insediate le prime alghe calcaree incrostanti. Queste, essendo caratterizzate da un'elevata resistenza meccanica allo strofinamento, contribuiscono ad incrementare la ruvidità della superficie fogliare, favorendo il successivo attecchimento da parte di altre tipologie algali [Lavery *et al.*, 2007].

Diversi lavori ravvisano che in aree dove maggiore è l'idrodinamismo si determina una maggiore abbondanza dell'epifitismo algale [Larkum *at al.*, 2006] perché si riduce il *grazing* da parte delle specie animali, che risultano ostacolate dalla corrente [Shanz *et al.*, 2002]. Incrementi dell'idrodinamica favoriscono, inoltre, un maggiore afflusso e assorbimento di nutrienti attraverso la lamina fogliare [Ghisalberti e Nepf, 2002; Koch *et al.*, 2006] o attraverso le stesse epifite algali

[Cornelisen e Thomas, 2002].

Sulla base di quanto descritto, qualora fossero presenti variazioni dei flussi idrodinamici all'interno delle praterie a fanerogame questi non dovrebbero comunque essere di grande entità poiché anche nel monitoraggio del 2008, come in quello del 2007, non sono stati osservati impatti negativi a livello di descrittori strutturali (densità e grado di copertura) o funzionali (dimensioni dei ciuffi, numero di foglie, LAI) [Shanz e Asmus, 2003; Bos *et al.*, 2005]. Le osservazioni in campo non hanno mai ravvisato rotture nelle lamina fogliare con riduzioni delle dimensioni dei ciuffi per cause riconducibili ad aumenti della velocità dei flussi.

Per poter approfondire l'analisi degli effetti dell'idrodinamica sul comparto *epifite-grazing* [Schanz *et al.*, 2002], le epifite macroalgali (incluse le diatomee bentoniche) delle fanerogame marine dello studio *ante operam* e degli studi B.6.72 B/3 e B/4 sono state suddivise in tre categorie morfo-funzionali, valutandone i rapporti per numero di specie e abbondanza (espressa come ricoprimento in cm²): le *encrusting layer* (alghe incrostanti o prostrate), le *turf layer* (alghe di lunghezza inferiore a 10 mm) e le *erect layer* (alghe superiori ad 10 mm) [Airoldi e Cinelli, 1997; Irving e Connell, 2002a,b; Ballata *et al.*, 2004].

L'analisi dei grafici (figure 3.10-3.12) evidenzia come le *encrusting layer* per **numero di specie** appaiano relativamente stabili nei tre anni considerati (2003, 2007 e 2008), con incrementi e decrementi limitati e senza che si debbano segnalare cambi di specie; evidente è invece l'incremento di **abbondanza** delle *encrusting layer* in tutte e tre le bocche di porto, rispetto sia allo stato di riferimento sia al precedente anno di monitoraggio.

In tutte le bocche di porto le *erect layer* fanno registrare piccole variazioni rispetto al precedente monitoraggio, mentre sono evidenti i decrementi nei confronti dello studio *ante operam* sia per il numero di specie (calo di circa il 50%), sia per l'abbondanza (calo stimabile attorno al 50% per Lido e all'80-90% per Malamocco e Chioggia). Le specie coinvolte in questa riduzione delle *erect layer* sono prevalentemente le alghe brune dell'ordine Ectocarpales (*Ectocarpus* e *Hincksia*), le alghe rosse *Polysiphonia* spp., *Chondria capillaris* e *Ceramium* spp. e, tra le alghe verdi, *Cladophora* spp.

Per le *turf layer* il confronto tra il 2003 ed il precedente anno di monitoraggio aveva evidenziato una riduzione del numero di specie solo a Chioggia; per l'abbondanza, invece, si era rilevata una netta riduzione in tutte le bocche (stimabile tra il 70% a Lido e il 90% a Chioggia) e in cui era coinvolta principalmente la componente algale delle diatomee bentoniche (in particolare il genere *Navicula*), che nel periodo dello studio *ante operam* era risultata molto diffusa sulle lamine. Proprio alla variazione dell'abbondanza di questo gruppo algale sono riconducibili anche le principali differenze tra il precedente anno di monitoraggio e quello attuale; per quanto riguarda la bocca di porto di Chioggia e soprattutto di Malamocco si registra, infatti, un aumento del ricoprimento quasi esclusivamente delle diatomee bentoniche.

Come esposto nei paragrafi 3.1.2-3.1.3-3.1.4, dove sono stati discussi i dati dell'epifitismo delle tre bocche di porto, le riduzioni osservate rispetto allo stato di riferimento per le bocche di Malamocco e Chioggia riguardano il numero di specie e le abbondanze (in termini di ricoprimento e biomassa). La struttura e la composizione della comunità epifitica rimane sostanzialmente la stessa e non si segnala l'insediamento di nuove specie. La riduzione del numero di specie, infatti, che si ravvisa soprattutto a Chioggia, riguarda specie che la fitosociologia definisce "accidentali", la cui frequenza di rinvenimento è, per definizione, solitamente molto bassa e che si presentano con ricoprimenti molto limitati (ad esempio le alghe rosse *Dasya baillouviana*, *Polysiphonia morrowii* e *Polysiphonia scopulorum*, le alghe brune *Asperococcus compressus* e *Striaria attenuata* o, per lo zoobenthos, il briozoo *Zoobotryon verticillatum*).

L'analisi delle categorie morfo-funzionali, invece, evidenzia (rispetto allo studio *ante operam*) la sensibile riduzione della componente delle *erect* e delle *turf layer* a favore di quella delle *encrusting layer* (soprattutto per quanto riguarda il ricoprimento). Basandosi dai dati di letteratura [Airoldi e

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

Cinelli, 1997; Irving e Connell, 2002a,b; Ballata *et al.*, 2004] un possibile stress dovuto alla sedimentazione sarebbe poco probabile in quanto avrebbe dovuto indurre una riduzione delle *erect algae* più sensibili a favore delle *turf algae* più tolleranti. Le variazioni osservate indicano, invece, una riduzione indistinta sia delle *erect algae* sia delle *turf algae* (queste ultime prevalentemente con le diatomee bentoniche).

La suddivisione delle epifite delle lamine fogliari tra le macroalghe, lo zoobenthos e le diatomee bentoniche (tabella 3.17) denota come nella bocca di Lido per ambedue gli indicatori relativi al numero di specie, le variazioni rispetto allo studio *ante operam* siano limitate, mentre il ricoprimento presenti valori superiori sia per le macroalghe, sia per lo zoobenthos. Nelle altre due bocche di porto, Malamocco e Chioggia, la riduzione dei valori dei due parametri relativi al numero di specie (totale e per stazione) appare più marcato e riguarda le sole macroalghe a Malamocco e sia le macroalghe, sia lo zoobenthos a Chioggia. Come nella bocca di Lido i livelli di ricoprimento delle macroalghe non subiscono variazioni, mentre, anche se limitate, si notano riduzioni per il ricoprimento dello zoobenthos.

Dall'analisi dei dati si evidenzia come in tutte le bocche di porto la riduzione del ricoprimento rilevata nel 2008 (e anche nei precedenti anni) sulle lamine fogliari delle fanerogame, rispetto al periodo *ante operam*, sia prevalentemente dovuta al calo delle diatomee bentoniche che hanno inciso sul ricoprimento soprattutto nei mesi invernali e autunnali dello studio del 2003.

Come già segnalato nel paragrafo 3.1.2, le maggiori temperature rilevate nel 2002 e nel 2003 (associate ad una minore frequenza di eventi meteo-marini che hanno ridotto i dinamismi delle acque) potrebbero aver favorito un sovra-sviluppo di questa componente bentonica, soprattutto nei mesi invernali e autunnali, come accaduto nel 2002 per le Ectocarpales (alghe brune) nelle praterie a fanerogame soprattutto di Malamocco.

Non appare facilmente spiegabile, invece, giustificare la riduzione del numero di specie totale e per stazione rilevato nelle bocche di Malamocco e Chioggia.

Tabella 3.17 - Valori totali e/o medi per bocca di porto degli indicatori delle epifite delle lamine fogliari delle fanerogame marine dello Studio *ante operam* e dello studio attuale.

| Lido | Macroalghe | | Zoobenthos | | Diatomee spp. | |
|----------------------|-------------------|------|-------------------|------|----------------------|------|
| | 2003 | 2008 | 2003 | 2008 | 2003 | 2008 |
| N. specie totale | 51 | 45 | 13 | 10 | --- | --- |
| N. specie medio /st. | 30,8 | 26,7 | 6,6 | 6,7 | --- | --- |
| Ricopr. medio%/st. | 18,5 | 29,7 | 4,7 | 7,4 | 16,2 | 5,3 |

| Malamocco | Macroalghe | | Zoobenthos | | Diatomee spp. | |
|----------------------|-------------------|------|-------------------|------|----------------------|------|
| | 2003 | 2008 | 2003 | 2008 | 2003 | 2008 |
| N. specie totale | 56 | 36 | 12 | 10 | --- | --- |
| N. specie medio /st. | 36,0 | 21,8 | 8,4 | 5,8 | --- | --- |
| Ricopr. medio%/st. | 23,0 | 26,0 | 8,4 | 3,3 | 22,6 | 9,2 |

| Chioggia | Macroalghe | | Zoobenthos | | Diatomee spp. | |
|----------------------|-------------------|------|-------------------|------|----------------------|------|
| | 2003 | 2008 | 2003 | 2008 | 2003 | 2008 |
| N. specie totale | 62 | 38 | 14 | 7 | --- | --- |
| N. specie medio /st. | 44,0 | 22,0 | 9,0 | 4,6 | --- | --- |
| Ricopr. medio%/st. | 23,3 | 22,7 | 11,1 | 5,0 | 10,5 | 3,1 |

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

Considerando come la riduzione delle epifite macroalgali non appaia collegata ad uno specifico fattore ecologico delle macroalghe (eutrofizzazione, sedimentazione, luminosità, ecc.), sembra ragionevole un possibile coinvolgimento del fattore idrodinamismo in questa modificazione.

Questa ipotesi sarebbe supportata dall'analisi della diversa resistenza che i tre gruppi morfologici offrono ad uno stress derivante da sbattimento o sfregamento delle lamine fogliari, in seguito ad un incremento dell'idrodinamica (fig. 3.13). Le alghe incrostanti, esposte al possibile impatto, hanno la capacità di risentirne meno e di resistere maggiormente rispetto alle altre due componenti, in particolare le *erect layer*; proprio questo gruppo algale ha presentato un marcato incremento del ricoprimento percentuale tra lo studio *ante operam* e l'attuale monitoraggio in tutte e tre le bocche di porto, molto più accentuato di quello registrato tra lo studio *ante operam* e il precedente studio (B.6.72 B/3).

Una seconda ipotesi, in parte collegata alla prima [vedi "Cascading effects of hydrodynamics on an epiphyte-grazer system ..." in Schanz *et al.*, 2002] potrebbe veder interessato un mutamento delle dinamiche del *grazing* che trova nelle forme algali erette (5-10 cm) e turf (< 1 cm) tipologie alimentari più semplici rispetto alle tipologie incrostanti che richiedono, da parte degli organismi zoobentonici, la presenza di strutture più specializzate per l'asportazione. I lavori di Steneck e Watling (1982), Steneck (1983) e Littler e Littler (1980), che hanno investigato l'attitudine degli erbivori ad alimentarsi di macroalghe in base alle loro dimensioni e alle loro caratteristiche morfologiche della bocca, hanno evidenziato come le forme crostose coralline siano quelle che presentano la maggiore "grazing difficulty" perché, contenendo carbonato di calcio, richiedono organi specializzati per la loro asportazione.

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

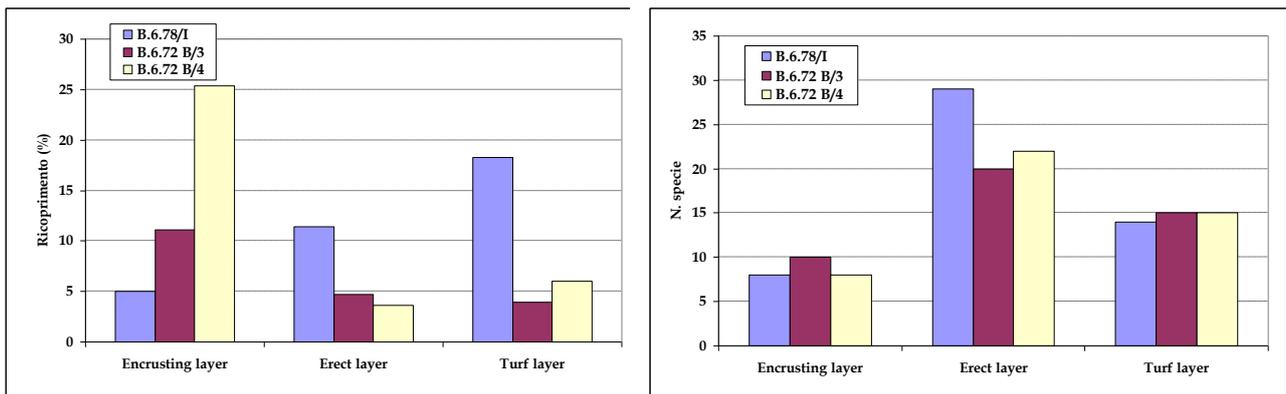


Fig. 3.10 - Bocca di porto di Lido: variazioni della comunità epifitica (ripartita nelle tre categorie morfo-funzionali, tra lo studio di *ante operam* e gli ultimi due monitoraggi annuali (Studi B.6.78 B/3 e B/4).

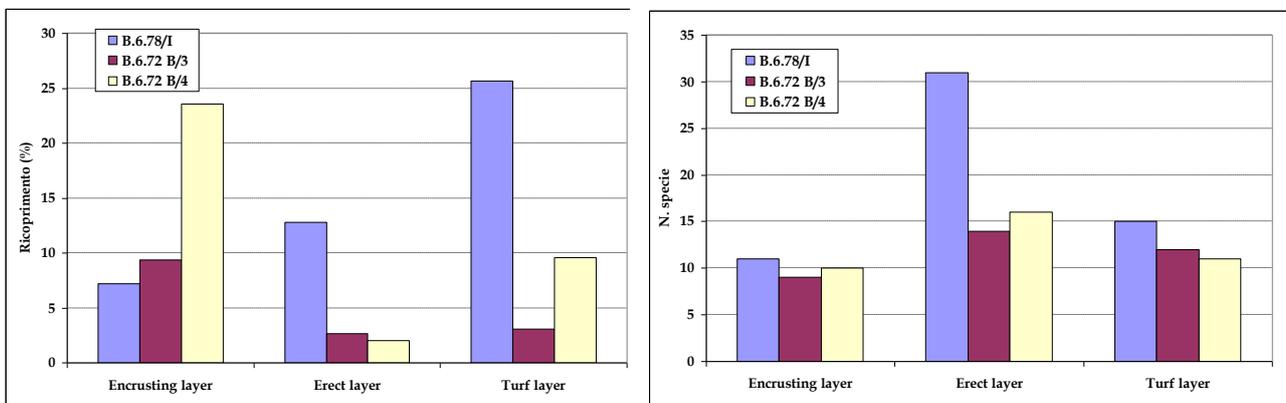


Fig. 3.11 - Bocca di porto di Malamocco: variazioni della comunità epifitica, ripartita nelle tre categorie morfo-funzionali, tra lo studio *ante operam* e gli ultimi due monitoraggi annuali (Studi B.6.78 B/3 e B/4).

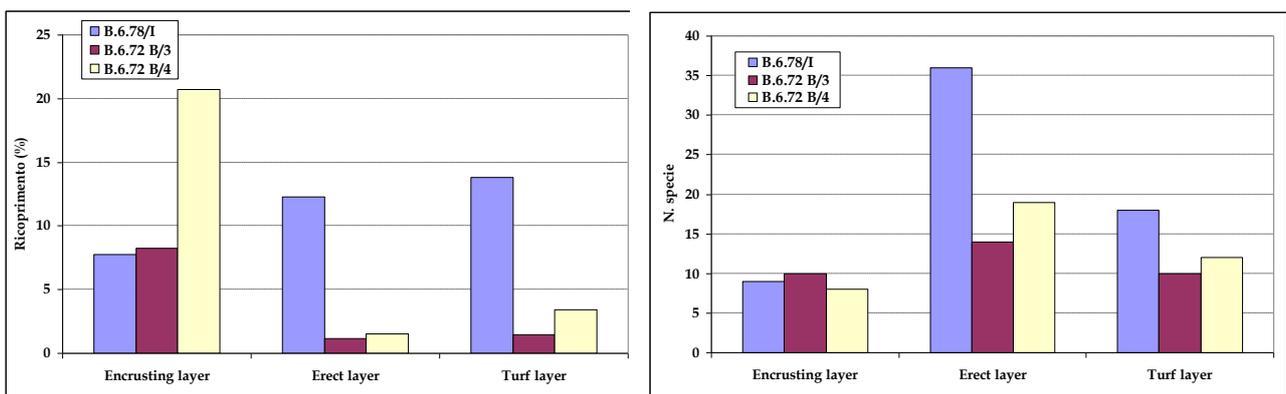


Fig. 3.12 - Bocca di porto di Chioggia: variazioni della comunità epifitica, ripartita nelle tre categorie morfo-funzionali, tra lo studio *ante operam* e gli ultimi due monitoraggi annuali (Studi B.6.78 B/3 e B/4).

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

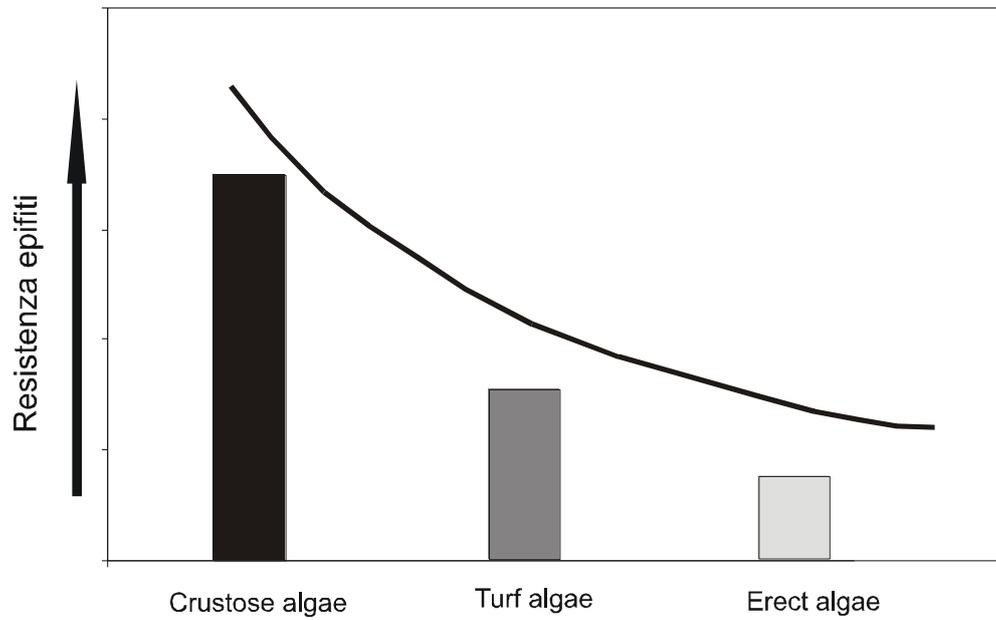


Fig. 3.13 - Grado di resistenza delle tre tipologie algali morfo-funzionali a stress dovuti a variazioni dell'idrodinamismo (correnti, onde, ecc.).

3.2 La mappatura della fanerogame marine delle tre bocche di porto

3.2.1 Dinamismo dei popolamenti e fattori ambientali regolatori

La consapevolezza dell'importanza 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 piante marine. Non a caso le fanerogame marine *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Nanozostera noltii* e *Cymodocea nodosa* 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), o nella "Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa" (Convenzione di Berna, 23/06/1979) 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 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 *Nanozostera 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 di laguna o di sub-aree, 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;
- 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 alla torbidità sono, per la laguna di Venezia in particolare, di importanza rilevante 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. *Nanozostera noltii* sembra essere la specie maggiormente resistente alla riduzione della trasparenza delle acque, anche perché si insedia preferibilmente lungo battenti idrici più modesti rispetto alle altre due specie.

È noto che la trasparenza delle acque in molti punti della laguna, ed 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 o della risospensione dei sedimenti dovuta ad eventi meteomarinari (venti di bora e scirocco). Ciò potrebbe essere un elemento che concorre a spiegare sia la ridotta presenza di queste rizofite nel bacino centrale, sia il fatto che diventino rare o assenti su fondali superiori a 3-4 m nelle aree di bocca di porto. Nel Golfo di Venezia, nelle condizioni marine o semilagunari di Grado o della costa istriana settentrionale e occidentale, *Cymodocea nodosa*, in particolare, può colonizzare i substrati sino ad un battente di 10 metri [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 i 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 condotte, infatti, poche ricerche in questo campo, mirate ad associare la presenza, lo stato ed 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; Studio B.6.72 B/1 - Magistrato alle Acque, 2006; Studio B.6.72 B/2 - Magistrato alle Acque, 2007] costituiscono una base di dati che ha permesso di fornire valutazioni approfondite sulle dinamiche di queste praterie e di evidenziare meglio il ruolo dei 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 e il D.L. 152/06 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 fanerogame. 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.

Dall'analisi dei dati del rilievo MELa2 emerge come questa specie sia, rispetto alla precedente mappatura del 1990, in generale incremento nell'intera Laguna, avendo colonizzato gran parte

delle aree nude prospicienti le bocche di porto e parte di quelle dove *Z. marina* e *N. noltii* (anche sottoforma di popolamenti misti) hanno, invece, evidenziato fenomeni di regressione.

Prima di passare ad un'analisi dei dinamismi riscontrati nelle tre bocche di porto è necessario precisare alcuni punti inerenti le fasi sia di campo, sia dell'analisi dei risultati:

- 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 eventualmente più all'interno;
- 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;
- particolare attenzione nelle fasi di mappatura è stata data a quei settori delle bocche di porto dove erano operativi cantieri per la realizzazione delle opere, al fine di verificare le eventuali variazioni delle coperture o gli effetti dei possibili impatti;
- la presenza delle fanerogame marine e in particolare di *C. nodosa* nelle aree sopra descritte è apparsa fortemente correlata all'andamento batimetrico, poiché questa specie limita la propria estensione, nella generalità dei casi, alla profondità di 3-4 m.

Nei successivi paragrafi saranno discusse le variazioni delle praterie a fanerogame marine avvenute nelle tre bocche di porto nell'arco temporale compreso tra il 2003, anno in cui sono state eseguite le prime mappature di dettaglio delle bocche prima che fossero avviate le attività di cantiere per le opere mobili (Studio B.6.78/I), ed il 2008, quando le attività e gli interventi avevano raggiunto elevato stato di avanzamento.

Nella valutazione delle coperture delle fanerogame marine si è tenuto in considerazione il fatto che l'area delle bocche di porto può essere suddivisa in tre settori:

- a) spazi acquei strettamente inerenti l'impronta delle "opere";
- b) spazi acquei definiti tecnicamente "area di cantiere" e posti nelle aree adiacenti alle opere;
- c) bassi fondali lagunari situati più internamente dove sono poste la maggior parte delle praterie a fanerogame marine.

Per una più corretta valutazione delle coperture ed interpretazione dei dinamismi delle praterie è stata eseguita una normalizzazione dei valori delle coperture in relazione al reale grado di copertura (tabelle 3.18-3.23). Le mappature presentano un'elevata omogeneità per la modalità d'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. Per quanto riguarda i dinamismi osservati sino al 2003 escluso, si rimanda a quanto riportato nel primo rapporto annuale dello Studio B.6.72 B/1.

3.2.3 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido (2003-2008)

La mappatura realizzata nel 2008 (figura 3.23; tabelle 3.18 e 3.19) ha registrato, tra praterie pure e miste, una copertura complessiva di 80,6 ha, con un incremento rispetto al 2003 di circa 5,9 ha e di 12,8 ha rispetto al 2007. Il confronto con la mappatura di riferimento (2003), includendo praterie con tipologia sia pura che mista, evidenzia, come negli altri anni del monitoraggio, decrementi per le coperture a *Z. marina* (-21,0 ha) e a *N. noltii* (-7,8 ha), mentre per *C. nodosa*, che tra le tre rizofite è quella più diffusa nella bocca di porto, si rileva quest'anno un incremento delle coperture di 3,0 ha. Il raffronto con i dati della mappatura del 2007, come avvenuto già nel 2006, conferma un trend

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

generale che vede un incremento delle coperture per *C. nodosa* (+5,5 ha) e per *N. noltii* (+2,1) e una riduzione per *Z. marina* (-2,8).

Le **coperture pure** delle tre rizofite sono variate dai 39,4 ha del 2003 ai 42,5 ha del 2007, sino agli attuali 62,1 ha. Analizzando le singole rizofite si registra un incremento delle coperture delle praterie pure a *Cymodocea nodosa* che rispetto al 2003 e al 2007, quando il valore era simile (circa 32,2 ha), nel 2008 hanno raggiunto un'estensione di 45,9; anche le coperture pure di *Nanozostera noltii* (16,2 ha) hanno segnato un incremento pari a 9 ha rispetto al 2003 e di 5,9 ha rispetto al 2007. Come nei precedenti anni del monitoraggio, le coperture pure di *Z. marina*, sono apparse del tutto assenti o troppo limitate per essere cartografate. Come si vedrà, la specie risulta minoritaria nella bocca di porto e presente solo in praterie di tipo misto.

Le **coperture miste** delle tre rizofite sono variate da 35,3 ha del 2003 a 25,5 ha del 2007, sino agli attuali 18,5 ha del 2008. Negli anni si è quindi assistito ad una graduale riduzione delle praterie miste a favore di quelle pure di *Nanozostera noltii* e soprattutto di *Cymodocea nodosa*. Valutando le tendenze in un trend pluriennale, si rileva che tra le praterie miste (regredite di alcuni ettari in un anno), solamente quella a *C. nodosa-N. noltii* mantiene una certa estensione, mentre le altre praterie miste hanno gradatamente ridotto la loro estensione divenendo praterie pure.

Il graduale passaggio da praterie miste a praterie pure può essere interpretato come il cambiamento da condizioni intermedie (per morfologia, tipologia dei sedimenti, idrodinamica, ecc.) tali da permettere la coesistenza di due o più specie, a condizioni più specifiche che rendono competitiva una sola fanerogama. La sostanziale stabilità o l'incremento di *C. nodosa*, nota come specie più ruderale e resiliente delle altre, possono essere una conseguenza della sua maggiore capacità di contrastare situazioni avverse (es. meteo marine) o di avvantaggiarsi a) di condizioni ambientali più favorevoli a questa specie di quanto non lo siano per le altre due fanerogame in questo settore della laguna (sedimento francamente sabbioso, elevata salinità, batimetrie, ottimo ricambio idrico) o b) di un sistema di dispersione più efficace che si avvale sia di processi gamici sia vegetativi.

Nella figura 3.14 sono riassunte graficamente le variazioni avvenute per le varie tipologie di praterie rispetto allo stato di riferimento (2003) negli anni di monitoraggio sino ad ora condotti (2005-2008). Rimandando ai precedenti rapporti l'analisi delle dinamiche delle praterie intercorse tra la prima mappatura del 1990 e quella di riferimento del 2003, si rileva come nella bocca di porto di Lido vi sia una sostanziale stabilità nelle coperture delle praterie tra il 2005 e il 2007, con variazioni di alcuni ettari che hanno riguardato sia le tipologie pure che quelle miste. Il presente monitoraggio ha però evidenziato rispetto al 2007 un sensibile incremento delle coperture a fanerogame sia analizzando il dato in termini di coperture assolute (+7,6 ha) sia di coperture normalizzate (+12,8 ha). Come si rileva dalle figure 3.15 e 3.16 non tenendo conto del grado di copertura della prateria (dato non normalizzato), i principali incrementi di superficie si hanno in una estesa prateria mista a *N. noltii-C. nodosa* (con prevalente *C. nodosa*) posta ad est del Forte di S.Andrea (+2,65 ha) e nelle praterie a *C. nodosa* nel bassofondo del "Bacan" antistante la nuova isola (+2,93 ha).

Nella valutazione delle dinamiche delle praterie si è tenuto conto del fatto che nella bocca di porto vi sono aree a diverso livello di impatto sulla componente biologica:

- a) aree dove è in corso la realizzazione delle "opere";
- b) aree in "consegna" affidate alle ditte per l'esecuzione dei lavori e nelle quali sono in transito i mezzi operativi;
- c) aree di basso fondale, non direttamente coinvolte dalle attività, dove però è posta la gran parte delle praterie.

I rilievi del 2008 confermano quanto rilevato nel 2007, ovvero a) la totale assenza di praterie nelle

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

aree di competenza delle opere (1,6 ha), andate perdute già nei primi anni di realizzazione degli interventi e b) la sostanziale stabilità delle praterie in quelle date in consegna alle ditte che, come nel precedente monitoraggio, si assestano in circa 0,7 ha, rispetto ai 5,6 ha presenti prima della realizzazione degli interventi alle bocche. Le perdite per ambedue le aree (opere e consegna) riguardano praterie a *C. nodosa* poste su fondali profondi di 3-4 m e situate a ridosso del molo foraneo sud, aree oggetto, negli ultimi anni, di realizzazione di opere fisse (tabella 3.19).

Le due praterie teoricamente più esposte ai possibili impatti situate sul bassofondo del Bacan in aree esterne alle "opere" e in "consegna", una a nord-ovest della nuova isola in costruzione e una a nord della piarda lungo la diga sud del molo di Lido, nel loro complesso non hanno per ora subito evidenti variazioni di estensione rispetto al 2007 (fig. 3.15). Alcuni tratti di queste due aree saranno però oggetto nel presente rapporto (paragrafo 3.3) di una disamina più particolareggiata in merito alle variazioni in corso o alle possibili variazioni che si potranno verificare nei prossimi anni.

Tabella 3.18 - Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Lido relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I), della mappatura (primavera-estate) del 2007 e del 2008 per popolamenti puri o misti e per specie.

| Tipologia dei popolamenti | 2003 (ha) | 2007 (ha) | 2008 (ha) |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i> | 32,2 | 32,2 | 45,9 |
| Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i> | 7,2 | 10,3 | 16,2 |
| Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i> | 10,6 | 19,5 | 14,7 |
| Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> | 6,2 | 1,5 | 0,1 |
| Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i> | 18,5 | 4,5 | 3,7 |
| Totali | 74,7 | 67,8 | 80,6 |

| Specie (popolamenti puri e misti) | 2003 (ha) | 2007 (ha) | 2008 (ha) |
|--|------------------|------------------|------------------|
| <i>Cymodocea nodosa</i> | 61,3 | 58,8 | 64,3 |
| <i>Zostera marina</i> | 24,8 | 6,6 | 3,8 |
| <i>Nanozostera noltii</i> | 42,5 | 32,6 | 34,7 |

Tabella 3.19 - Valori di copertura normalizzati dei tre studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Lido.

| Specie (popolamenti puri e misti) | 2003 (ha) | 2007 (ha) | 2008 (ha) |
|---|------------------|------------------|------------------|
| Copertura fanerogame in area "opere" | 1,6 | 0,0 | 0,0 |
| Copertura fanerogame in area "consegna" | 5,6 | 0,7 | 0,7 |
| Copertura fanerogame esterne "opere e consegna" | 67,5 | 67,1 | 79,9 |
| Coperture totali | 74,7 | 67,8 | 80,6 |

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

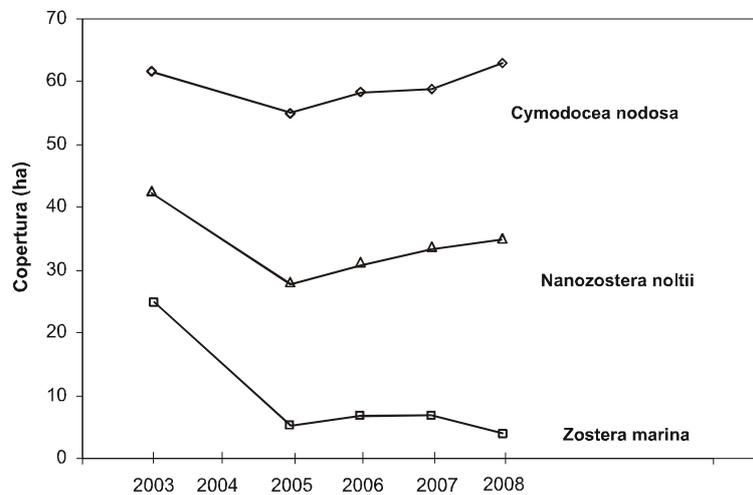
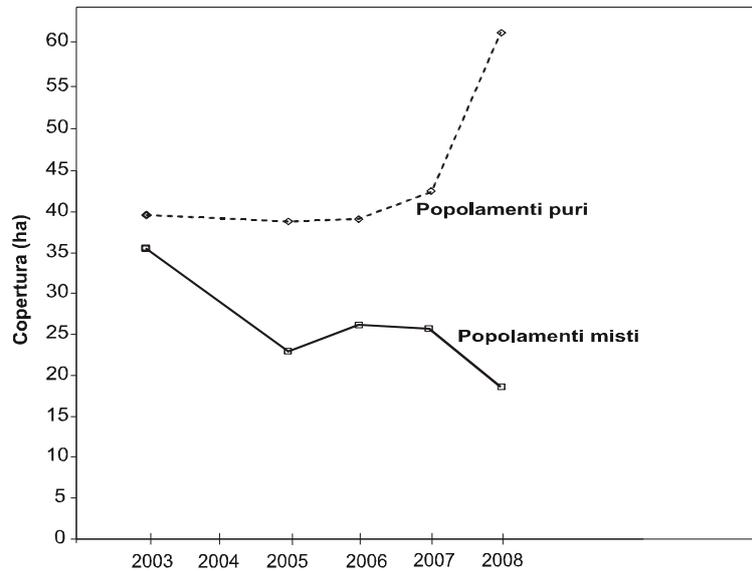
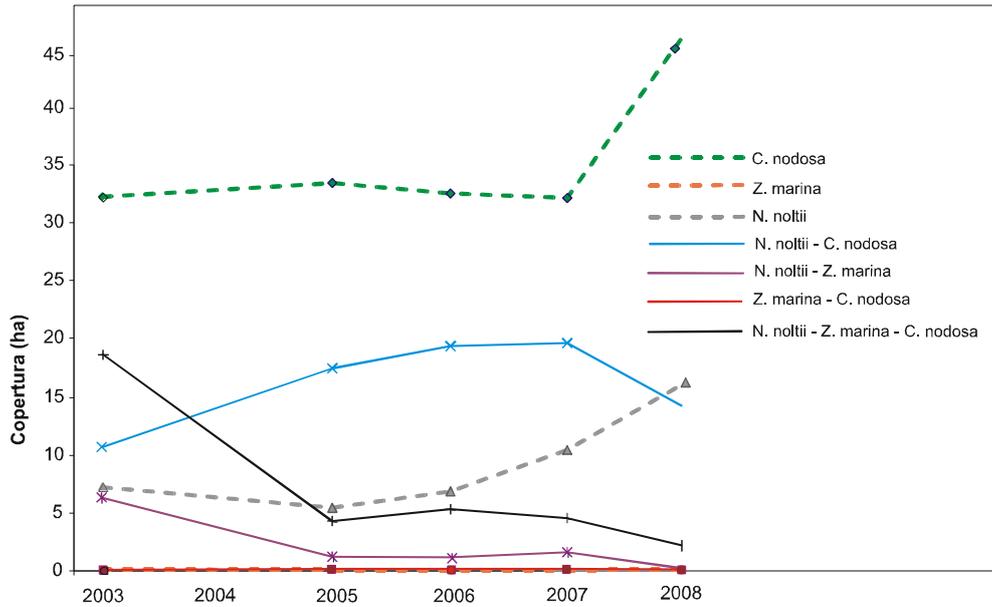


Figura 3.14 - Bocca di porto di Lido: variazioni delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2008 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004.

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

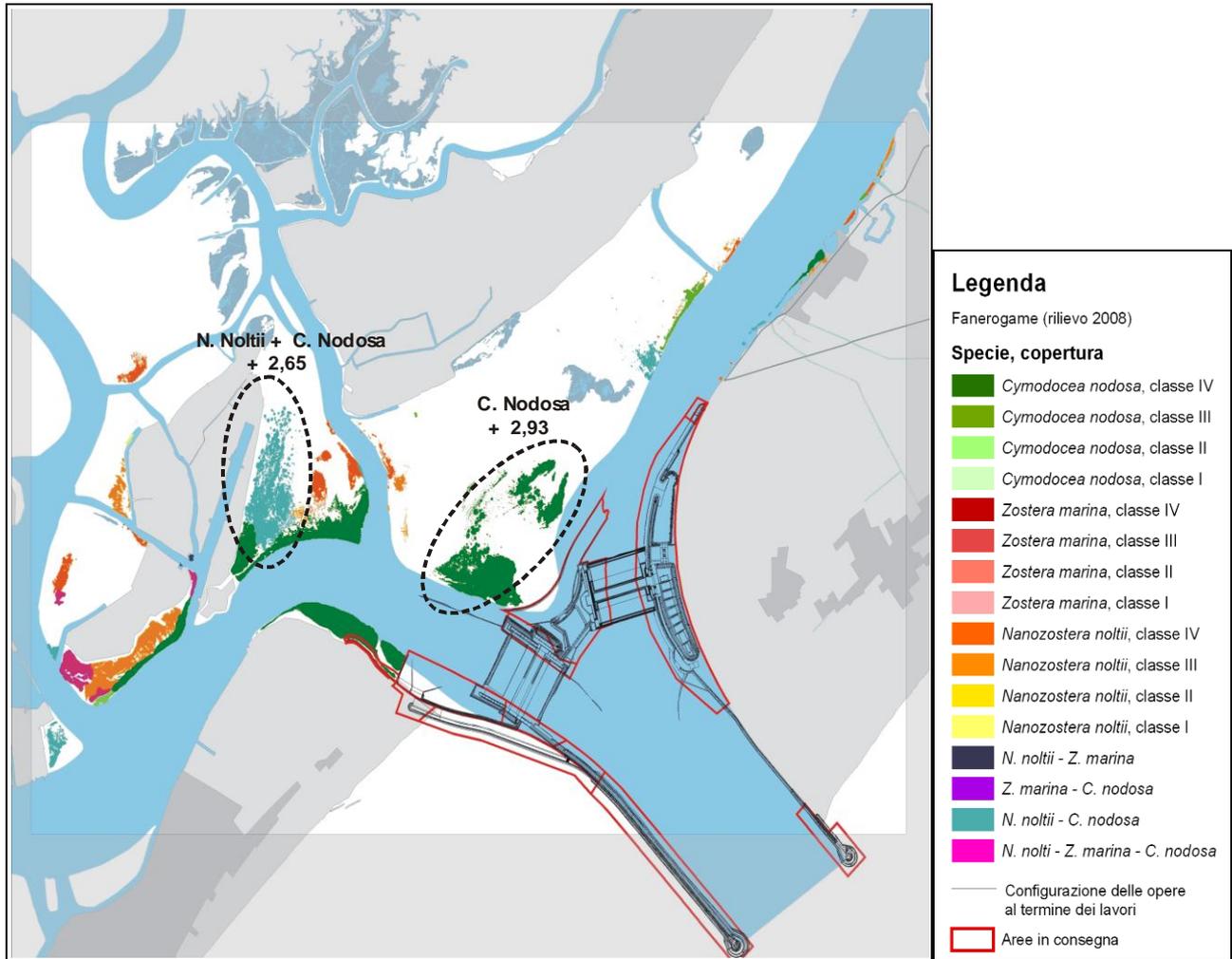


Figura 3.15 – Bocca di porto di Lido: aree dove sono stati rilevati i principali incrementi delle coperture.

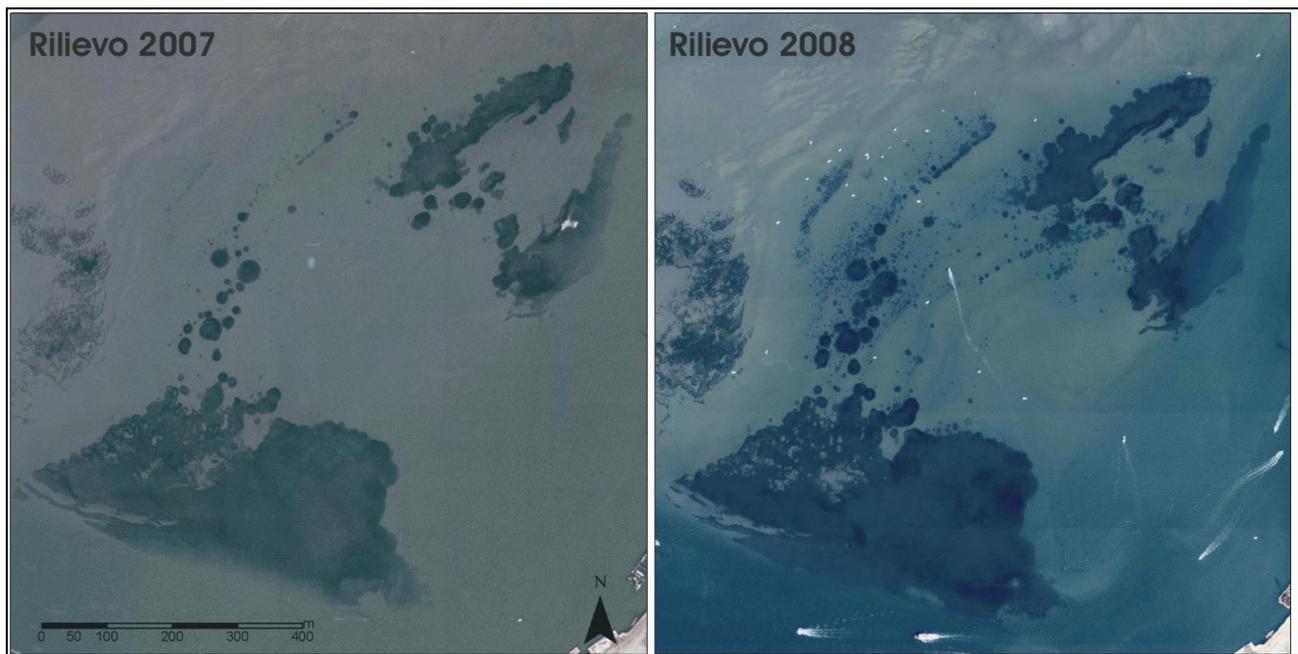


Figura 3.16 – Bocca di porto di Lido: particolare dell'area del Bacan (a nord-ovest della nuova isola) in rilievi fotografici del 2007 e del 2008.

3.2.4 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Malamocco (2003-2008)

La mappatura realizzata nel 2008 (fig. 3.28; tabelle 3.20 e 3.21) ha rilevato, tra praterie pure e miste, una copertura complessiva di 642,1 ha, valore che risulta in incremento di 120,4 ha e di 28,2 ha nei confronti rispettivamente dei rilievi del 2003 e del 2007.

Rispetto alla mappatura di riferimento (2003), nell'analisi per specie, comprensiva di praterie pure e miste, si osserva un aumento dei livelli di copertura per la fanerogama *Cymodocea nodosa* (+67,6 ha) che compensa la perdita rilevata tra le mappature del 2003 e del 2006 (-51,7 ha); *Zostera marina* e *Nanozostera noltii* come nel 2006 e nel 2007, anche nel 2008 presentano coperture inferiori a quelle rilevate nel 2003 rispettivamente di -72,1 ha e di -43,4 ha. Nonostante siano inferiori a quelle osservate nel 2003, è positivo il fatto che le coperture di queste due rizofite presentino un incremento dal 2006 al 2008, pari a 24,1 ha per *Zostera marina* e 37,6 ha e per *Nanozostera noltii*.

Confrontando la tipologia dei popolamenti, rispetto al 2003 si rileva ancora un **incremento dei popolamenti puri** che, già nel 2006, anno del primo monitoraggio per questa bocca di porto, era stato stimato in +114,4 ha, +207,9 ha nel 2007 e +231,3 ha nell'attuale monitoraggio. A questo costante aumento delle coperture pure si contrappone, invece, una riduzione complessiva dei **popolamenti misti** che, pur in incremento tra il 2006 e il 2007 (+18,5 ha) e tra il 2007 e 2008 (+4,8 ha), rispetto allo stato di riferimento *ante operam* del 2003 fanno registrare un complessivo decremento pari a 110,9 ha.

Rispetto allo stato di riferimento (2003), l'analisi per specie denota un evidente trend positivo per le praterie pure a *Cymodocea nodosa*, con un incremento di copertura pari a +168,9 ha nel 2007 e di ulteriori 4,0 ha nel 2008. Le praterie pure a *Zostera marina* si confermano anch'esse in aumento rispetto lo stato *ante operam* sia per il 2007 (24,6 ha) e di ulteriori 28 ha nel 2008. *Nanozostera noltii*, la cui presenza come praterie pure è sempre stata limitata, pur con un andamento altalenante negli anni, nel confronto con lo stato *ante operam* denota nel 2008 un incremento pari a 5,9 ha.

Per le **praterie miste** le variazioni più importanti, anche se riferite a riduzioni delle coperture, sono state osservate soprattutto tra il 2003 e il 2006, mentre quelle rilevate nel 2007 e nel 2008 indicano un'espansione delle praterie di 5-20 ha, ma non ascrivibili a zone specifiche della bocca di porto poiché hanno un carattere diffuso. Rispetto al monitoraggio del 2007 è stato rilevato un incremento di 17,6 ha per le praterie miste a *N. noltii-C. nodosa* e di 13,7 ha per quelle a *N. noltii-C. nodosa-Z. marina*; è apparsa, invece, netta la riduzione delle praterie miste a *Z. marina-C. nodosa* che sono completamente scomparse a favore di quelle pure di entrambe le specie.

Se il confronto tra le mappature del 2006 e del 2007 permetteva di comprendere e localizzare i siti oggetto delle principali variazioni, quello tra le mappature del 2007 e del 2008 denota un incremento sia delle superfici colonizzate sia del grado di copertura.

Si consolida definitivamente il recupero delle praterie nei fondali a sud dell'Ottagono di S. Pietro, nell'area interessata dopo il 2003 dalla posa di una condotta sommersa (che collega i sistemi acquedottistici tra Venezia e Chioggia) su fondali occupati originariamente da praterie miste di *C. nodosa - Z. marina* o miste (fig. 3.18). La mappatura del 2007 e ancor più quella relativa 2008 hanno evidenziato un'estesa ricolonizzazione dei fondali con praterie pure a *Cymodocea nodosa* che hanno oramai raggiunto il grado di copertura IV. Se in termini di superfici a fanerogame marine si è ricreata una situazione simile a quella precedente all'intervento, per quanto riguarda la tipologia delle praterie si è assistito invece all'insediamento di praterie pure a *Cymodocea* al posto delle originarie miste (dove coesistevano o si alternavano anche *Z. marina* o *N. noltii*). La colonizzazione prevalente da parte di *C. nodosa* può essere stata favorita da un ambiente idoneo e soprattutto dalla maggiore rapidità di colonizzazione della specie che, rispetto alle altre due, adotta con efficacia la riproduzione sia gamica, sia vegetativa.

La disamina delle praterie a fanerogame per le aree sottoposte a diverso impatto (aree con "opere",

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

aree in “consegna ai cantieri” e aree di basso fondale non direttamente coinvolte dalle attività) nel 2008 non denota ulteriori perdite di copertura rispetto a quanto rilevato nel 2007. Di una estesa prateria presente nel 2003 a ridosso del molo sud su quote dell’ordine di 3-4 m permangono oramai, nell’area di competenza delle opere, circa 0,1 ha ai quali si aggiungono circa 0,4 ha nell’adiacente “area in consegna” ai cantieri (tabella 3.21). Le perdite sino ad ora osservate in queste due aree, dovute alla realizzazione di una piarda (diga nord) o di opere fisse (diga sud), hanno riguardato praterie a *Cymodocea nodosa* su fondali di 2-3 m di profondità.

Tabella 3.20 - Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Malamocco relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I) e della mappatura (primavera-estate) del 2007 e del 2008, per popolamenti puri o misti e per specie.

| Tipologia dei popolamenti | 2003 (ha) | 2007 (ha) | 2008 (ha) |
|---|------------------|------------------|------------------|
| Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i> | 302,7 | 471,6 | 475,6 |
| Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i> | 49,0 | 73,6 | 101,6 |
| Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i> | 0,5 | 15,0 | 6,4 |
| Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i> | 11,2 | 7,3 | 24,9 |
| Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> | 12,0 | 4,1 | 6,3 |
| Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i> | 61,7 | 28,8 | 0,0 |
| Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i> | 84,6 | 13,6 | 27,3 |
| Totali | 521,7 | 613,9 | 642,1 |

| Specie (popolamenti puri e misti) | 2003 (ha) | 2007 (ha) | 2008 (ha) |
|--|------------------|------------------|------------------|
| <i>Cymodocea nodosa</i> | 460,2 | 521,2 | 527,8 |
| <i>Zostera marina</i> | 207,3 | 120,1 | 135,2 |
| <i>Nanozostera noltii</i> | 108,3 | 40,0 | 64,9 |

Tabella 3.21 - Valori di copertura normalizzati dei tre studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Malamocco.

| Specie (popolamenti puri e misti) | 2003 (ha) | 2007 (ha) | 2008 (ha) |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Copertura fanerogame in area “opere” | 2,8 | 0,1 | 0,1 |
| Copertura fanerogame in area “consegna” | 3,0 | 0,4 | 0,4 |
| Copertura fanerogame esterne “opere e cantieri” | 515,9 | 613,3 | 641,6 |
| Coperture totali | 521,7 | 613,9 | 642,1 |

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

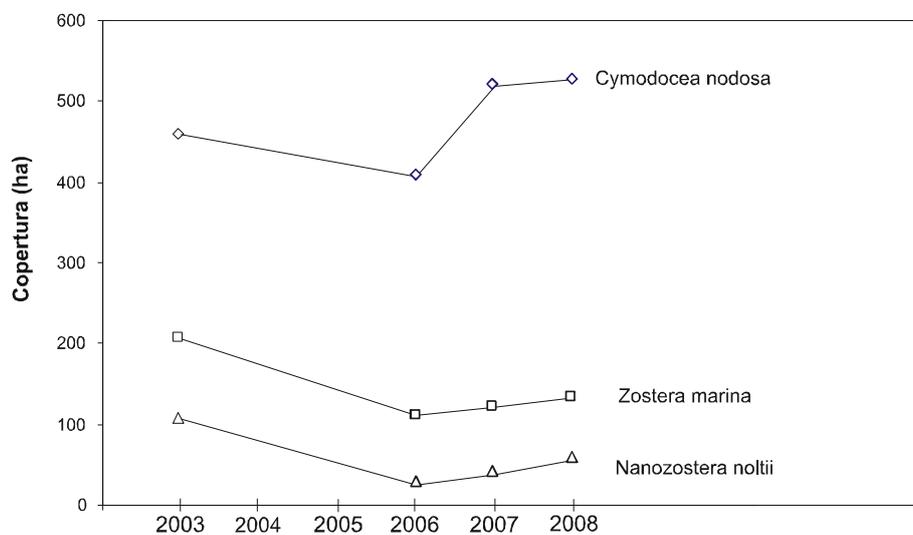
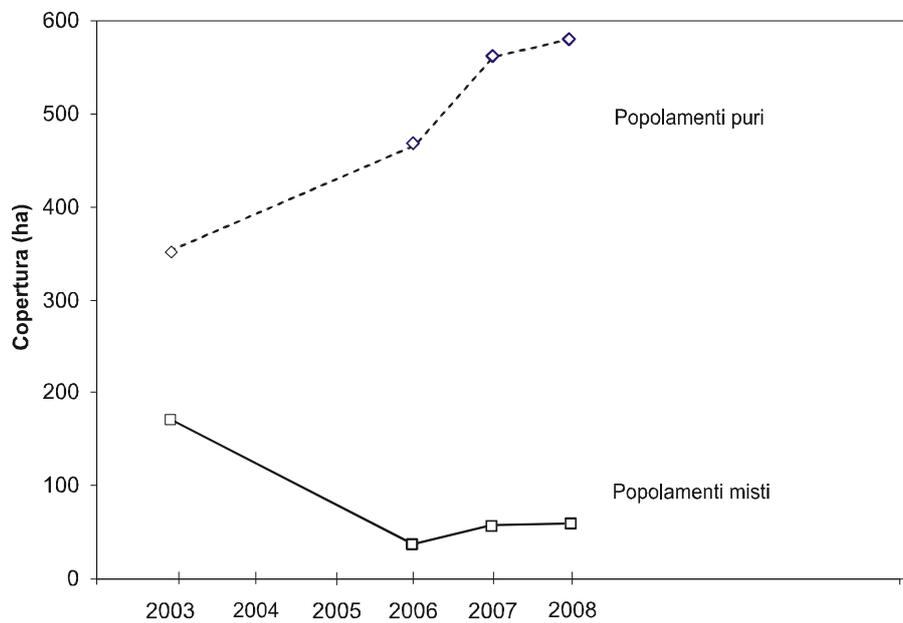
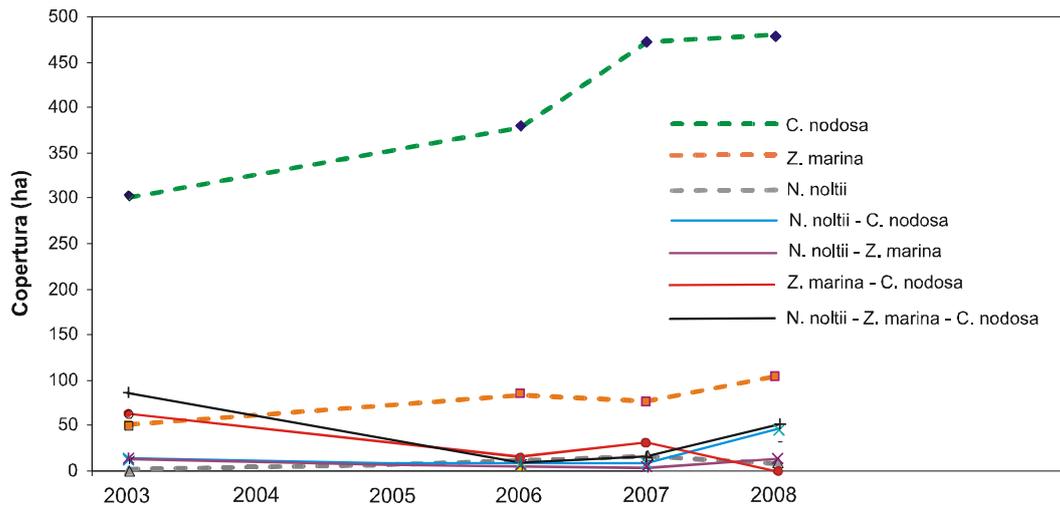


Figura 3.17 - Bocca di porto di Lido: variazioni delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2008 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004 e nel 2005 per questa bocca di porto.

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

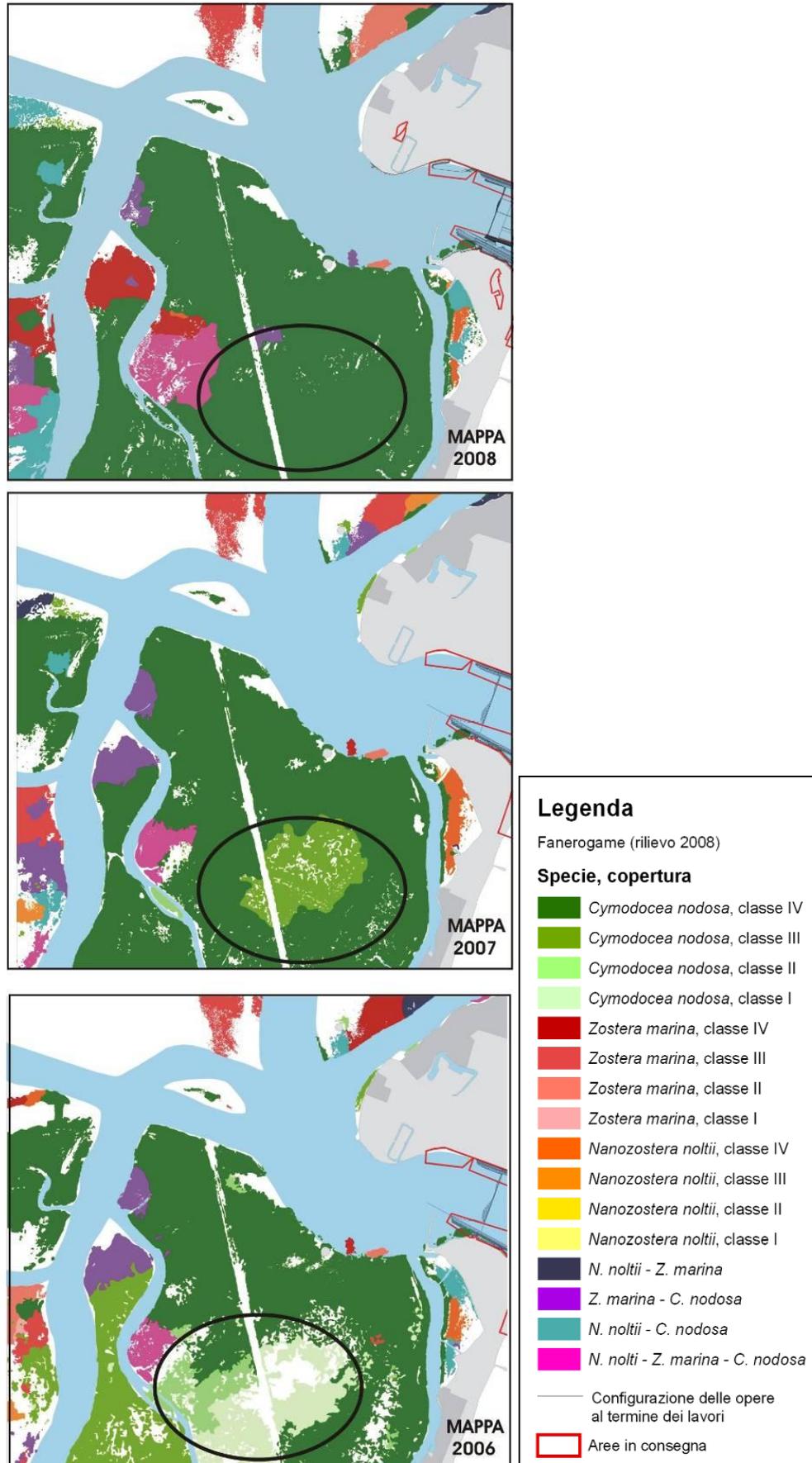


Figura 3.18 – Bocca di porto di Malamocco: confronto tra le mappatura dal 2006 al 2008, con segnalata l'area di maggiore variazione delle praterie.

3.2.5 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Chioggia (2003-2008)

La mappatura realizzata nel 2008 (fig. 3.32; tabelle 3.22 e 3.23) ha rilevato, tra praterie pure e miste, una copertura complessiva di 270,5 ha, con una perdita di circa 44,3 ha rispetto al 2003 e di 16,4 ha rispetto al 2007.

Rispetto alla mappatura di riferimento del 2003 si rileva la graduale perdita complessiva tra praterie pure e miste per *Cymodocea nodosa* (-60,5 ha), *Zostera marina* (-60,3 ha rispetto al 2003) e *Nanozostera noltii* (-54,3 ha). Va precisato che la parte più rilevante delle riduzioni si è verificata prima del 2006, mentre negli anni successivi le variazioni sono risultate più contenute (*Cymodocea* e *Zostera*) o stabili (*Nanozostera*).

Per quanto riguarda la tipologia dei popolamenti, rispetto al 2003 si rileva un sensibile **incremento dei popolamenti puri** (+84,4 ha) anche se nel confronto tra il 2007 e il 2008 è stata rilevata una perdita di 22,8 ha. A questo incremento dei popolamenti puri si contrappone, invece, una forte **riduzione dei popolamenti misti** che, rispetto al 2003, si sono ridotti di 134,8 ha nel 2007 e di 128,5 ha nel 2008. Anche in questa analisi relativa alla tipologia dei popolamenti appare evidente come il cambiamento nell'assetto delle praterie si sia verificato principalmente tra il 2003 e il 2007, mentre sono più contenute le variazioni intercorse tra il 2007 e il 2008. L'analisi dei cambiamenti verificatisi tra il 2007 e il 2008 denota come la riduzione delle praterie sia soprattutto a carico di quelle pure a *C. nodosa* (-13,2 ha) e a *Z. marina* (-11,9 ha), mentre un lieve incremento è stato rilevato per quelle miste a *C. nodosa-Z. marina* (+5,9 ha).

In relazione alle dinamiche delle praterie tra il 2003 e il 2007, si ricorda che il passaggio da una prateria di tipologia mista ad una di tipologia pura (e viceversa) rientra nelle dinamiche che queste rizofite presentano nel corso degli anni. Queste variazioni, come si è visto dal confronto delle mappature dell'intera Laguna del 1990 [Caniglia *et al.*, 1990] e del 2002 [Rismondo *et al.*, 2003], appaiono più evidenti quando l'intervallo temporale tra i rilievi è di più anni. Si deve poi aggiungere che la bocca di porto di Chioggia è quella maggiormente interessata da attività antropiche che in modo diretto o indiretto, interessano le praterie a fanerogame marine.

L'analisi delle cartografie realizzate negli ultimi tre anni (2006-2008) mette in evidenza come la gran parte delle perdite delle coperture siano avvenute internamente alle praterie o in aree prossime alle concessioni degli allevamenti del *Tapes* (fig. 3.20). Dal confronto con la mappa del 2007 (fig. 3.21) si rilevano tre principali aree dove sono avvenute riduzioni delle superfici o del grado di copertura delle praterie. Nelle due aree cerchiare sono evidenti perdite di superfici a fanerogame direttamente collegate alle attività di allevamento del *Tapes*; tali perdite riguardano maggiormente le praterie a *C. nodosa* e, in modo minoritario, praterie a *Z. marina* localizzate sul margine delle concessioni. Una terza area dove si registra una regressione delle praterie (a livello del grado di copertura) è situata ad ovest di Chioggia e coinvolge praterie a *Z. marina* in aree di concessione o ai loro margini. In quest'area è stata osservata una regressione del grado di copertura che dalla classe IV (75-100%) scende alla classe III (50-75%) o alla classe II (25-50%).

Una disamina delle praterie a fanerogame, in relazione anche ai differenti livelli di impatto presenti nella bocca di porto ad opera delle opere mobili in realizzazione, permette di suddividere anche questa bocca di porto in tre tipologie:

- a) aree dove sono in corso la realizzazione delle "opere";
- b) aree in "consegna" ai cantieri per il transito dei mezzi operativi;
- c) aree di basso fondale, non direttamente coinvolte dalle attività, dove è situata la gran parte delle praterie.

Rispetto allo stato delle praterie rilevate nel 2003, nell'area di riferimento delle opere la mappatura attuale rileva una perdita complessiva di circa 5,1 e senza far registrare ulteriori variazioni rispetto al 2007. Nell'area in concessione ai cantieri l'arretramento attuale delle praterie rispetto al 2003 è di

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

circa 6,2 ha e, anche in questo caso, non ci sono ulteriori arretramenti rispetto al 2007. Per ambedue le tipologie di aree le variazioni riguardano le praterie a *Cymodocea nodosa* situate ad ovest di Ca' Roman, su un fondale di 3-4 m e sulle quali sono state realizzate opere fisse ed una piarda (con relativo scavo adiacente) (tabella 3.23).

Tabella 3.22 - Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Chioggia relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I) e della mappatura (primavera-estate) del 2007 e del 2008, per popolamenti puri o misti e per specie.

| Tipologia dei popolamenti | 2003 (ha) | 2007 (ha) | 2008 (ha) |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i> | 75,5 | 134,7 | 121,5 |
| Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i> | 73,5 | 116,4 | 104,5 |
| Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i> | 0,5 | 5,6 | 7,9 |
| Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i> | 40,7 | 5,3 | 3,4 |
| Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> | 22,1 | 0,0 | 0,0 |
| Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i> | 97,8 | 25,0 | 30,9 |
| Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i> | 4,5 | 0,0 | 2,3 |
| Totali | 314,8 | 286,9 | 270,5 |

| Specie (popolamenti puri e misti) | 2003 (ha) | 2007 (ha) | 2008 (ha) |
|--|------------------|------------------|------------------|
| <i>Cymodocea nodosa</i> | 218,6 | 165,0 | 158,1 |
| <i>Zostera marina</i> | 198,0 | 141,4 | 137,7 |
| <i>Nanozostera noltii</i> | 67,9 | 10,9 | 13,6 |

Tabella 3.23 - Valori di copertura normalizzati dei tre studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Chioggia.

| Specie (popolamenti puri e misti) | 2003 (ha) | 2007 (ha) | 2008 (ha) |
|---|------------------|------------------|------------------|
| Copertura fanerogame in area "opere" | 6,0 | 0,9 | 0,9 |
| Copertura fanerogame in area "consegna" | 7,2 | 1,0 | 1,0 |
| Copertura fanerogame esterne "opere e cantieri" | 301,6 | 284,5 | 268,3 |
| Coperture totali | 314,8 | 286,4 | 270,5 |

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

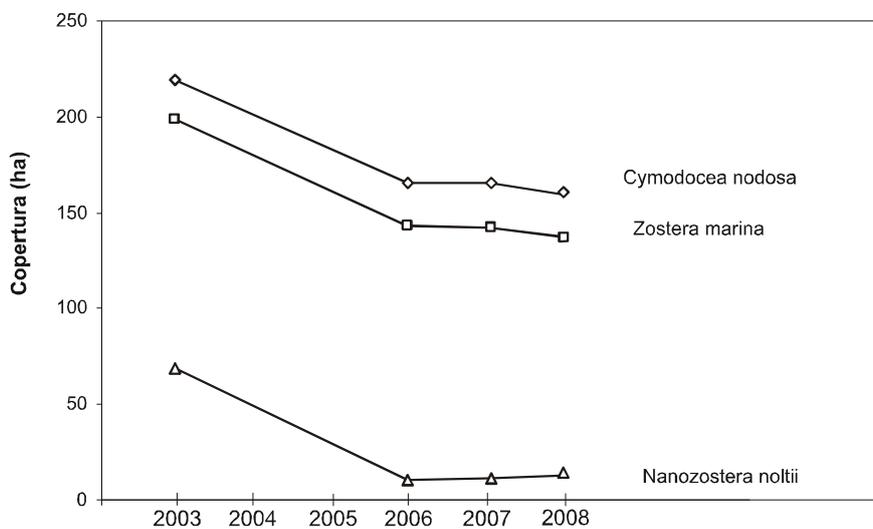
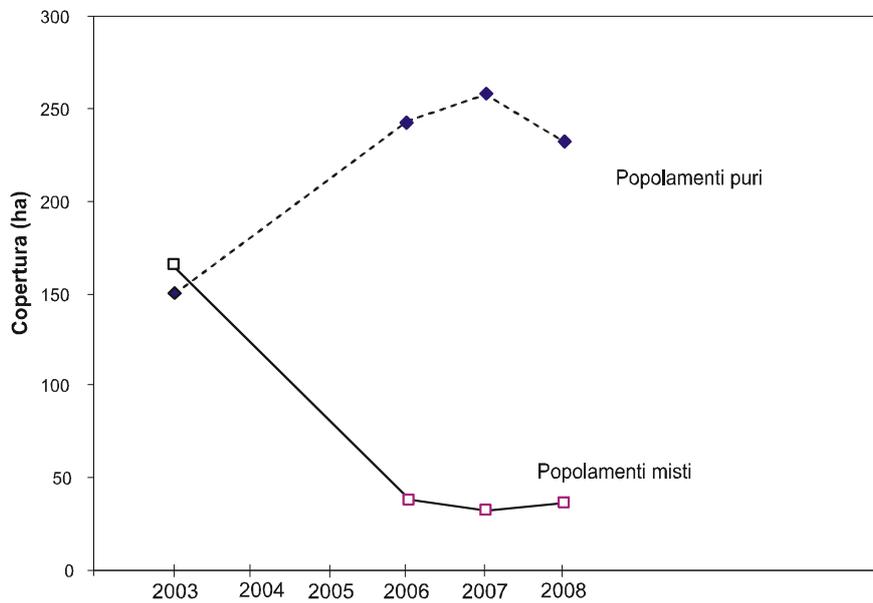
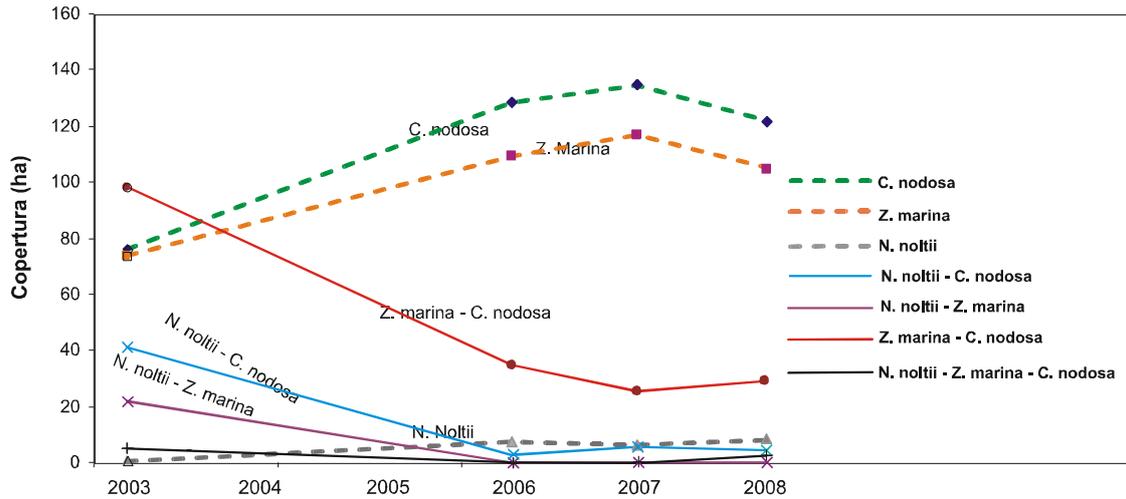


Figura 3.19 – Bocca di porto di Chioggia: variazione delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2008 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004 e nel 2005 per questa bocca di porto.

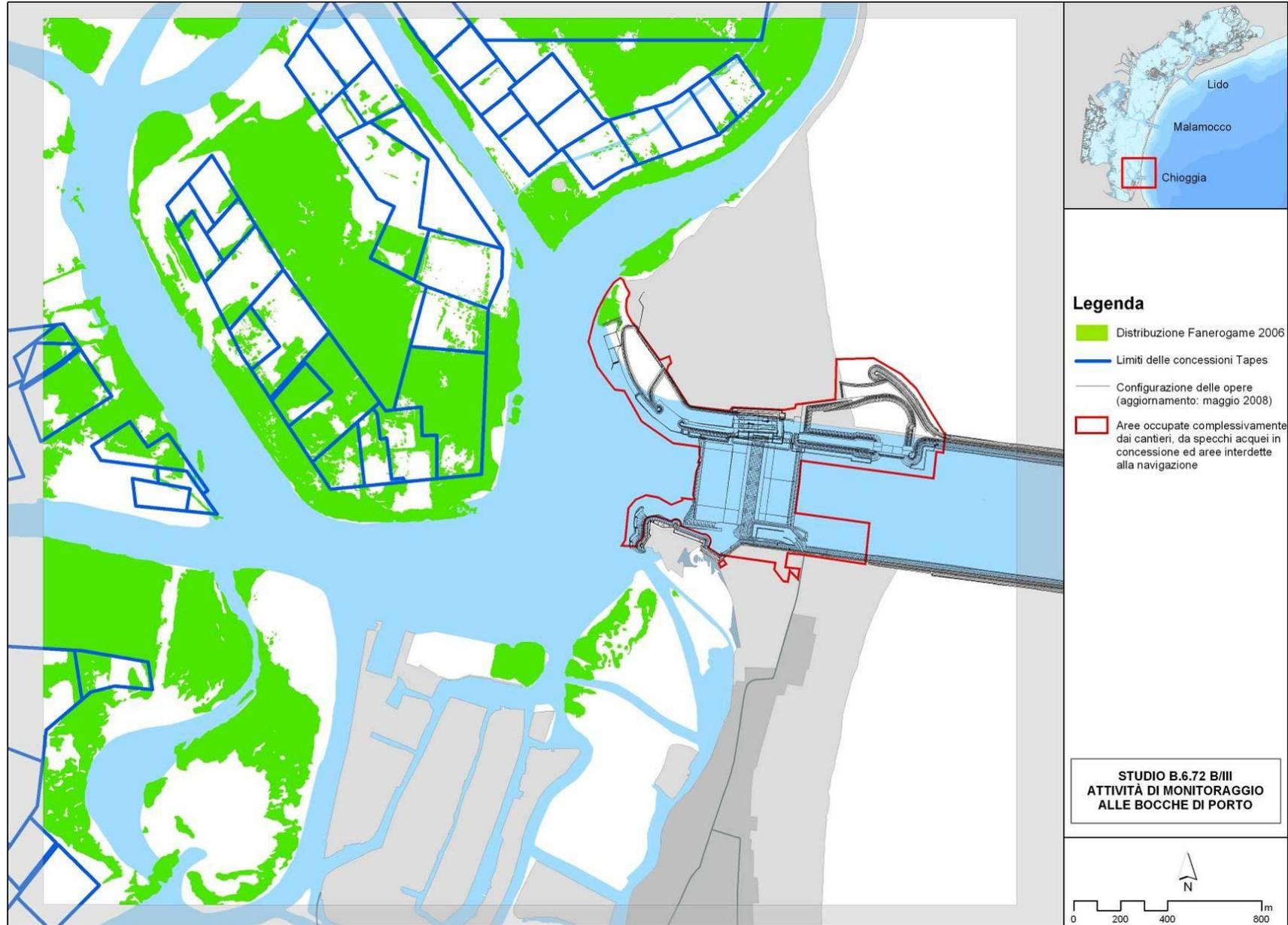


Figura 3.20 - Perimetro delle aree di concessione per la coltivazione del *Tapes* e distribuzione delle fanerogame marine relativamente al 2007.

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

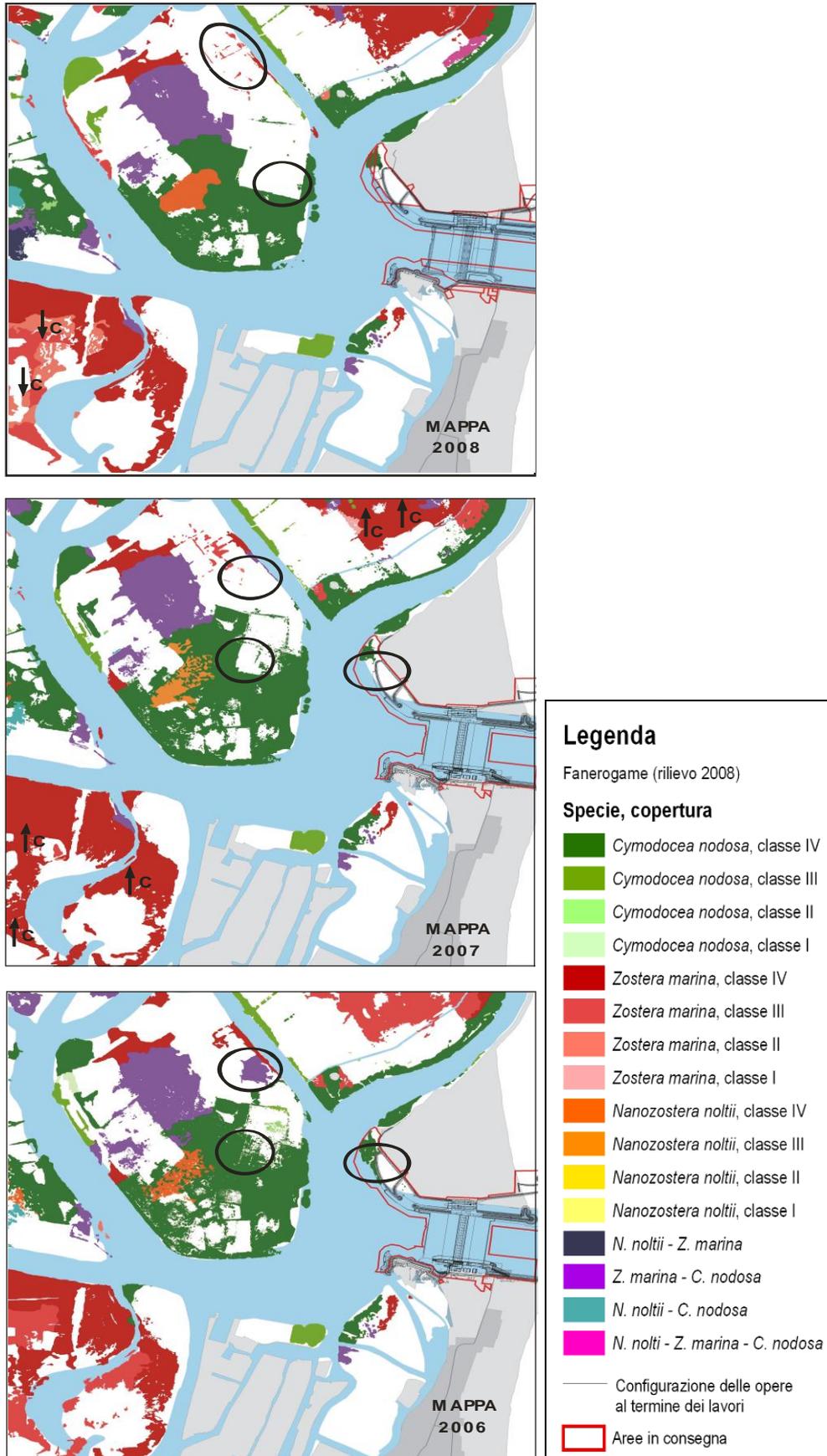


Figura 3.21 - Bocca di porto di Chioggia: confronto tra le mappatura realizzate tra il 2006 e il 2008. Nelle aree cerchiare sono segnalati gli arretramenti di areale, mentre, in quelle con la freccia, gli incrementi della classe di copertura.

3.2.6 Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici

Rispetto all'ambiente marino, le dinamiche di sviluppo delle fanerogame marine degli ambienti di transizione risentono maggiormente delle variazioni meteo-climatiche. La variegata morfologia delle aree di transizione e la minore inerzia del corpo idrico, causato anche dal minor battente idrico, rendono questi ambienti più soggetti alle variazioni meteo-climatiche (es. temperatura e radiazioni solari) o meteo-marine (venti, correnti) che in alcune situazioni possono ripercuotersi, anche con dinamiche molto rapide, sulla componente biologica (es. forti venti di bora o di scirocco possono indurre una riduzione della densità o una modifica della fisionomia delle praterie e dell'apparato fogliare, riducendo, di conseguenza, anche l'epifitismo). Più comuni sono, invece, i "blooms" fitoplanctonici o macroalgali, fenomeni che si verificano per periodi limitati e con elevata intensità.

Al fine di valutare i possibili effetti dei fattori meteo-climatici sulle fanerogame, è stata eseguita un'analisi dell'andamento annuale di tre principali fattori: a) **temperatura dell'acqua**, poiché le rizofite vivono immerse, b) **temperatura dell'aria**, per il fatto che in alcuni siti durante le basse maree si possono verificare parziali e momentanee emersioni ed esposizioni, c) **irraggiamento solare**, dal momento che, essendo vegetali, svolgono i processi fotosintetici.

I dati orari e giornalieri dal 2003 al 2008, rilevati dalla strumentazione Ente Dati Marghera (radiazione solare), dalla sonda fissa CVN-SI posta nella bocca di porto di Lido nel canale di San Nicolò (temperatura acqua), dalle sonde CORILA (centralina MET 3000R ubicata presso il Circolo So.Ci.Ve., Lungomare Dante Alighieri, gestita dal settore "Matrice Aria e Agenti Chimici") sono stati riorganizzati in dati medi mensili ed affiancati per confrontarne i trend (fig. 3.22).

Per una valutazione di questi dati e per gli effetti che si possono avere sulle dinamiche delle fanerogame marine rispetto allo studio di riferimento B.6.78/I, è opportuno ricordare che il 2002 è stato uno degli anni con maggiori precipitazioni e il 2003, anno dello studio *ante operam*, uno degli anni più caldi in assoluto [Magistrato alle Acque, 2005d].

La temperatura dell'aria da febbraio ad aprile 2008 ha fatto registrare valori sopra la media di quelli *ante operam*, ma paragonabili a quelli del 2007. Nei successivi mesi, dalla tarda primavera sino a dicembre 2008, le temperature medie dei mesi sono risultate, ad eccezione di ottobre, sempre inferiori alla media mensile rilevata nello studio *ante operam* e spesso anche degli studi successivi. Vale la pena puntualizzare che le elevate temperature estive dell'aria osservate nel 2003 non sono state più superate, ad eccezione del luglio 2006, in nessuno dei successivi anni di monitoraggio.

Al pari della temperatura dell'aria, quella dell'acqua, che ne risulta strettamente correlata, denota un trend simile, con temperature che si pongono, anche se di poco, sopra la media del monitoraggio *ante operam* e di quelli successivi, eccezione fatta per gli andamenti dei primi mesi dell'anno 2007 che rimangono tra i più elevati in assoluto. Proprio le elevate temperature dei mesi primaverili-estivi del 2007, ed in parte nel 2008, hanno innescato processi iniziali di proliferazione algale come non si segnalavano da circa un decennio.

Nel complesso dell'anno, i valori relativi alla radiazione solare risultano inferiori a quelli osservati nei precedenti monitoraggi di controllo e a quello di riferimento. In particolare, come valore annuale i dati di radiazione solare registrati nel 2008 sono inferiori di circa il 20% al 2003, con differenze più marcate (-30/-40%) nell'inverno 2007-2008 e meno evidenti (-10/-15%) nei mesi primaverili-estivi.

Sulla base di quanto esposto sugli andamenti meteo-climatici dei tre parametri di riferimento per le fanerogame marine, si rileva come non sembrano esserci evidenti variazioni fenologiche. Questo appare giustificato anche dal fatto che le più elevate temperature medie mensili dell'aria e dell'acqua si sono verificate nella fase iniziale dell'anno, tra l'inverno 2007-2008 e la primavera

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

2008, quando le praterie a *Cymodocea nodosa* della Laguna di Venezia erano ancora nella fase di riposo vegetativo [Magistrato alle Acque, 2005b; Rismondo *et al.*, 2003]. Al pari, valori superiori a quanto registrato nello studio di riferimento o nei successivi monitoraggi (temperatura dell'acqua a settembre e a dicembre 2008) sono stati registrati quando *C. nodosa* entrava in fase di quiescenza vegetativa, non incidendo quindi in modo diretto sui parametri strutturali e funzionali della pianta.

Per quanto riguarda la radiazione solare, i valori inferiori di questo parametro non sembrano aver influito in modo diretto sulla fenologia della rizofita, probabilmente perchè risultano adeguati allo svolgimento dei processi vitali che, nel complesso dei parametri monitorati, ha evidenziato un trend simile a quello dei precedenti anni.

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

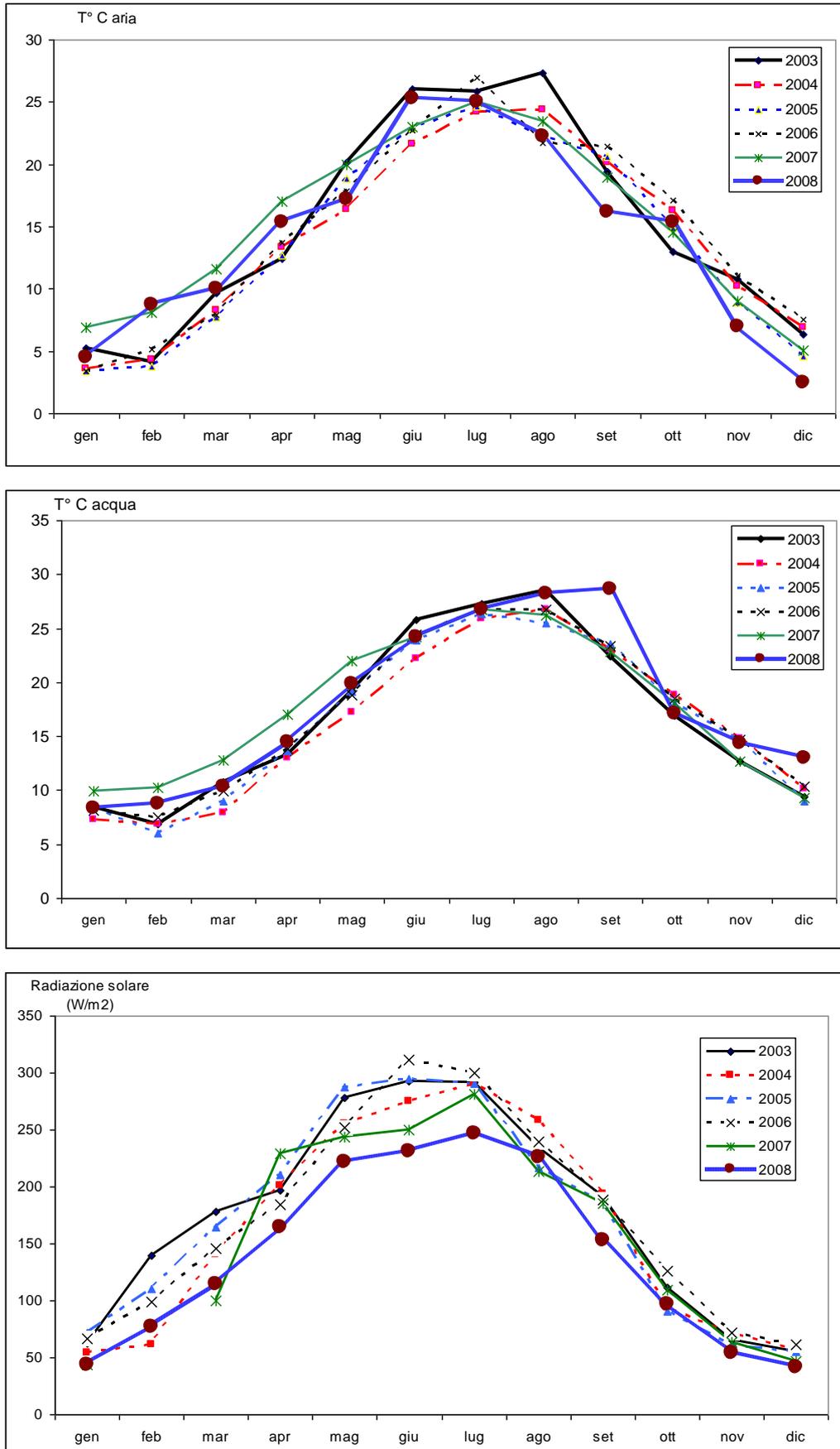


Figura 3.22 – Valori medi mensili di alcuni parametri meteo-climatici (temperatura acqua, temperatura aria e radiazione solare) per il periodo 2003-2008.

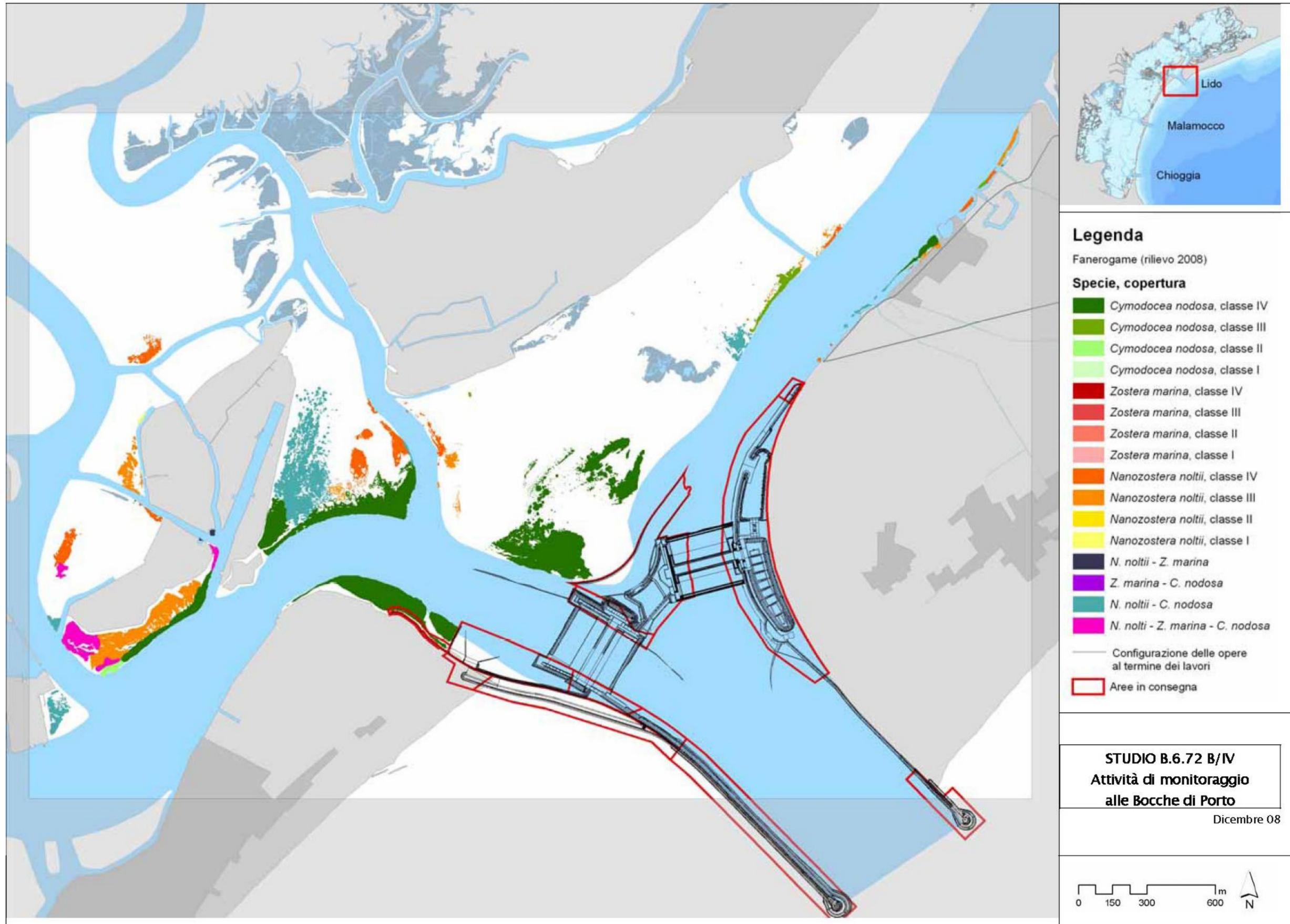


Figura 3.23 - Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Lido.

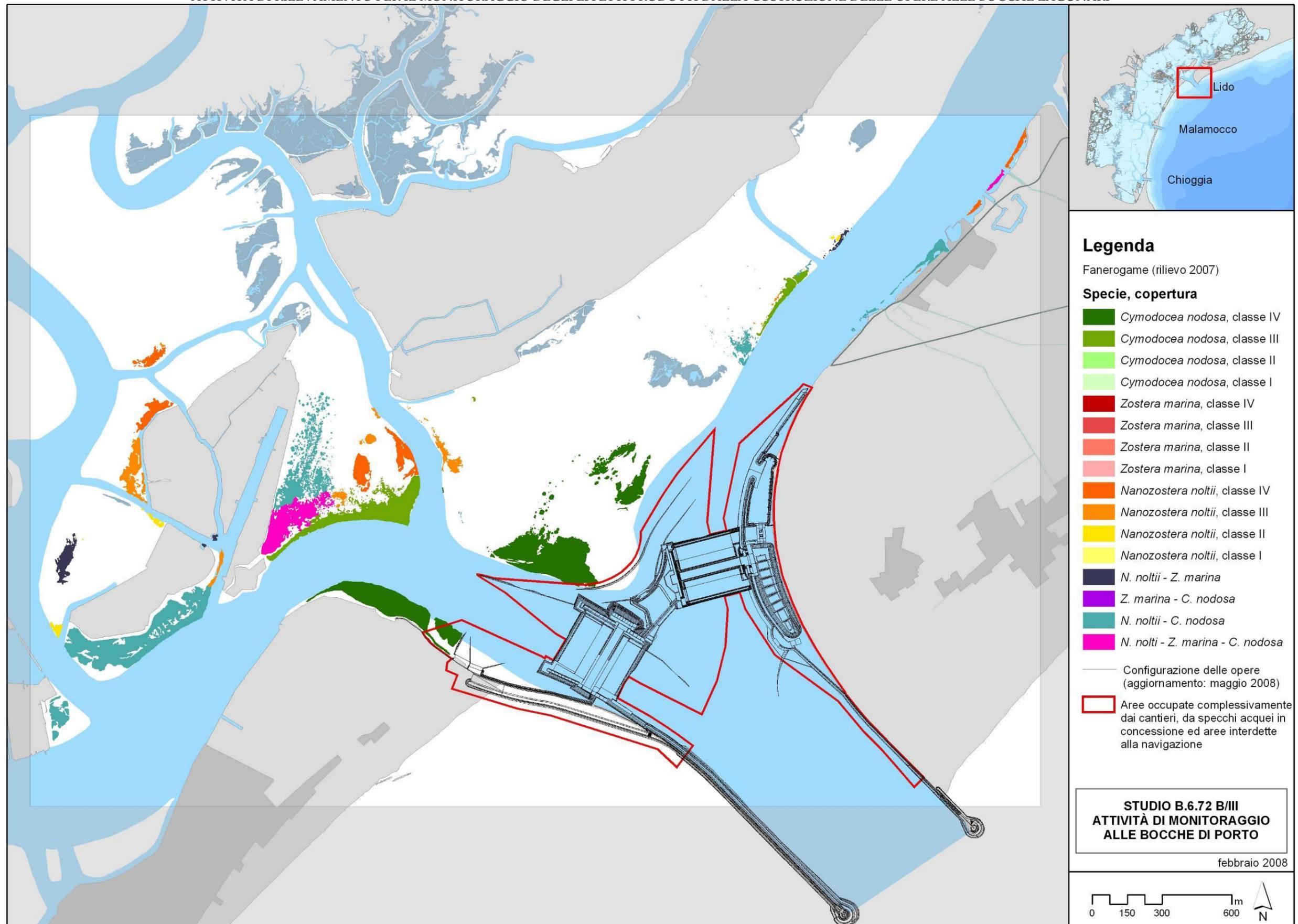


Figura 3.24 - Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Lido.

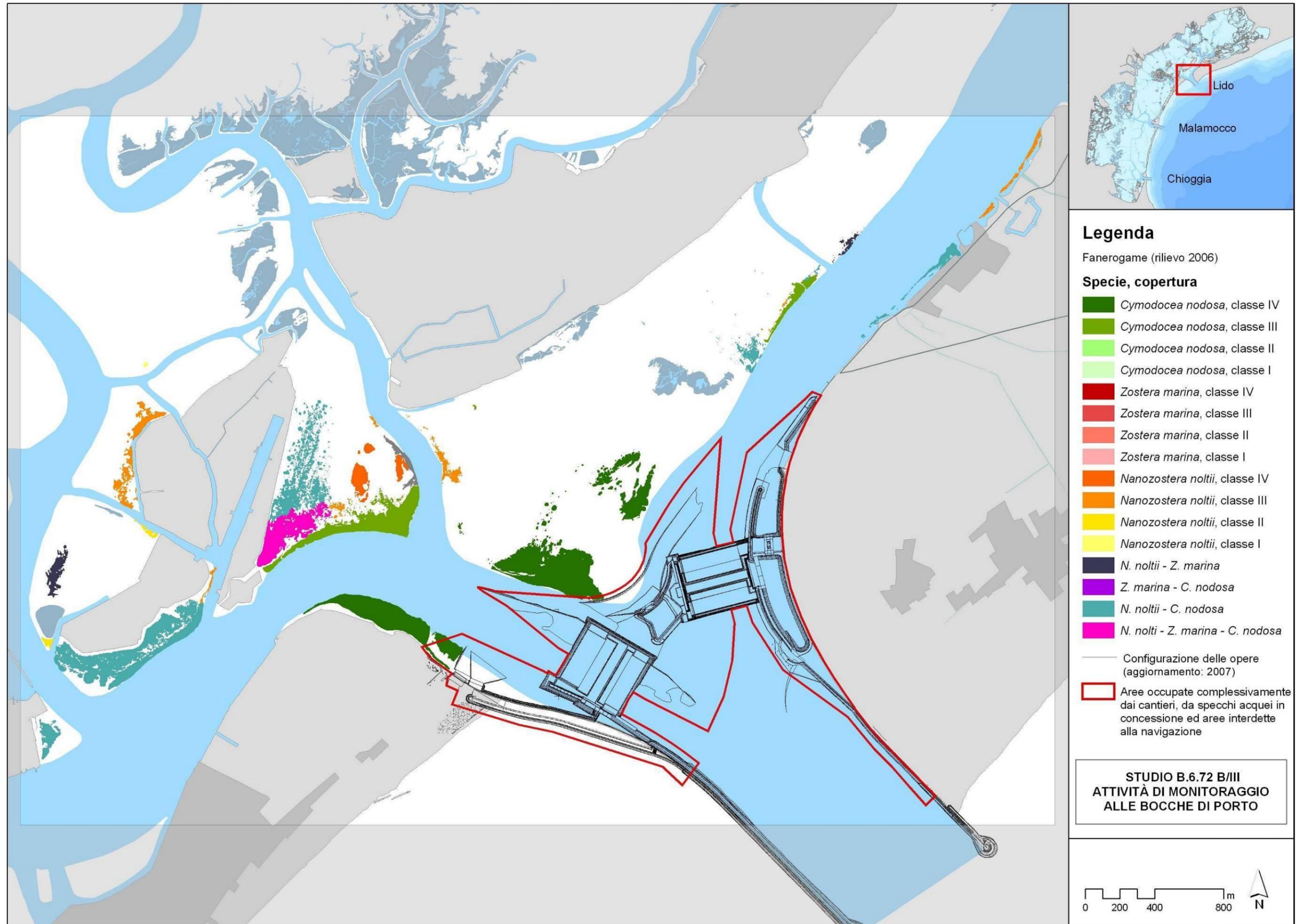


Figura 3.25 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Lido.

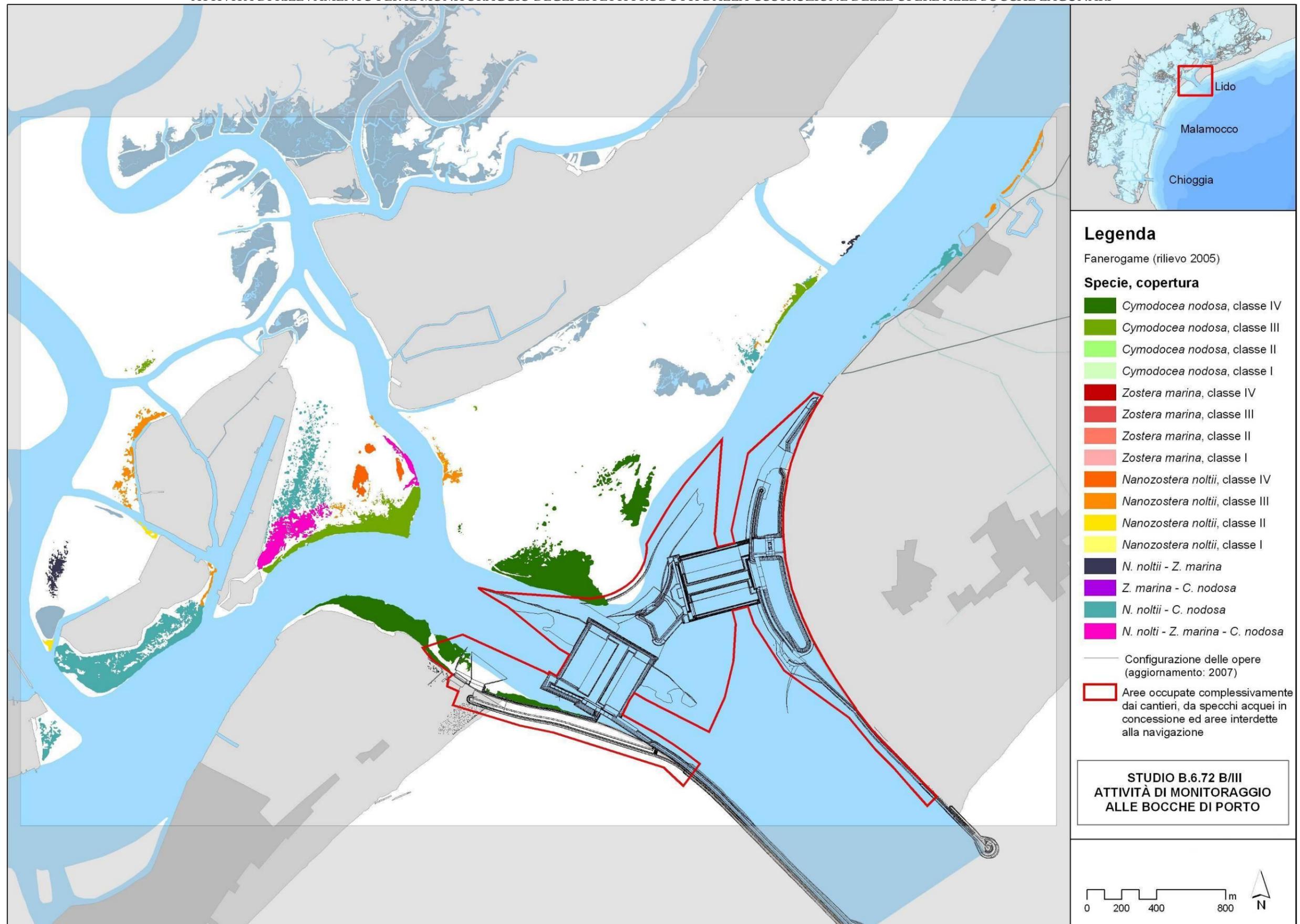


Figura 3.26 - Mappatura relativa al 2005 della bocca di porto di Lido.

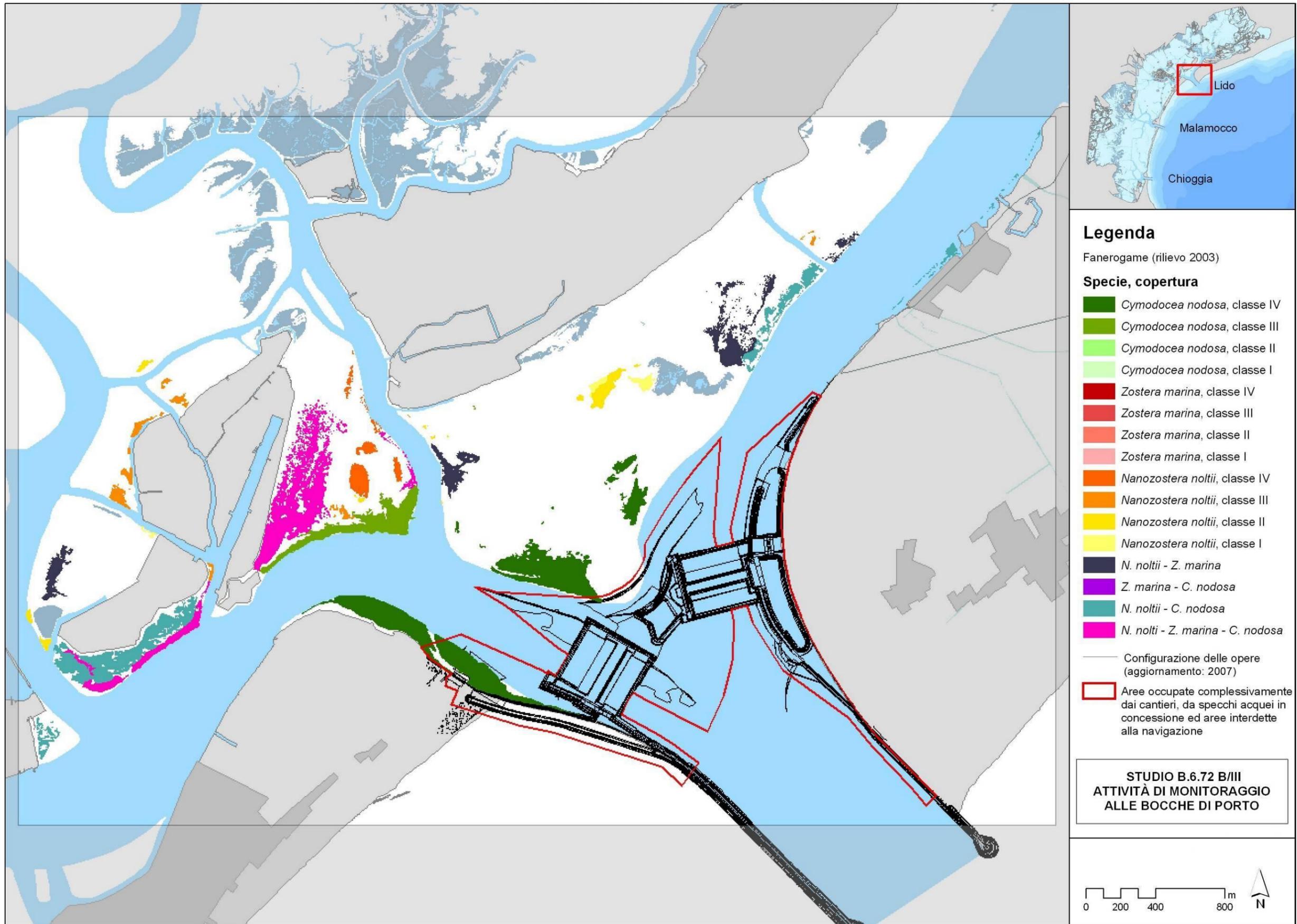


Figura 3.27 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Lido.

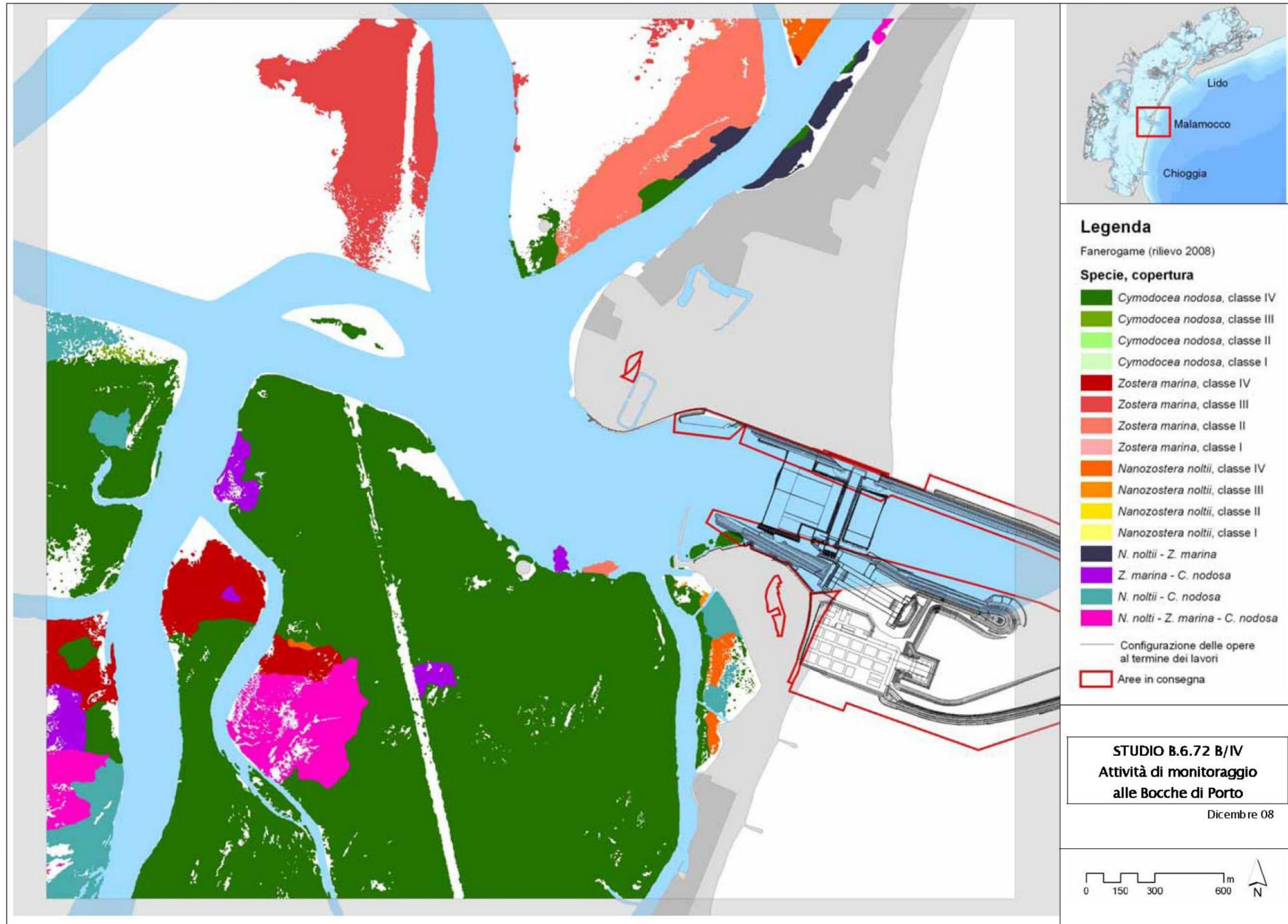


Figura 3.28 - Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Malamocco.

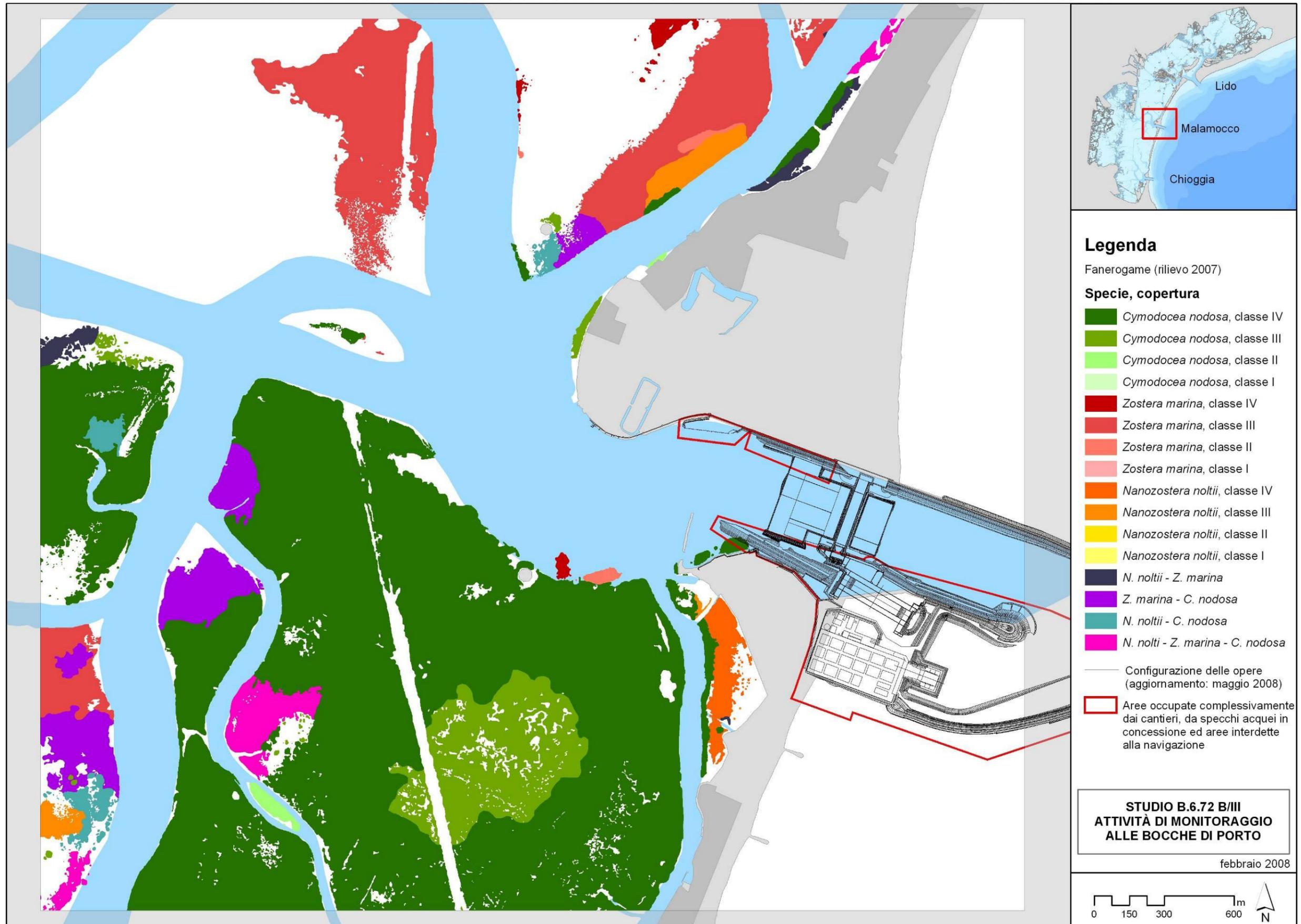


Figura 3.29 - Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Malamocco.

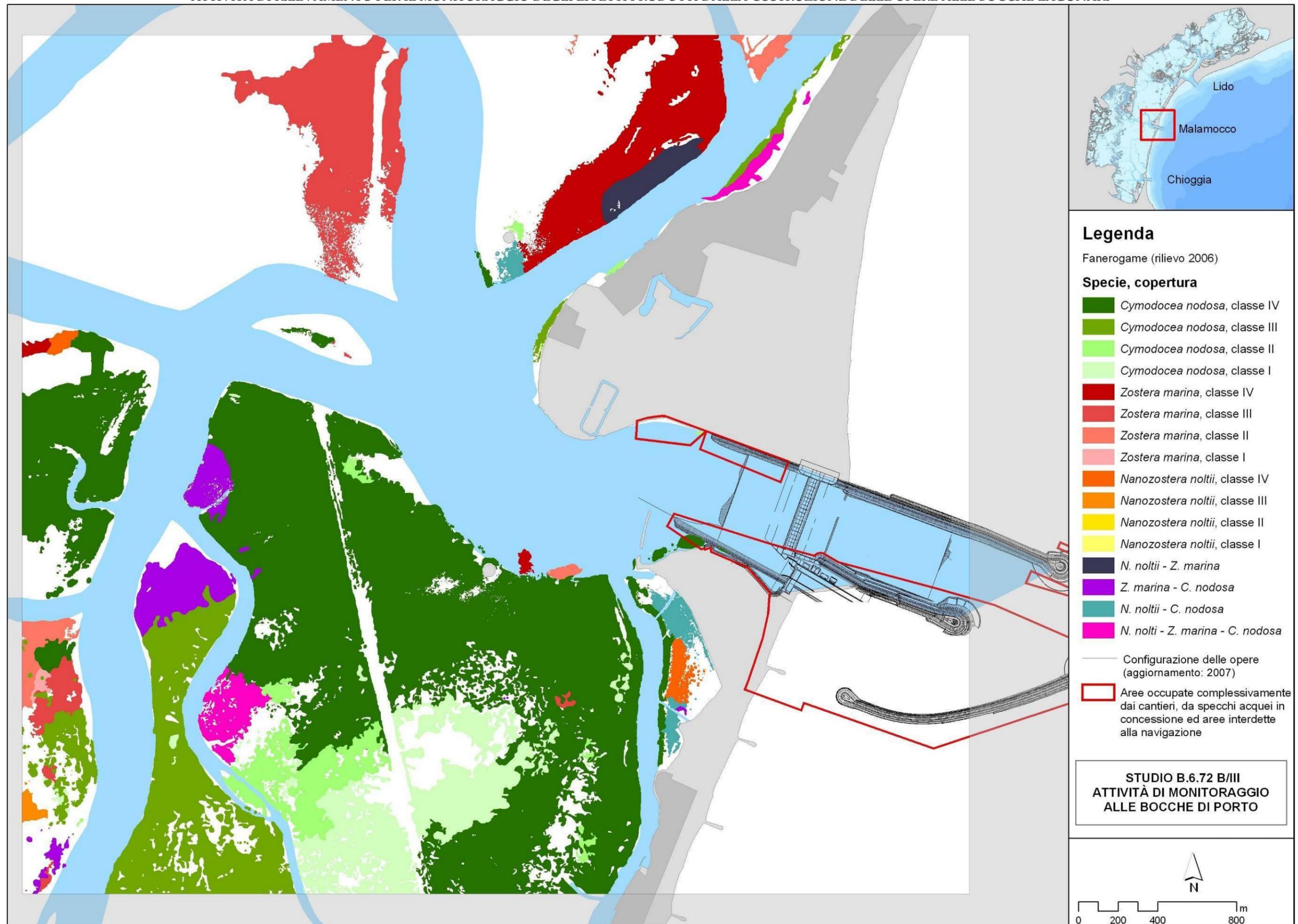


Figura 3.30 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Malamocco.

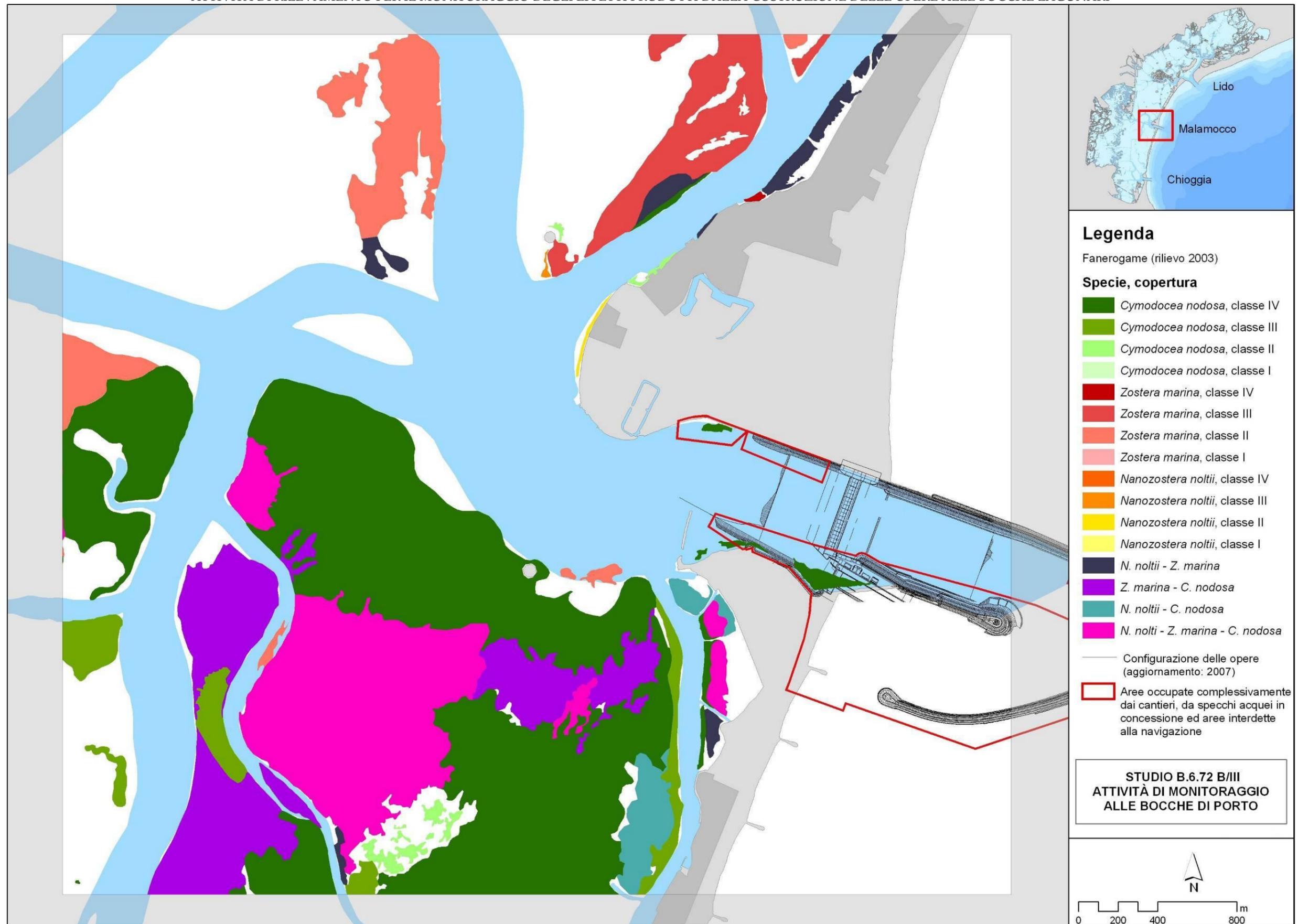


Figura 3.31 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Malamocco.

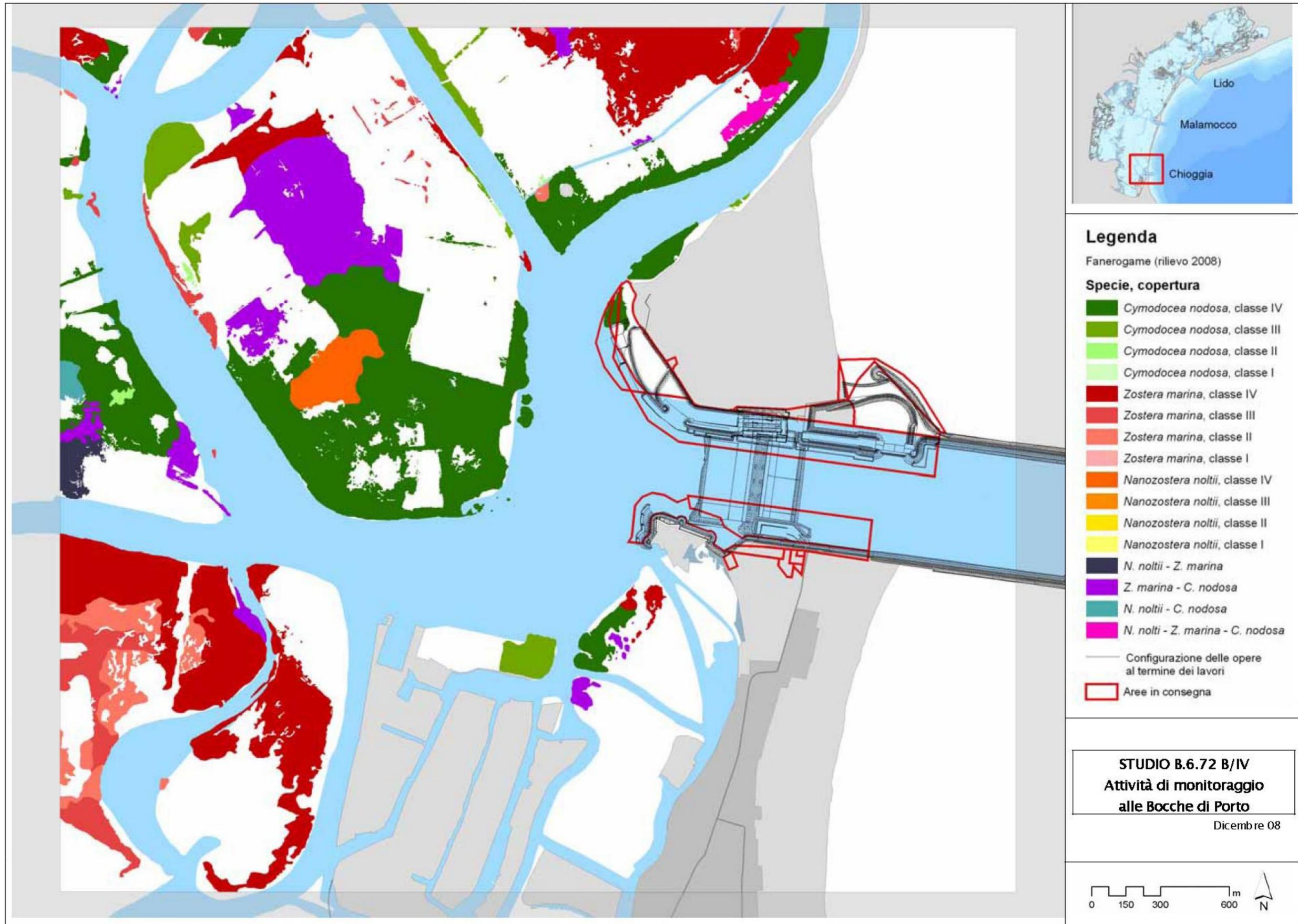


Figura 3.32 - Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Chioggia.

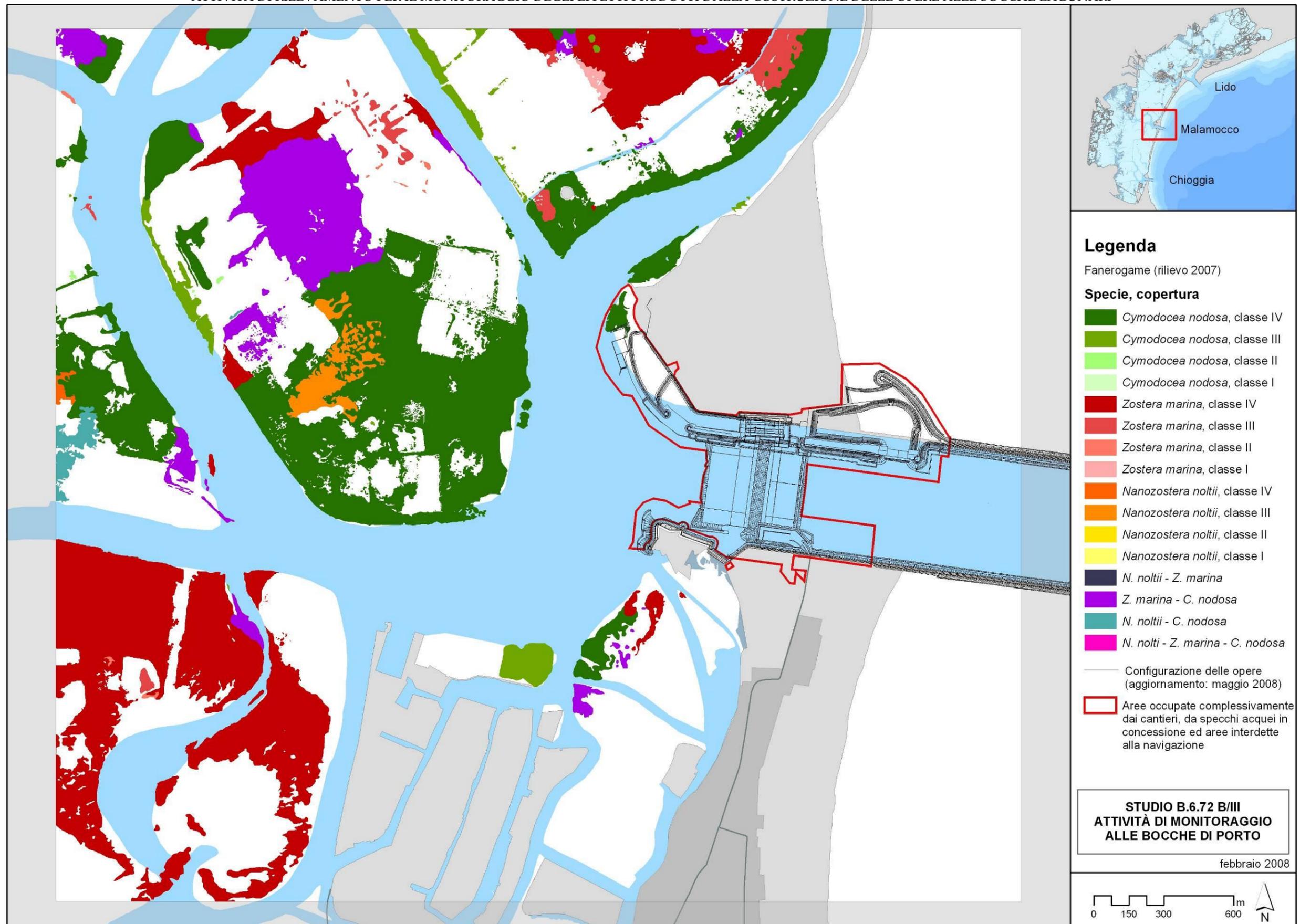


Figura 3.33 - Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Chioggia.

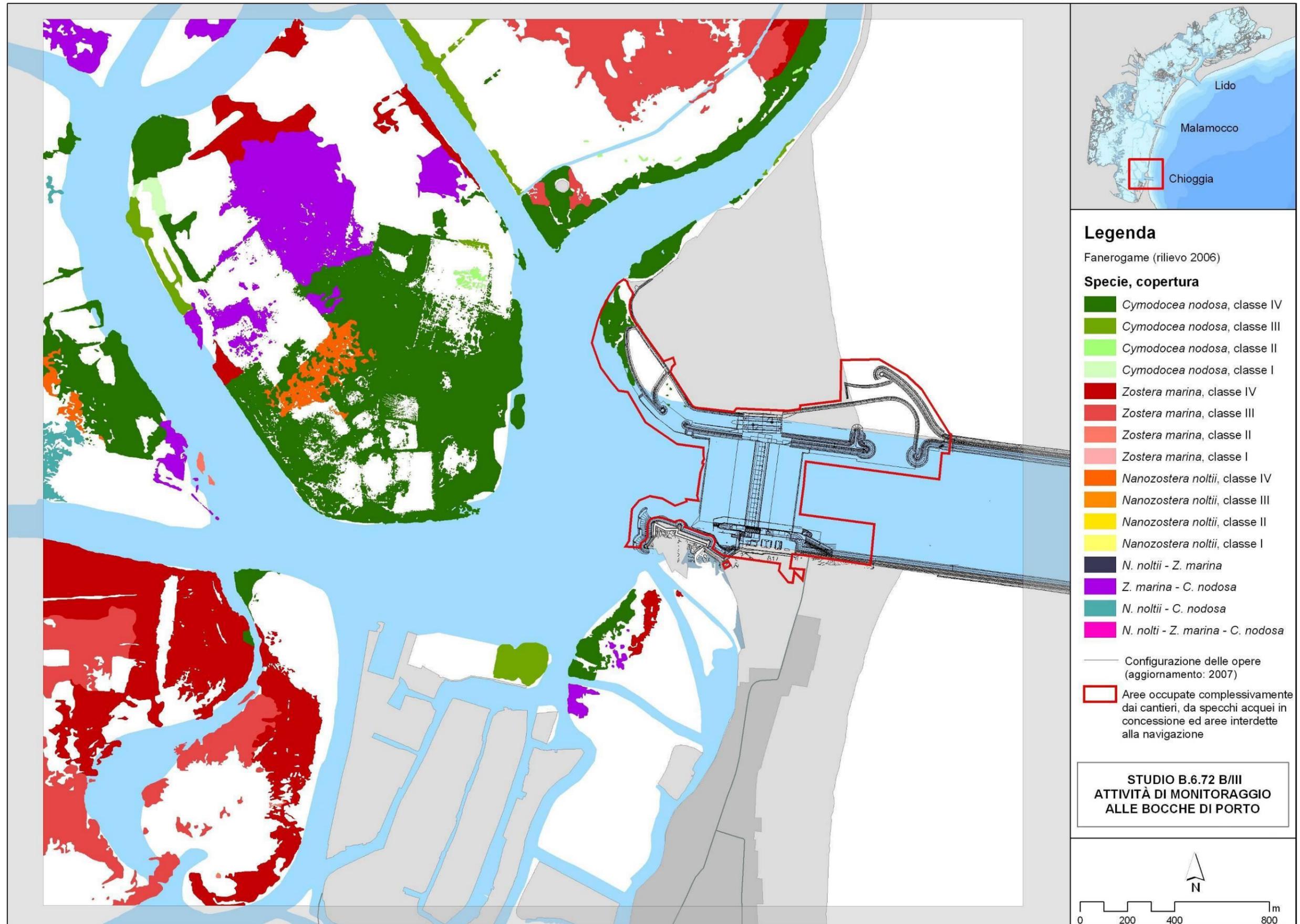


Figura 3.34 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Chioggia.

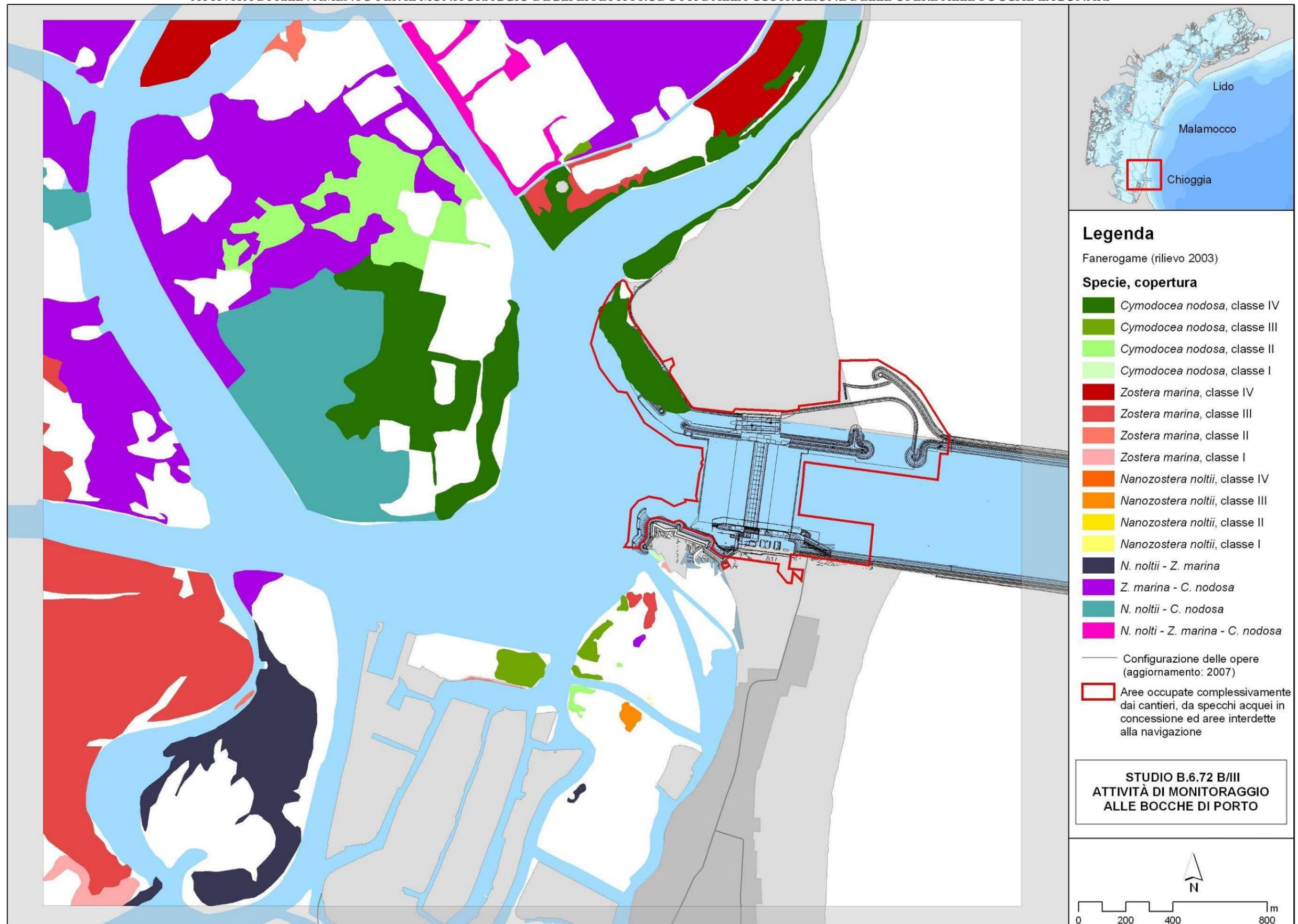


Figura 3.35 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Chioggia.

3.3 Rilievi di dettaglio in praterie particolarmente esposte agli interventi di cantiere

3.3.1 Quadro generale del rilievo di dettaglio e obiettivi

Rispetto ai precedenti anni, nel presente piano di monitoraggio sono stati inseriti rilievi di dettaglio in due praterie della bocca di porto di Lido potenzialmente esposte a possibili effetti degli interventi di cantiere per la realizzazione delle opere mobili. In particolare, sono state considerate due aree, una situata ai margini del Bacan nei pressi della nuova isola in realizzazione, ed una situata nel tratto di mare antistante il termine della pista dell'aeroporto Nicelli.

La presenza di praterie a fanerogame marine nelle bocche di porto è citata in letteratura in modo generico e privo di dettagli in diversi lavori [Benacchio, 1938; Bèguinot, 1913 e 1941; Vatova, 1949b; Pignatti, 1953 e 1966; Simonetti, 1966 e 1973]. I primi dati certi dai quali si possano definire gli areali distributivi derivano da immagini fotografiche risalenti agli anni 50. Negli anni seguenti, le bocche di porto e le aree ad esse immediatamente retrostanti hanno subito modificazioni in seguito a) ad interventi strutturali alle bocche stesse o ai moli foranei, o b) alla modifica o lo scavo di nuovi canali che hanno variato l'assetto idrodinamico dell'area.

La collocazione specifica di queste praterie nelle aree di bocca, dove svolgono una funzione di raccordo e stabilizzazione tra il bassofondo e il margine del canale sino ad una profondità di 3-4 m, conferisce loro la funzione fondamentale di stabilizzazione del piano sedimentario e di contrasto dei processi erosivi. Ad esempio, nell'ampia area del Bacan della bocca di Lido, che rappresenta il primo fondale con fanerogame con batimetrie che decrescono da circa + 0,3 m a 3-4 m, le praterie a *Cymodocea nodosa*, esplicano importanti ruoli di:

- difesa fisica dei bassofondali dai flussi in entrata dalla bocca;
- area protettiva e di *nursery* per gli organismi zoobentonici che vivono nei sedimenti e per la fauna ittica che l'attraversa.

Nella bocca di porto di Lido sono state individuate due aree con praterie a fanerogame marine di particolare interesse "storico" e in prossimità delle quali, oltre alle opere direttamente connesse alle dighe mobili, sono in realizzazione anche interventi localizzati e molto vicini di ripristino della funzionalità di infrastrutture o di ripristino di canali già in parte esistenti (fig. 3.36).

Una prima area è posta a nord-ovest dell'isola nuova realizzata per dare supporto alle due serie di paratoie e nelle cui vicinanze sono stati eseguiti interventi di approfondimento e riprofilatura del canale di by-pass retrostante l'isola (fig. 3.37). Tale canale, attualmente già navigabile da piccole e medie imbarcazioni e fra poco anche da quelle di maggiore dimensioni (motonavi), in alcuni tratti si sovrappone al margine di una prateria sommersa a *Cymodocea nodosa*, posta ad una quota di 1,5-3,5 m.

La realizzazione dell'isola nuova e il ripristino della funzionalità piena del canale possono indurre nel tempo modifiche sulla parte più estrema del basso fondale e delle praterie poste sul fondale del Bacan, alterando nel tempo la conformazione, le quote batimetriche e i limiti della stessa prateria. La particolare attenzione rivolta a questa prateria è legata al fatto che la sua presenza è documentata con certezza sin dagli anni 50, grazie ad immagini fotografiche. Dai rilievi fotografici si desume che in quegli anni la prateria raggiungesse una copertura di circa 60 ha ed un'estensione verso la bocca di porto nettamente superiore a quella che si rileva da successive immagini fotografiche della metà degli anni 90.

Una seconda prateria di interesse per il ruolo che svolge e per l'estensione che raggiungeva e raggiunge anche attualmente è quella situata parallelamente alla diga sud di Lido (fig. 3.38). Tale prateria sino a circa 10-15 anni fa era costituita da *Cymodocea nodosa* con coperture pure o miste (a *Zostera marina*). Attualmente la prateria è costituita prevalentemente da *Cymodocea nodosa* e meno

frequenti sono i tratti misti a *Zostera marina* o *Nanostera noltii*. Essendo una prateria posta su un battente di 2-4 m, le immagini fotografiche del rilievo degli anni 50 (ma spesso anche quelle più recenti) non permettono di risalire alla reale estensione e quindi i primi riscontri che ci permettono di definirne con certezza limiti ed estensione (13,0 ha) sono quelli relativi alla mappatura realizzata per lo studio *ante operam* delle tre bocche di porto (anno 2003). Negli anni successivi, la parte della prateria situata più verso il mare si è progressivamente ridotta, perché coincidente con le opere fisse o infrastrutture accessorie (es. piarda del cantiere di S. Nicolò, scavo di canali per i mezzi che operano nell'area). Il tratto di prateria che si estende dalla piarda verso l'interno della laguna è rimasto negli anni sostanzialmente stabile e attualmente ha un'estensione stimabile in 9,1 ha.

Tale prateria svolge un importante ruolo di stabilizzazione del fondale e soprattutto del margine del canale, considerato il fatto che per alcuni tratti il confine della prateria è prossimo o coincidente con il cambio di pendenza del fondale che diventa margine del canale stesso. Non va poi trascurato il ruolo ecologico della prateria a *Cymodocea nodosa* che, in combinazione con i massi del molo foraneo, costituisce un ambiente di pregio e di elevata valenza trofica, non solo per la componente bentonica, ma anche per la fauna ittica.

A partire dal 2008 un tratto di circa 400 m della spalla della diga sud (dove al piede inizia la prateria) sarà oggetto di un intervento di riprofilatura e di risanamento del margine a laguna del vecchio muro che corre, approssimativamente, dall'attuale piarda del cantiere di S. Nicolò, fino ai dossi alberati in corrispondenza dell'insenatura che si indenta a livello della meda luminosa. Il muro è attualmente protetto da una scogliera che, in diversi tratti, si trova in condizioni di profondo degrado ed è talvolta assente, per uno spessore variabile e comunque di pochi metri; gran parte dei massi del molo sono crollati e sono localizzati sul fondo, sotto il livello dell'acqua (fig. 3.45). Da progetto, l'intervento nel complesso coinvolgerà, per una lunghezza di circa 400 m ed una estensione 20-30 m, l'adiacente prateria a *Cymodocea nodosa* che dal piede della diga si estende verso il margine del canale. Nonostante i possibili interventi di mitigazione che saranno messi in atto durante le fasi di realizzazione, la prateria in oggetto potrebbe ugualmente risentire delle lavorazioni.

Dopo una serie di incontri presso il cantiere di S. Nicolò, in data 12 novembre 2008 è stato inviato alla Direzione Lavori un documento dal titolo "misure di attenzione nei confronti della prateria di fanerogame marine" nel quale si riportano le seguenti considerazioni:

1. La fascia al piede del muro interessata dalle lavorazioni previste ha una larghezza di circa 12 metri. Tale larghezza, pur da considerare cautelativamente di 15 metri, incide trascurabilmente sulle coperture a fanerogame che comunque non colonizzano i tratti di fondale più a riva, ricoperti da massi e pietrame. Sotto questo profilo, l'intervento non presenta aspetti critici e non presenta possibili effetti significativi nei confronti della prateria.
2. Le lavorazioni previste saranno effettuate da mare per mezzo di pontoni dai quali si provvederà allo scavo di un tratto lungo margine - sempre entro la larghezza sopra quantificata - e al suo successivo riempimento con materiali idonei a formare una "mantellata" di ricopertura allo scopo di rinforzare e consolidare il piede del muro risanato. Effetti possibili di questa fase sono conseguenti al passaggio del pontone e all'eventuale torbidità indotta dalle operazioni di scavo. In considerazione dei battenti subito sostenuti a mare dell'attuale scogliera e comunque al di fuori della fascia dei 15 metri, non si ritengono ragionevolmente possibili effetti sul fondo e quindi sulla prateria. Misure di attenzione (vedi oltre) andranno comunque prese per i passaggi del pontone sopra le aree colonizzate. Per quanto riguarda la torbidità, le modalità di scavo prevedono l'utilizzo della benna a grappo che consente di limitare le perdite di sedimento che risultano, comunque, trascurabili nell'intorno in considerazione della granulometria grossolana dei materiali del caso. Per quanto riguarda le modalità di ancoraggio del pontone è previsto l'uso degli spilli, i quali

comporteranno impatti pressoché trascurabili sulla prateria.

3. Le operazioni di scavo, riempimento e risanamento del muro prevedono, come detto, l'interessamento di una fascia di 15 metri dal margine. I mezzi, che procederanno lungo questo margine, avranno comunque bisogno di corridoi di accesso che interesseranno aree colonizzate. I possibili effetti a carico delle coperture saranno mitigati sia individuando tre corridoi permanenti in modo da evitare continui e casuali attraversamenti della prateria, sia procedendo alla loro segnalazione con galleggianti. Deve essere inoltre considerato che i tratti di corridoio dove potrebbero verificarsi effetti sulle coperture sono solo quelli più a riva, dove le profondità in gioco corrispondono al pescaggio dei mezzi. Inoltre, due dei corridoi, e precisamente quello a ridosso della piarda e quello a metà del tratto di intervento - in allineamento con il corridoio di volo, risultano per la maggior parte privi di copertura. Pertanto il corridoio da tenere sotto particolare attenzione è unicamente quello più verso la laguna. Si suggerisce di limitare, per quanto possibile, lo scarico e lo stoccaggio temporaneo di sedimento sulle aree colonizzate.

Tali misure di attenzione consentiranno di limitare al massimo i possibili effetti nei confronti della prateria presente lungo il tratto interessato dai lavori.

In questo paragrafo si intende definire lo stato attuale delle praterie in oggetto anche attraverso un'analisi storica recente delle variazioni subite. In ambedue le praterie sono stati quindi eseguiti:

- rilievi di dettaglio in immersione con autorespiratore con assunzione di *markers* nel corso del 2008, lungo il margine della prateria nei tratti di possibile impatto;
- rilievi lungo transetti diretti dal margine della prateria nel bordo canale sino al bassofondo interno (Bacan) o la diga in ripristino (Nicelli);
- analisi di immagini fotografiche.

Nella figura 3.39 sono riportati i transetti lungo i quali sono state eseguite specifiche misure di densità della prateria.

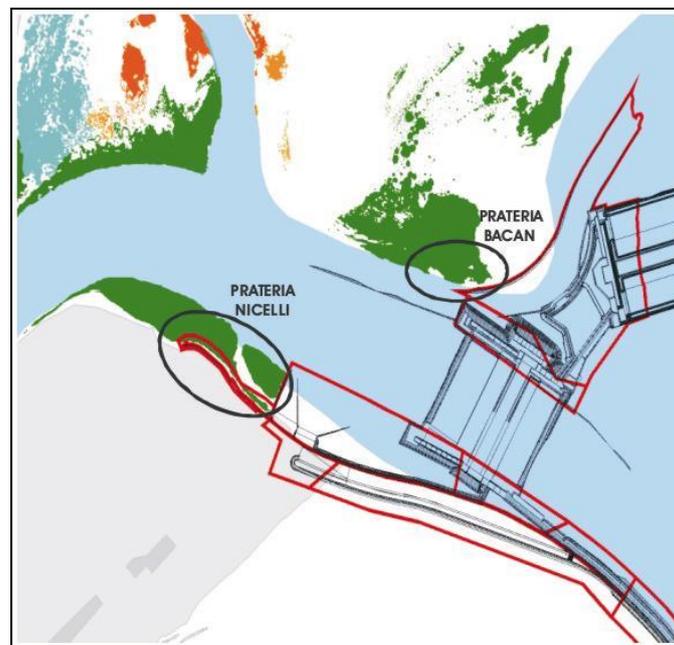


Figura 3.36 - Praterie della bocca di porto di Lido oggetto di un rilievo di dettaglio.

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



Figura 3.37 -Rilievi fotografici della prateria a *Cymodocea nodosa* situata nel bassofondo del Bacan.



Figura 3.38 -Rilievi fotografici della spalla della diga sud ai margini dell'aeroporto Nicelli.



Figura 3.39 - Transetti lungo i quali sono stati eseguiti in immersione specifici controlli delle due praterie.

3.3.2 *La prateria a Cymodocea nodosa situata sul bassofondo del Bacan*

L'analisi storica della prateria situata nella punta estrema del basso fondale del Bacan ha evidenziato una regressione dell'estensione negli ultimi 50-60 anni che sembrerebbe dovuta, quasi esclusivamente, ai dinamismi naturali presenti nella bocca di porto, non essendo nota l'esecuzione di interventi di modifica della morfologia dell'area del Bacan.

L'esame delle immagini fotografiche dagli anni 50 ad oggi ha rilevato una perdita elevata di copertura della prateria e un progressivo arretramento della punta estrema rivolta verso il mare (fig. 3.40). Tra gli anni 50, quando l'estensione della prateria era di circa 60 ha, e il rilievo del 2003, realizzato prima che iniziassero i lavori alle opere mobili e quando l'estensione era scesa a circa 16 ha, la prateria ha subito nel complesso una riduzione di circa 44 ha.

Nei successivi anni (2003-2008), le immagini fotografiche e i rilievi in campo eseguiti nei monitoraggi B.6.72, pur non rilevando più mutamenti a livello di macro-scala, hanno evidenziato però dinamiche di medio-piccola scala nelle praterie, sia verso i margini del canale, sia verso i bassofondi.

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

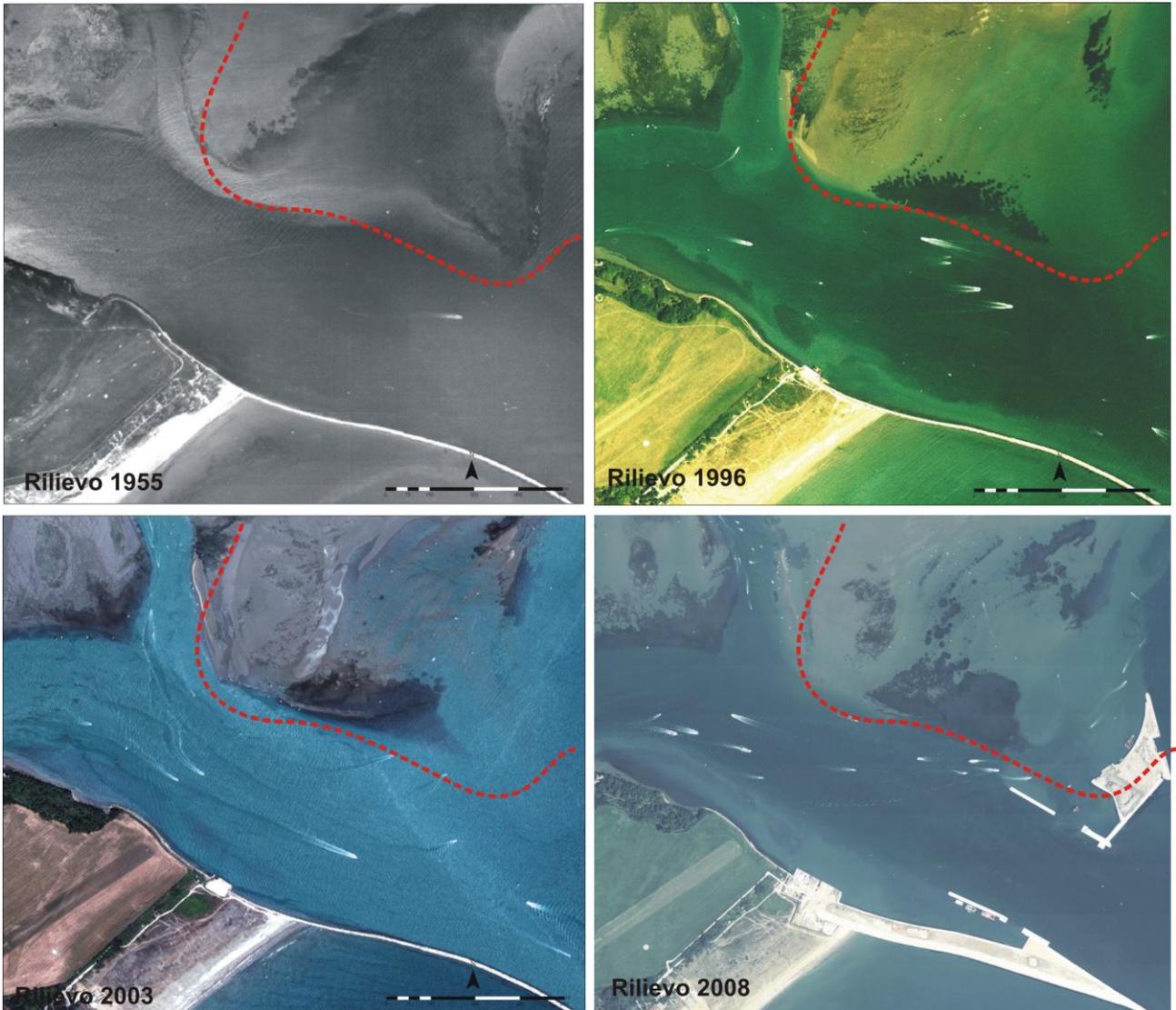


Figura 3.40 – Rilievo fotografico della prateria del Bacan tra il 1955 e 2008. La linea rossa delimita l'area oggetto di indagine

Un raffronto tra gli anni 2003-2008, mirato a caratterizzare i dinamismi dei tratti di margine delle praterie più esposti ai possibili impatti delle opere in realizzazione, indica:

- una sostanziale stabilità del margine della prateria esposto a nord-est che dopo gli anni 50 aveva, invece, subito una sostanziale regressione;
- un progressivo arretramento (anche 40-50 m nei punti più critici) del margine della prateria verso il canale e l'isola di recente realizzazione (fig. 3.41).

Da quanto si evidenzia dalle immagini fotografiche e dai rilievi in campo, da alcuni anni sembrerebbe essere in corso un progressivo arretramento del margine della prateria che si protrae verso l'adiacente canale e in particolare nella punta più estrema. Al contrario, come già riportato nel paragrafo 3.2.3, i settori di questa prateria e di quella adiacente che si sviluppano sull'esteso bassofondo del Bacan e che nelle foto del rilievo degli anni 50 costituivano un'unica estesa copertura di circa 60 ha, risultano negli ultimi anni relativamente stabili; nel rilievo del 2008 tali praterie sono risultate anche in lieve espansione di alcuni metri nelle aree più interne, dove le profondità sono limitate e dove le coperture sono frammentate.

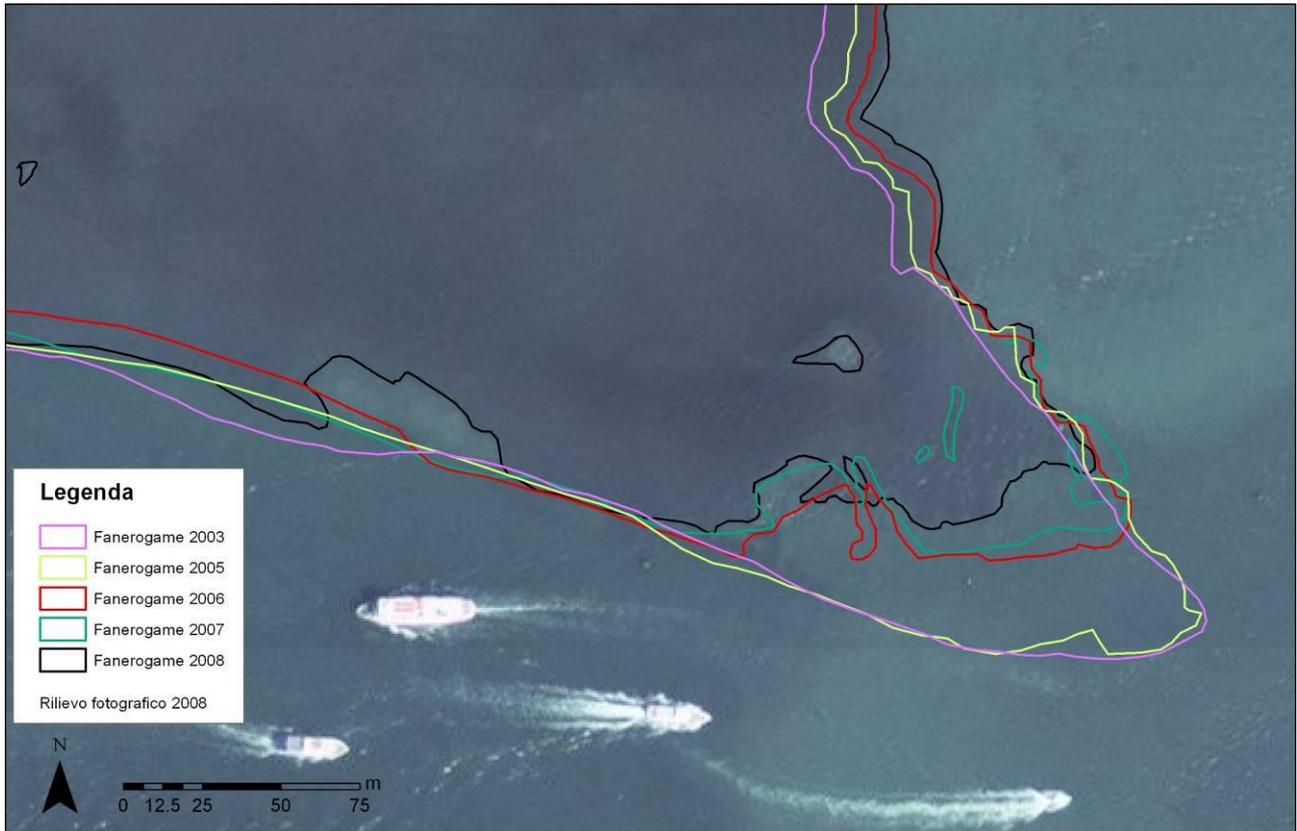


Figura 3.41 - Dettaglio dei margini tra gli anni 2005 e 2008 del tratto della prateria del Bacan ritenuto più esposto ai possibili impatti per la realizzazione delle opere.

Lungo il margine del canale dove la prateria è maggiormente esposta ai possibili impatti sono stati percorsi in immersione due transetti, che dal margine posto sul canale si addentrano perpendicolarmente alla prateria per un centinaio di metri (fig. 3.39 e 3.42). Il margine della prateria, seguendo lo schema riportato in Pergent *et al.* (1995) per *Posidonia* (fig. 3.43), è risultato sempre del tipo “limite netto (1)” e solo raramente del tipo a “limite progressivo (2)”. La mancanza di tipologie del tipo “erosivo-regressivo (3)” è confermata anche dal fatto che il margine della prateria spesso corrisponde al cambio di pendenza che vede il passaggio da fondale di 2-3 m (con inclinazione minima) a bordo canale (con variazione dell’inclinazione). Quando le profondità diventano eccessive (4-5 m) o le pendenze si fanno sostenute (circa 40-45 gradi), il margine della prateria si interrompe rapidamente.

I rilievi condotti in questi anni nelle tre bocche di porto hanno evidenziato che, in fondali tendenzialmente piani o poco inclinati, la prateria non si sviluppa più oltre i 4-5 m di profondità, probabilmente per la ridotta trasparenza delle acque. Quando invece la prateria viene a trovarsi al confine tra il fondale lievemente inclinato e il margine del canale in pendenza, la presenza delle fanerogame (*Cymodocea nodosa*) si interrompe rapidamente, indipendentemente dalla quota batimetrica. È ragionevole ritenere che la scomparsa delle fanerogame in quest’ultima situazione dipenda sia dal cambio di inclinazione del fondale, sia dall’accentuato regime idrodinamico del vicino canale.

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

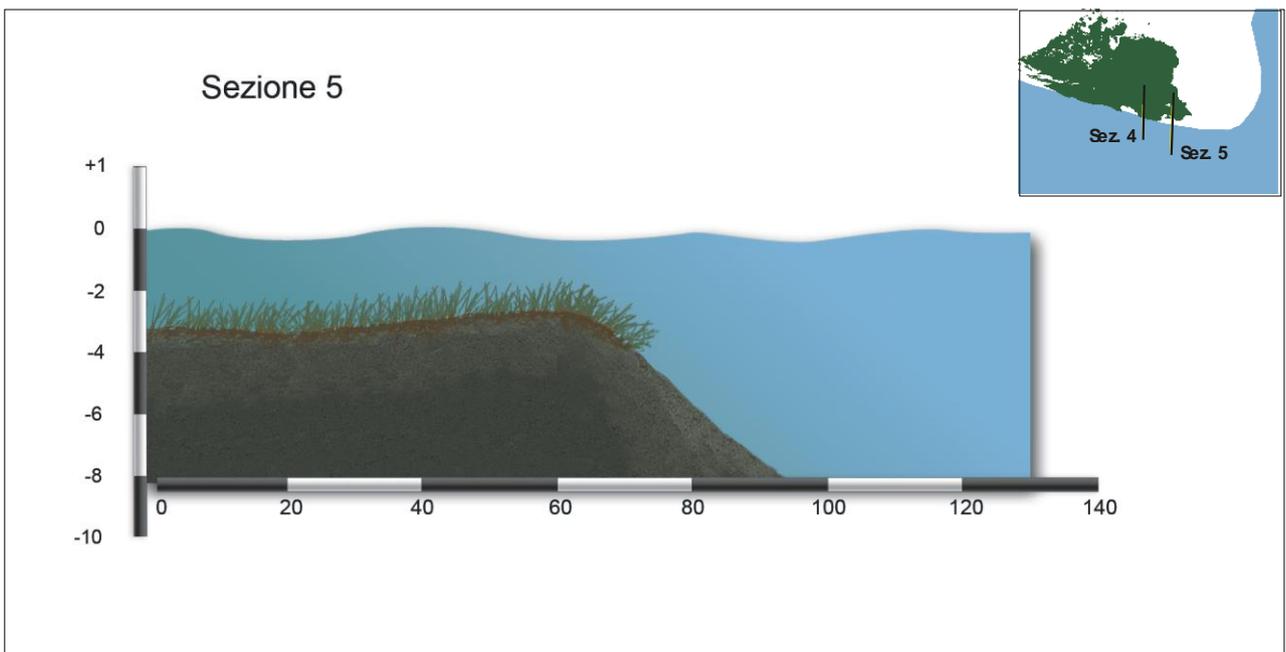
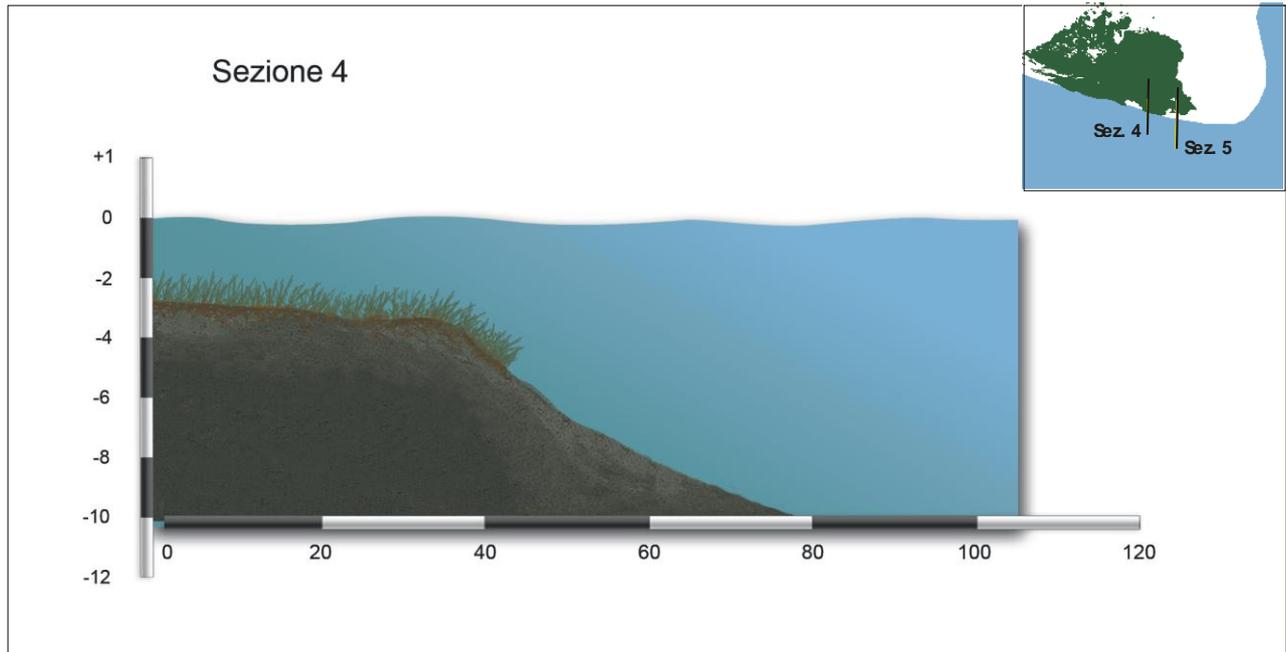


Figura 3.42 – Schema semplificato della tipologia del limite delle praterie lungo due transetti. Per la realizzazione del profilo si è fatto riferimento ai più recenti dati batimetrici multibeam del 2001 e rilievi in campo con profondimetro del 2008.

Lungo i due transetti la prateria è apparsa sempre monospecifica e uniforme, con densità dei ciuffi fogliari che variano da 314 a 525 ciuffi/m². L'elevato range di densità è giustificato dal fatto che la prateria nei transetti esaminati si sviluppa su quote morfologiche differenti, che variano da 4 m a 1,5 m. Questi valori a loro volta risultano nel complesso inferiori rispetto a quelli della vicina stazione di controllo L3, posta nella medesima prateria ma situata su quote di 1,0-0,5 m (valori medi densità primavera-estate 2008: 1.714 - 2.220 ciuffi/m²).

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

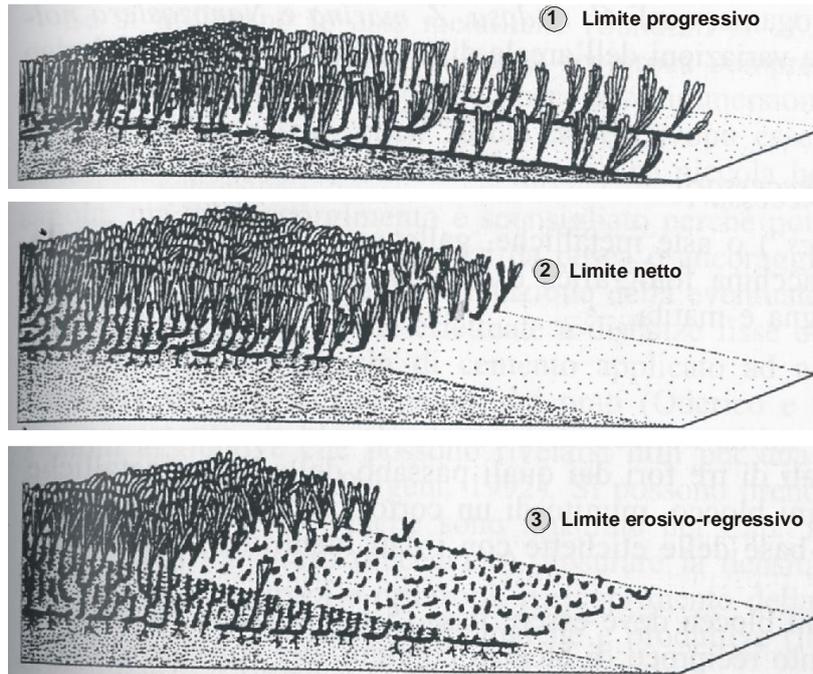


Figura 3.43 – Schema semplificato delle tipologie del limite delle praterie mutuato da Pergent et al. (1995) per *Posidonia oceanica*.

Il margine della prateria lungo il margine del canale non ha evidenziato evidenti segnali di erosione o scalzamento dei ciuffi fogliari, in particolare della parte immersa nel sedimento (radici e rizomi). Raramente sono stati osservati rizomi in fase di crescita diretti verso il margine esterno della prateria. Considerando che nel trend degli ultimi 5-6 anni il margine appare in progressivo arretramento, soprattutto nella parte più prominente della prateria, è ragionevole ritenere che i fattori che stanno determinando la regressione del margine agiscano probabilmente in modo lento ma costante, senza dar luogo a evidenti riscontri visivi. A conferma che probabilmente i mutamenti lungo il margine avvengono in modo lento, senza evidenti segnali, e che le condizioni ambientali appaiono ancora nel complesso ecologicamente soddisfacenti, si segnala la presenza lungo il margine della prateria di alcuni esemplari di *Pinna nobilis* (specie iscritta nell'elenco delle specie protette [allegato IV dir. 92/43 CEE, 1992]) (fig. 3.44).



Figura 3.44 – Mollusco bivalve *Pinna nobilis* lungo il margine della prateria.

3.3.3 La prateria a *Cymodocea nodosa* adiacente alla diga sud Aeroporto Nicelli

L'intervento di riprofilatura e di risanamento del margine a laguna dell'aeroporto Nicelli riguarda il vecchio muro che corre approssimativamente dall'attuale piarda del cantiere di S. Nicolò fino ai dossi alberati in corrispondenza dell'insenatura a livello della meda luminosa. A questo intervento si associa però anche il ripristino dell'adiacente scogliera che si trova in condizioni di profondo degrado ed è talvolta assente, per uno spessore variabile e comunque di alcuni metri (fig. 3.45). I massi spesso crollati sono ora dispersi ai piedi della diga formando un letto sotto il livello dell'acqua. Dal piede di questa scogliera, sino ad una distanza variabile da 100-120 m, su fondali francamente sabbiosi, tra 1 e 5 metri circa di profondità, si estende una prateria a fanerogame marine, prevalentemente *Cymodocea nodosa*.



Figura 3.45 - Immagini della diga sud di Lido e del retrostante vecchio muro.

Per questo tratto di bocca di porto non sono disponibili immagini fotografiche del rilievo degli anni 50 tali da poter stabilire i limiti e l'estensione della prateria. Per definirli con certezza ci si può riferire alla mappatura del 2003, che rappresenta lo stato *ante operam* delle fanerogame marine delle tre bocche di porto. Da questo rilievo si desume che la prateria in oggetto aveva una superficie complessiva di 13 ha e che si estendeva per una lunghezza di circa 1200-1300 m ed una larghezza dalla diga di circa 120-130 m (fig. 3.46). Negli anni successivi (2005-2008), con l'esecuzione dei lavori per le opere alla bocca di porto, la prateria ha progressivamente ridotto la propria estensione per la sovrapposizione fisica delle opere e per gli interventi di scavo adiacenti. Nei recenti rilievi del 2008 la prateria raggiunge i 9,1 ha, estendendosi parallelamente alla diga sud, dalla piarda di S. Nicolò, sino all'entrata della laguna nel Canale di S. Nicolò, per una lunghezza di circa 900 m e una larghezza massima di 120-130 m (fig. 3.46).

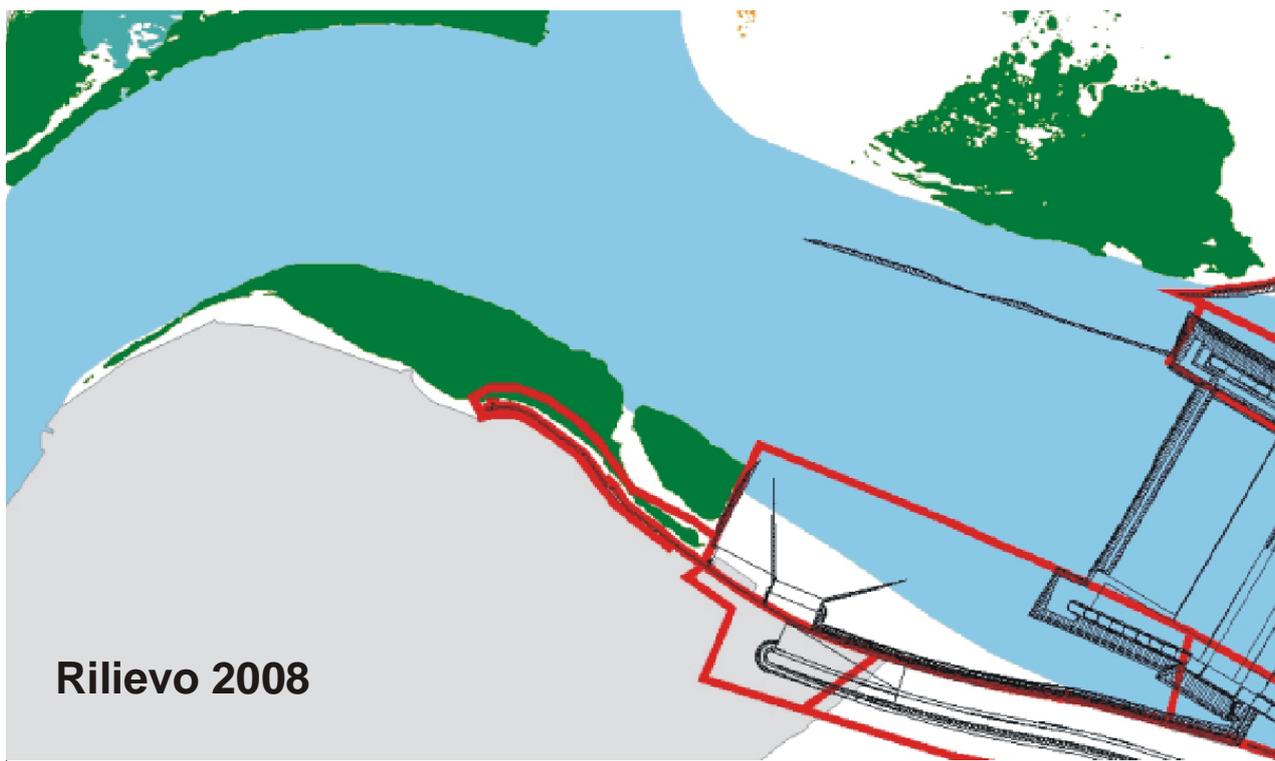
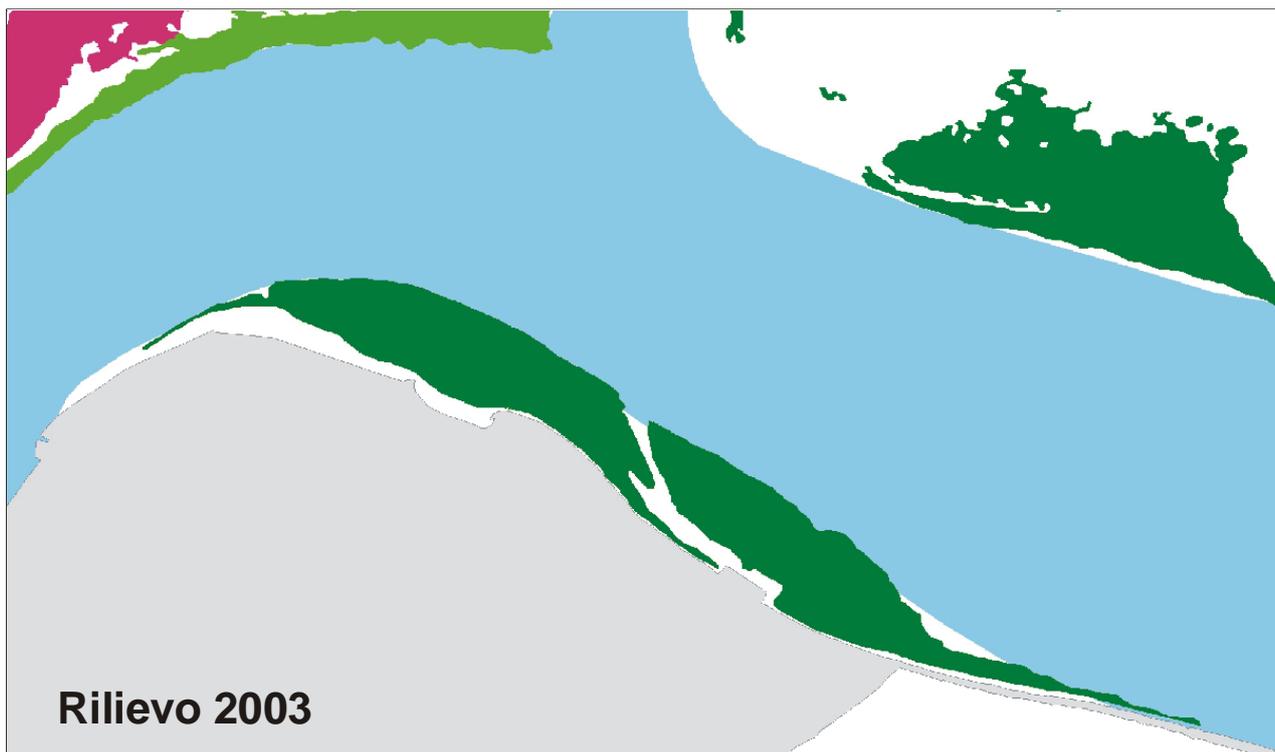


Figura 3.46 - Estensione della prateria negli anni 2003 e 2008. Nel rilievo del 2008 è riportata l'impronta delle opere (in nero) e le aree in consegna alle ditte (in rosso) per la realizzazione dei lavori e movimentazione dei mezzi.

Sulla base dei dati progettuali dell'intervento si desume che il ripristino della funzionalità del muro e della relativa massicciata (ora in degrado) interesserà anche un tratto della prateria stimabile in circa 400 m in lunghezza e 25-30 m in larghezza (fig. 3.47). Si ritiene che nell'area in

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

oggetto possano verificarsi impatti dovuti sia alla sovrapposizione delle opere con la prateria sia alla movimentazione dei mezzi che interverranno per lo scavo e il ripristino dei massi. Per motivi organizzativi e di mantenimento della funzionalità dell'aeroporto, l'area di intervento estesa per circa 400 m è stata suddivisa in due settori nei quali le ditte opereranno con tempistiche differenti.

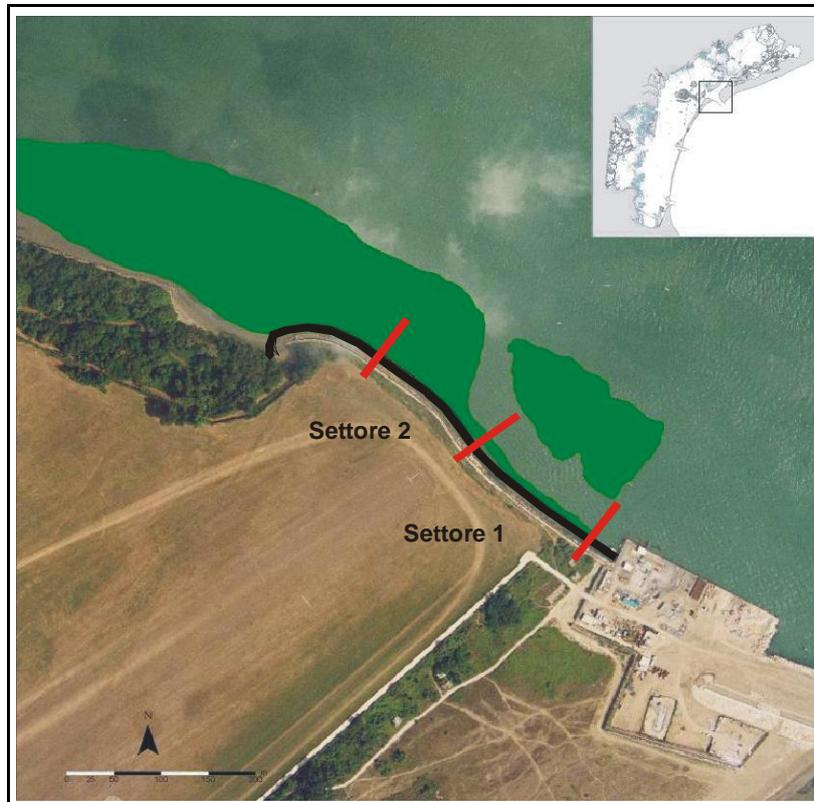


Figura 3.47 – Rilievo fotografico dell'area oggetto della realizzazione delle opere con sovrapposte le fanerogame e i due settori nei quali, per motivi organizzativo-tecnici, i lavori di ripristino della riva verranno svolti in due fasi temporali differenti.

Allo scopo di definire una cronologia storica delle recenti variazioni della prateria sono state esaminate le cartografie realizzate negli ultimi anni (2005-2008) e, nel corso della primavera-estate 2008, sono stati eseguiti ulteriori controlli di dettaglio tramite specifici rilievi in immersione con attrezzatura ARA (lungo il tratto di perimetro della prateria oggetto dell'intervento e lungo tre transetti trasversali alla prateria stessa, dal margine verso il canale sino al piede della diga, Fig. 3.39).

Le cartografie degli ultimi anni ed in parte i rilievi fotografici evidenziano come la riduzione dell'estensione della prateria si sia verificata principalmente tra il 2003 e il 2005 (fig. 3.48). Le maggiori regressioni delle coperture si localizzano parallelamente alla diga foranea, dall'attuale piarda di S. Nicolò verso la bocca di porto e sono dovute sia alla realizzazione di opere fisse, sia alle attività dei mezzi nautici che hanno operato in zona. Per quanto attiene il limite della prateria è invece evidente una sostanziale stabilità. Le piccole differenze che si possono notare devono infatti tener conto di un possibile margine di errore di qualche metro, dovuto al fatto che:

- la definizione del margine a mare non può essere eseguita con l'aiuto di immagini fotografiche aeree o satellitari a causa della scarsa trasparenza dell'acqua e della profondità in cui si trova la prateria (4-5 m);
- la determinazione del margine attuale è eseguita tramite rilievo da parte di un subacqueo e la strumentazione ad esso collegata in superficie non sempre può mantenere una corretta

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

perpendicolarità a causa di correnti e di onde.

La prateria risulta costituita per oltre il 90-95% dalla rizofita *Cymodocea nodosa*, con un bordo che varia dalla tipologia “margine netto” al tipo “margine progressivo”. Solamente in alcuni punti sono presenti chiazze di *Zostera marina* che rimane però distinta e non costituisce praterie miste (fig. 3.49 e 3.50). Di interesse ecologico è apparso il fatto che, in limitati punti della prateria lungo il margine e alla profondità di 3-4 m, siano stati osservati tratti di fondale di qualche metro colonizzati da *Nanozostera noltii*, specie che solitamente nella bocca di porto si rinviene nella fascia intertidale.

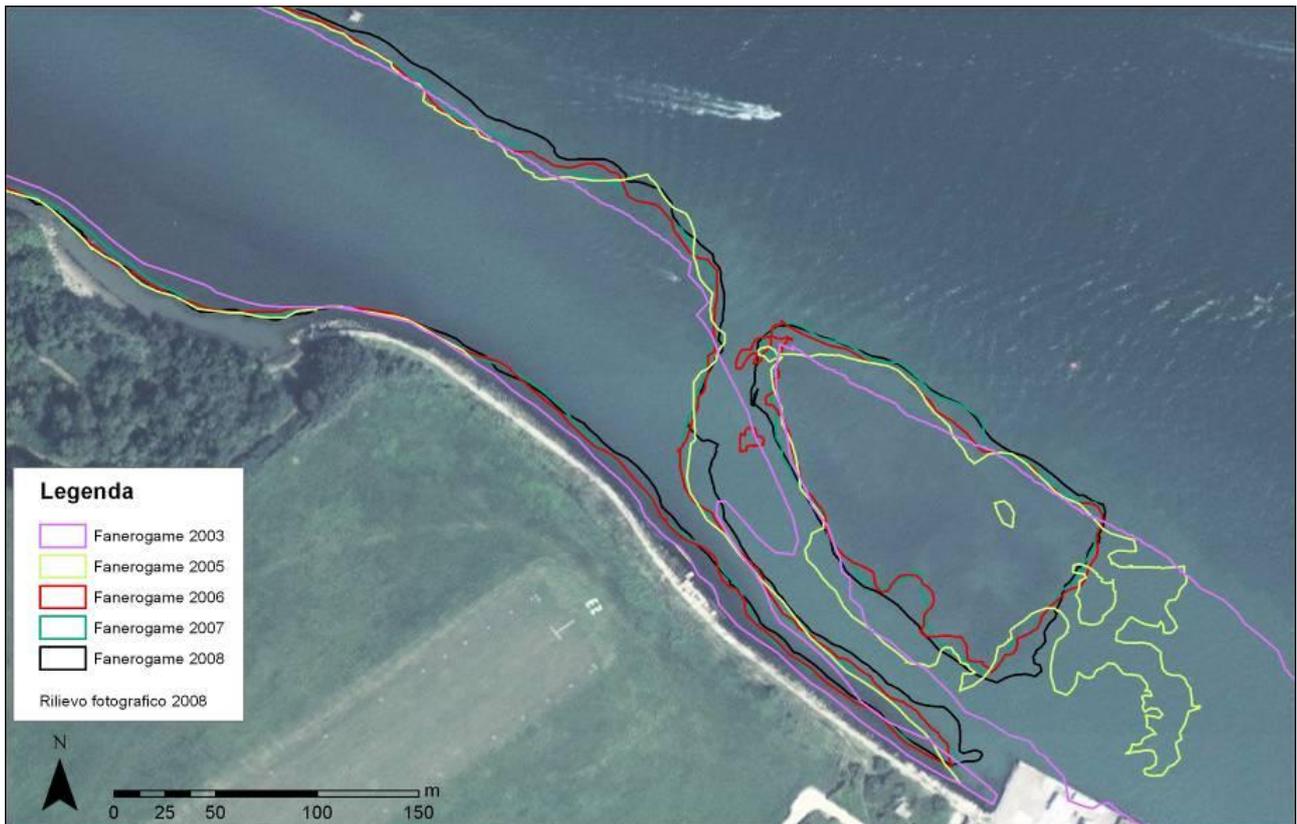


Figura 3.48 – Rilievo dei margini della prateria a fanerogame nell’area dell’intervento di ripristino della diga sud tra il 2003 e il 2008.

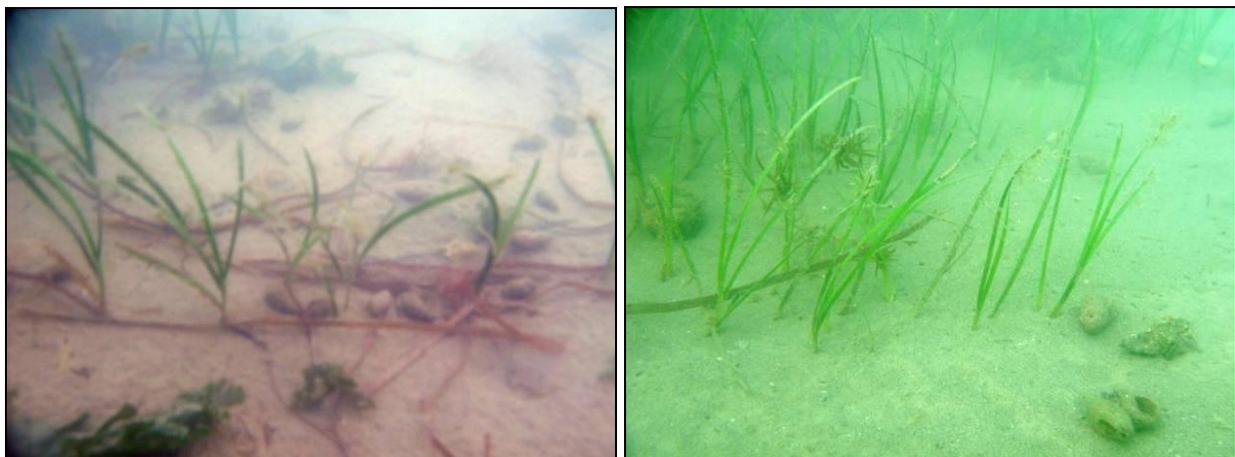


Figura 3.49 – Rizomi di *Cymodocea nodosa* in espansione dal margine della prateria.

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



Figura 3.50 – Rizomi di *Zostera marina* (a sinistra) e ciuffi fogliari di *Nanozostera noltii* (a destra).

In tre distinti tratti della prateria sono stati eseguiti percorsi lungo transetti perpendicolari alla diga sud, allo scopo di valutare lo stato della copertura e la densità dei ciuffi fogliari (Fig. 3.39). Il percorso dei transetti in immersione ha evidenziato come la prateria sommersa abbia una tipologia continua ed uniforme e presenti una sola interruzione a livello del transetto 3 per la presenza di un approfondimento simile ad un canale. Le densità dei ciuffi fogliari rilevate sono in generale più basse rispetto a quelle che si riscontrano nelle stazioni di monitoraggio della bocca di Lido, variando in media da 302 ciuffi/m² a 430 ciuffi/m², con altezze complessive che risultano inferiori nei siti più profondi (40-50 cm), rispetto ai siti prossimi alla diga e quindi più superficiali (80-90 cm).

Il margine della prateria varia da “netto” a “progressivo” e si interrompe tra 4 e 5 m (max rilevato 4,8 m), quando il fondale è debolmente inclinato. A seguito del brusco cambio di inclinazione del fondale, quando la prateria si estende sino al limite del bordo del canale (es. meda luminosa), l’interruzione della prateria avviene a profondità minori.

Per questa prateria solo in pochi punti il margine si spinge sino al bordo del canale, dove si verifica un incremento della pendenza del fondale e dell’idrodinamismo. Negli altri punti, dove il fondale ha una limitata pendenza, l’interruzione della prateria è conseguenza soprattutto delle caratteristiche della colonna d’acqua che, per la limitata trasparenza, impedisce la colonizzazione a quote più profonde.

Le osservazioni condotte in questi anni nelle tre bocche di porto hanno sempre evidenziato, in presenza di substrati più o meno orizzontali o con deboli inclinazioni, il margine della prateria non vada mai oltre 4-5 m di profondità. D’altro canto, quando la prateria (quasi sempre *Cymodocea nodosa*) viene a coincidere con il margine del canale, la presenza delle fanerogame non appare più legata alla profondità del sito, ma si interrompe non appena la pendenza del fondale diventa sostenuta (40-45 gradi). È ragionevole ritenere che la scomparsa delle fanerogame in questi casi dipenda non solo dal cambio di inclinazione del fondale, ma anche dal mutato regime idrodinamico che diventa più simile a quello presente nel canale.

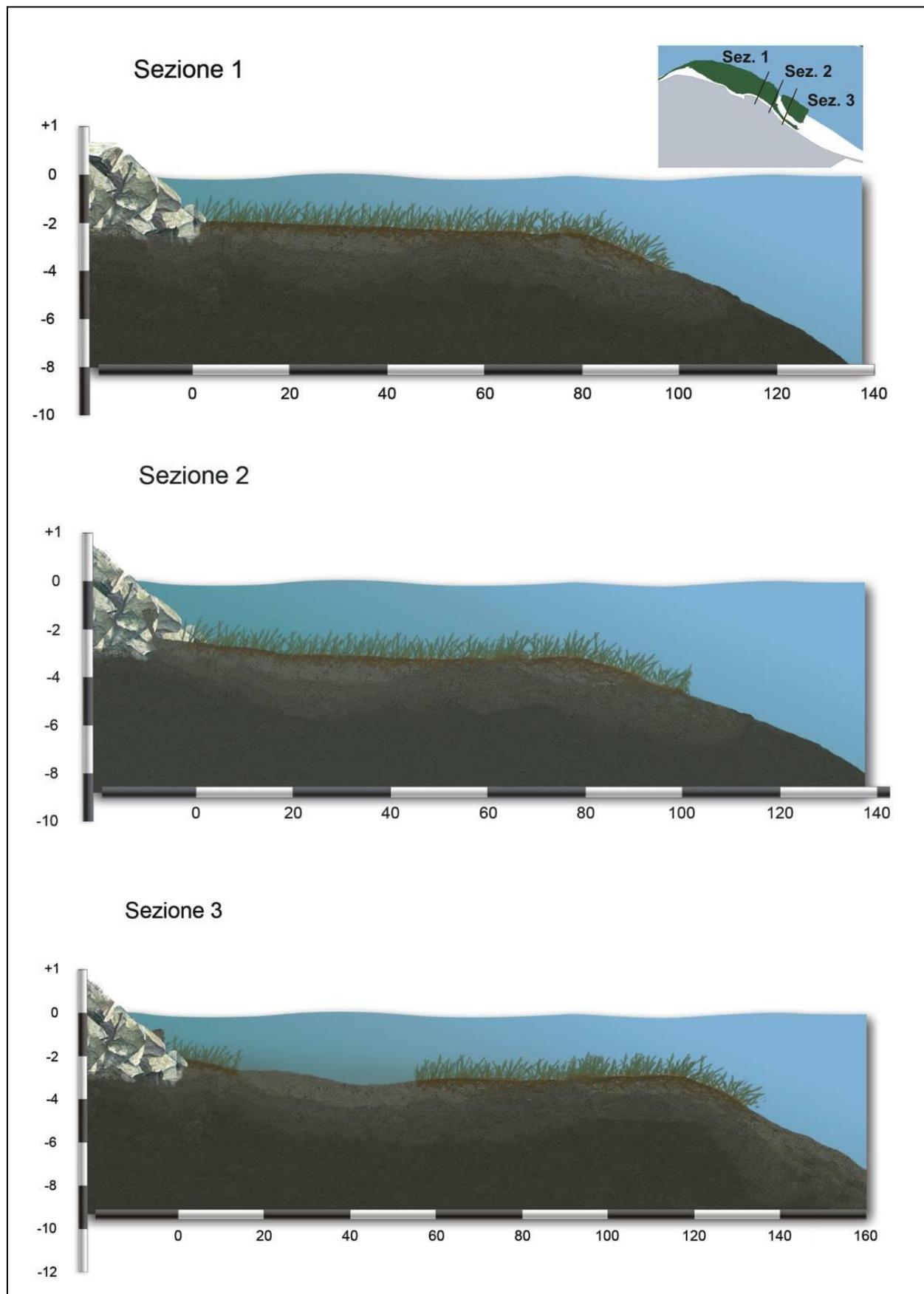


Figura 3.51 – Schema semplificato della tipologia del limite delle praterie lungo tre transetti. Per la realizzazione del profilo si è fatto riferimento ai più recenti dati batimetrici multibeam del 2001 e rilievi in campo con profondimetro del 2008.

4 CONSIDERAZIONI FINALI

Questo rapporto rende conto delle indagini svolte presso le stazioni di controllo e della mappatura delle fanerogame marine eseguite nel monitoraggio condotto tra il 2008 e il 2009 nelle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia. Per quanto concerne gli indicatori di riferimento delle fanerogame marine nelle 18 stazioni di controllo poste nelle tre bocche di porto e la distribuzione delle praterie a fanerogame, il confronto con i dati dello studio di riferimento B.6.78/I (anno 2003) indica, specificatamente per le rizofite, una situazione complessiva di stabilità. Come nel precedente anno, in relazione ai parametri dell'epifitismo dei ciuffi fogliari si segnalano ancora situazioni di attenzione-criticità essendo stati registrati, per più campagne, valori non in linea con quelli della soglia di riferimento.

Se per i parametri "guida" dello stato delle praterie (es. grado di copertura, estensione, densità e lunghezza dei ciuffi) solo in alcune stagioni e solo per alcune stazioni sono stati rilevati valori inferiori ai range, spesso rientrati nella successiva campagna, la stessa cosa non si è verificata, invece, per i parametri dell'epifitismo che, in questo monitoraggio, solamente a Lido, sono rientrati nei range dello studio *ante operam*.

Nella valutazione complessiva di quanto osservato circa le dinamiche di crescita e sviluppo delle rizofite e lo stato delle praterie nelle tre bocche si deve tener conto di come le aree oggetto del monitoraggio possano essere sottoposte, oltre che al possibile impatto derivante dalla realizzazione delle opere mobili alle bocche, anche ad una serie di fattori naturali o impatti non legati alle opere stesse. Le variazioni osservate tra gli anni dell'attuale monitoraggio e/o rispetto allo stato di riferimento *ante operam* sono state valutate tenendo in considerazione tutti i possibili fattori che possono aver causato mutamenti, come: a) gli impatti antropici che possono modificare le caratteristiche chimico-fisiche e trofiche della colonna d'acqua o alterano l'idrodinamica, il piano sedimentario o la morfologia locale (scavi, dragaggi, infrastrutture fisse o mobili, allevamenti del *Tapes*, utilizzo ricreativo delle aree di bocca), b) il diverso andamento meteo climatico nelle stagioni o nell'anno di alcuni parametri guida rispetto al periodo *ante operam* e c) la variabilità naturale intrinseca nelle comunità biologiche dovuta ad una serie di fattori che spesso agiscono tra loro in modo sinergico.

Nei rapporti inerenti le singole campagne stagionali, pur con una valutazione non approfondita della tematica (rimandata al presente Rapporto Finale), sono sempre state prontamente segnalate le situazioni che presentavano valori degli indicatori non rientranti nei range di riferimento dello studio *ante operam* (fig. 4.1 e 4.2). Quando ciò si è verificato e la variazione osservata era associabile ad una perdita di qualità eco-sistemica, nella campagna successiva è stata condotta un'analisi più approfondita, al fine di verificare se l'indicatore fosse rientrato nei limiti attesi o risultasse ancora esterno alla soglia. Va inoltre precisato che per alcuni indicatori, come ad esempio quelli relativi alla fenologia della rizofita (densità, copertura, ecc.), spesso sono stati registrati valori degli indicatori superiori ai range di riferimento, evento interpretabile come un consolidamento del livello di resilienza delle praterie.

Tenuto conto di quanto detto, si rileva che nel corso del presente monitoraggio gli indicatori di stretto interesse delle praterie a fanerogame, come "grado copertura" e "densità", sono apparsi stabili e in linea con i valori di riferimento o con quelli dei precedenti anni e nelle limitate riduzioni osservate non sono mai stati raggiunti livelli di criticità tali da incidere sulla capacità di resilienza (soglia stimata, ad esempio, in una riduzione superiore al 50% della densità o della copertura [Moore, 2004]). Quasi sempre, infatti, l'indicatore relativo allo stato della prateria è rientrato nell'intervallo dei valori attesi per la stagione di riferimento o in quello dell'intera annualità.

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

Gli indicatori legati al ciuffo (quali la lunghezza delle foglie, la lunghezza della ligula, il LAI e il numero di foglie per ciuffo) hanno, invece, presentato valori talvolta altalenanti nei mesi e in alcuni casi anche inferiori ai range guida. Queste situazioni si sono più volte verificate anche nei precedenti anni di monitoraggio senza mai presentarsi, però, con regolarità e/o in specifiche stazioni delle bocche di porto. Peraltro, l'interpretazione del significato di un incremento o di una diminuzione della lunghezza delle foglie o della ligula, come già commentato nei precedenti Rapporti Finali (Studi B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3), non appare univoca in letteratura. Considerando come i valori risultino esterni ai range in una stagione e nei limiti nella successiva, anche dopo 2-3 anni di monitoraggio e in assenza di una chiaro *trend*, non appare facile un'interpretazione di questi parametri. Per questi indicatori valori inferiori al range di riferimento dello studio *ante operam* si sono avuti almeno una volta per stagione in tutte le bocche di porto e in quasi tutte le stazioni, ma va ricordato come siano stati frequenti anche i casi in cui i valori risultavano invece superiori ai range attesi, con un significato ecologico di stabilità e/o tendenzialmente positivo.

In riferimento alle elevate lunghezze della ligula registrate in alcune stazioni è ragionevole ritenere che si tratti di una risposta della pianta a possibili fenomeni di seppellimento causati da fenomeni di sedimentazione naturale o indotti. Mentre però *Zostera marina* può solamente allungare la parte basale del ciuffo dove si trova la ligula, *Cymodoce nodosa* per elevare il ciuffo dal sedimento è anche in grado di allungare i rizomi ortotropi (eretti).

I parametri che descrivono lo stato del ciuffo nell'apparato epigeo (foglia) o in quello ipogeo (rizomi), lo svolgimento dei processi riproduttivi o la presenza di semi nel sedimento sono risultati sempre nella norma in tutte le bocche di porto e in tutte le stazioni.

Più complessa appare la valutazione dello stato della comunità epifitica delle fanerogame marine in quanto, come già riportato nel Rapporto Finale dei monitoraggi B.6.72 B/2 e B/3, sono state osservate anche quest'anno differenze rispetto allo stato di riferimento. Tali differenze appaiono oramai attenuate ma ancora presenti nella bocca di porto di Lido, mentre risultano evidenti nella bocca di Malamocco e in quella di Chioggia. Le analisi statistiche evidenziano delle differenze statisticamente significative moderate-elevate che, anche nei casi in cui appaiono meno evidenti, non permettono di escludere l'esistenza di differenze rispetto allo studio *ante operam*.

Nella **bocca di porto di Lido** l'attenzione per questo parametro appare oramai in gran parte rientrata in quanto, ad eccezione delle stazioni L4 ed L5, nel corso del monitoraggio i parametri sono rientrati nella norma o risultati anche superiori ai range. I parametri che più frequentemente hanno presentato valori inferiori ai range di riferimento sono quelli relativi al ricoprimento e alla biomassa che, per quanto riguarda una valutazione ecologica, appaiono anche quelli più complessi da interpretare (una riduzione dell'abbondanza sarebbe collegata a condizioni di minore idrodinamica e maggiore *grazing*). I parametri relativi alla biodiversità delle epifite (numero di specie totale e medio per ciuffo), ad eccezione della stazione L5, rientrano oramai nei limiti dello studio di riferimento; le analisi statistiche, inoltre, non denotano differenze per i parametri univariati, ma quelli multivariati (ANOSIM), che valutano l'intera struttura della comunità epifitica, evidenziano, invece, alcune differenze. Queste ultime nella bocca di Lido, più che ad un cambio di specie, sembrano dovute a variazioni di abbondanza relativa (rispetto allo stato *ante operam* aumentano le macroalghe e diminuiscono le diatomee bentoniche). Analizzando la situazione dal punto di vista dei gruppi funzionali e considerando come la componente zoobentonica sia minoritaria nell'epifitismo delle lamine fogliari, rispetto allo stato *ante operam* si nota una limitata riduzione del numero delle specie a tallo eretto (rispetto a quanto si verifica nelle altre bocche), mentre per quanto riguarda le abbondanze si segnala una diminuzione soprattutto delle *turf algae* (quasi esclusivamente dovuto al calo delle diatomee bentoniche) e un contemporaneo aumento delle incrostanti calcaree.

Nelle praterie delle **bocche di porto di Malamocco e di Chioggia** le differenze inerenti la

componente epifitica rispetto allo studio *ante operam* appaiono evidenti, interessando i parametri relativi sia alle abbondanze (ricoprimento e biomassa) sia alla biodiversità (numero di specie totale e medio per ciuffo). Queste variazioni si sono verificate in tutte le stagioni e appaiono in continuità con le osservazioni fatte nei monitoraggi B/2 e B/3 dei precedenti anni. Le analisi statistiche univariate e multivariate confermano l'esistenza di differenze nell'epifitismo nelle praterie a *Cymodocea nodosa* che da un lato vedono, rispetto allo studio B.6.78/I, una riduzione del numero delle macroalghe (-35% a Malamocco e -38% a Chioggia) e, solo a Chioggia, dello zoobenthos (-50%) e dall'altro delle abbondanze. Per quest'ultimo parametro la riduzione non riguarda la componente macroalgale ma quella delle diatomee bentoniche che, rispetto all'indagine *ante operam*, si riduce del 60% a Malamocco e del 70% a Chioggia. L'analisi dei gruppi funzionali rispetto al periodo *ante operam* evidenzia un trend simile tra le due bocche di porto, con una riduzione sia del numero di specie macroalgali a tallo eretto sia delle abbondanze delle specie a tallo eretto e a tipologia *turf*; a questi decrementi si contrappone un aumento, come già rilevato per la bocca di Lido, delle specie a tallo incrostante.

La sostanziale stabilità e/o l'incremento delle specie *encrusting layer* rispetto alle altre due componenti (*erect layer* e *turf layer*) sembrerebbe in accordo con quanto riportato in letteratura in merito alla relazione tra epifitismo e idrodinamismo. La riduzione dell'abbondanza e del numero degli epifiti sulle lamine delle fanerogame, il sostanziale mantenimento delle specie incrostanti più resistenti all'abrasione e agli urti e la riduzione di quelle più sensibili ad un incremento di correnti, fanno ritenere che il fattore "idrodinamismo" debba essere preso in seria considerazione, alla pari di altri, come possibile causa del mutamento avvenuto.

Peraltro, questo possibile aumento dell'idrodinamismo, al momento non dimostrabile con dati oggettivi all'interno delle praterie, è da ritenersi di entità non elevata avendo inciso, per ora, solo sul comparto epifitico e non sulle praterie stesse che, invece, mantengono una buona integrità generale, con livelli di copertura e di estensione sostanzialmente stabili in tutte le bocche.

D'altro canto, come riportato in letteratura, si ricorda che un eventuale incremento dell'idrodinamismo, avrebbe dovuto indurre anche un incremento delle abbondanze delle "epifite" sulle lamine fogliari delle fanerogame marine, a seguito soprattutto della riduzione del grazing, e non una loro. Quest'ultima è sostanzialmente legata al calo delle sole diatomee bentoniche, suggerendo come, tra le possibili ipotesi da considerare, ci sia il fatto che nel 2003 si siano verificate condizioni meteo climatiche particolari.

Riferendosi alla temperatura dell'aria (MAG. ACQUE, 2005d) si rileva come gli anni dal 2000 al 2004 siano stati più caldi rispetto alla media del periodo 1962-1999 e che, in particolare, le temperature medie degli anni 2002 e 2003 siano risultate tra le più elevate dell'ultimo quarantennio. L'analisi dei dati meteo climatici ha evidenziato inoltre come l'incremento delle temperature sia risultato percentualmente maggiore rispetto alle medie, nei mesi compresi tra novembre e febbraio (autunno-inverno) piuttosto che in quelli primaverili o estivi. Quest'ultima osservazione appare in accordo con l'andamento delle diatomee bentoniche del periodo *ante operam*, che ha visto nei mesi autunnali ed invernali un sensibile incremento delle abbondanze di questa componente algale.

Pur non disponendo di dati oggettivi per confermare variazioni dell'idrodinamismo, riteniamo che questa ipotesi non debba essere scartata a priori ma debba essere tenuta in pari considerazione con altri fattori, quali la naturale variabilità delle dinamiche delle praterie e dei comparti ad esse connessi (epifitismo, catena trofica, disponibilità di nutrienti, ecc.), le attività antropiche, che soprattutto a Lido e a Chioggia non sono trascurabili o gli stessi fattori meteo-climatici, che negli anni dello studio *ante operam* sono risultati anomali rispetto alle serie storiche.

Sempre in relazione alla fenologia, valori esterni ai range di riferimento sono stati rilevati anche per le dimensioni della ligula che più volte sono risultati superiori. Tenuto conto che nelle zone di

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

bocca per la presenza di sedimenti prevalentemente sabbiosi si rilevano lunghezze più elevate dei rizomi ortotropi (verticali) rispetto ad altri siti lagunari, i valori in incremento osservati anche della lunghezza della ligula possono essere ragionevolmente interpretati come una risposta della pianta a possibili fenomeni di seppellimento per sedimentazione.

In relazione all'estensione delle praterie, i rilievi in campo hanno evidenziato una situazione differente tra le bocche. Rispetto al monitoraggio del 2007, le praterie delle bocche porto di **Lido** e di **Malamocco** hanno subito un incremento rispettivamente di 12,8 ettari e di 28,2 ettari, dovuti prevalentemente all'aumento dei livelli di copertura e non ad una colonizzazione di nuove aree. A **Chioggia**, dove le dinamiche delle praterie appaiono più complesse per la presenza di intense attività antropiche, rispetto al 2006 si è verificata invece una riduzione delle coperture a fanerogame pari a 16,4 ettari, in gran parte dovuta alle attività di allevamento del *Tapes* e secondariamente ad una perdita del grado di copertura.

Una disamina delle variazioni delle coperture nelle aree delle bocche direttamente interessate dagli interventi, come già rilevato nel precedente anno di monitoraggio, non evidenzia ulteriori perdite nelle **aree di pertinenza delle opere**, essendo oramai limitate a soli 0,1 ha a Malamocco e totalmente assenti nelle altre due bocche, dopo le perdite subite negli scorsi anni. Nelle **aree in consegna ai cantieri**, in nessuna bocca di porto sono state rilevate variazioni rispetto al precedente anno; permangono pertanto ancora 0,7 ha degli originali 5,6 ha a Lido, 0,4 ha degli originali 3,0 ha a Malamocco e 1,0 ha degli originali 7,2 ha a Chioggia.

Una parte delle riduzioni delle praterie a *C. nodosa* nelle aree di cantiere e nelle aree in consegna delle opere era prevista già da progetto, per la corrispondenza fisica tra le opere stesse e le praterie. Un'altra parte delle riduzioni osservate, invece, è riconducibile agli effetti prodotti dalle attività in corso, come l'aumento della torbidità nelle aree strettamente adiacenti ed imputabile, ad esempio, alla movimentazione di massi, allo smantellamento di parti dei moli o agli effetti delle eliche delle imbarcazioni.

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

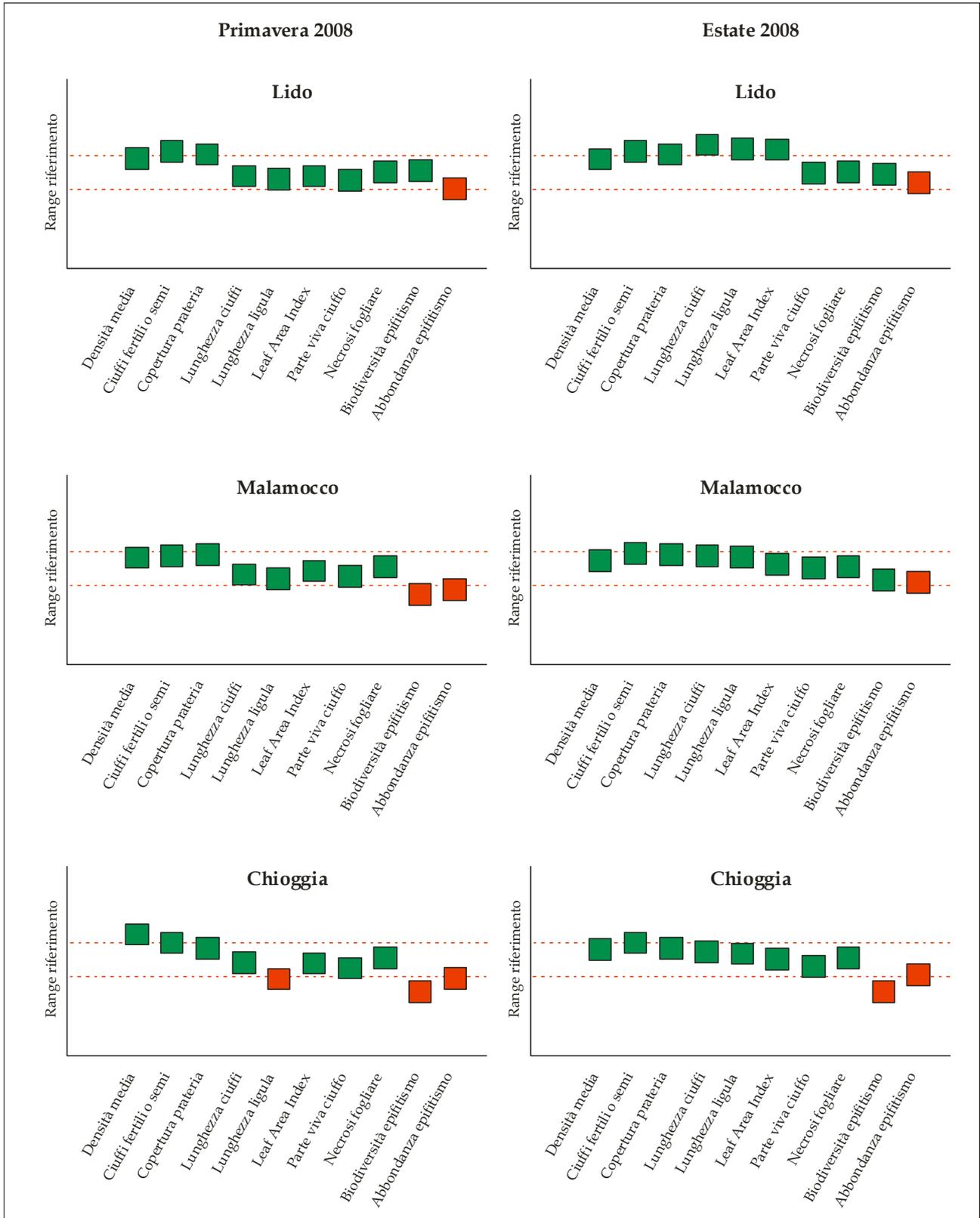


Figura 4.1 - Grafici di sintesi dei valori degli indicatori rilevati in ogni singola bocca di porto rispetto allo stato di riferimento per le campagne primaverile ed estiva.

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

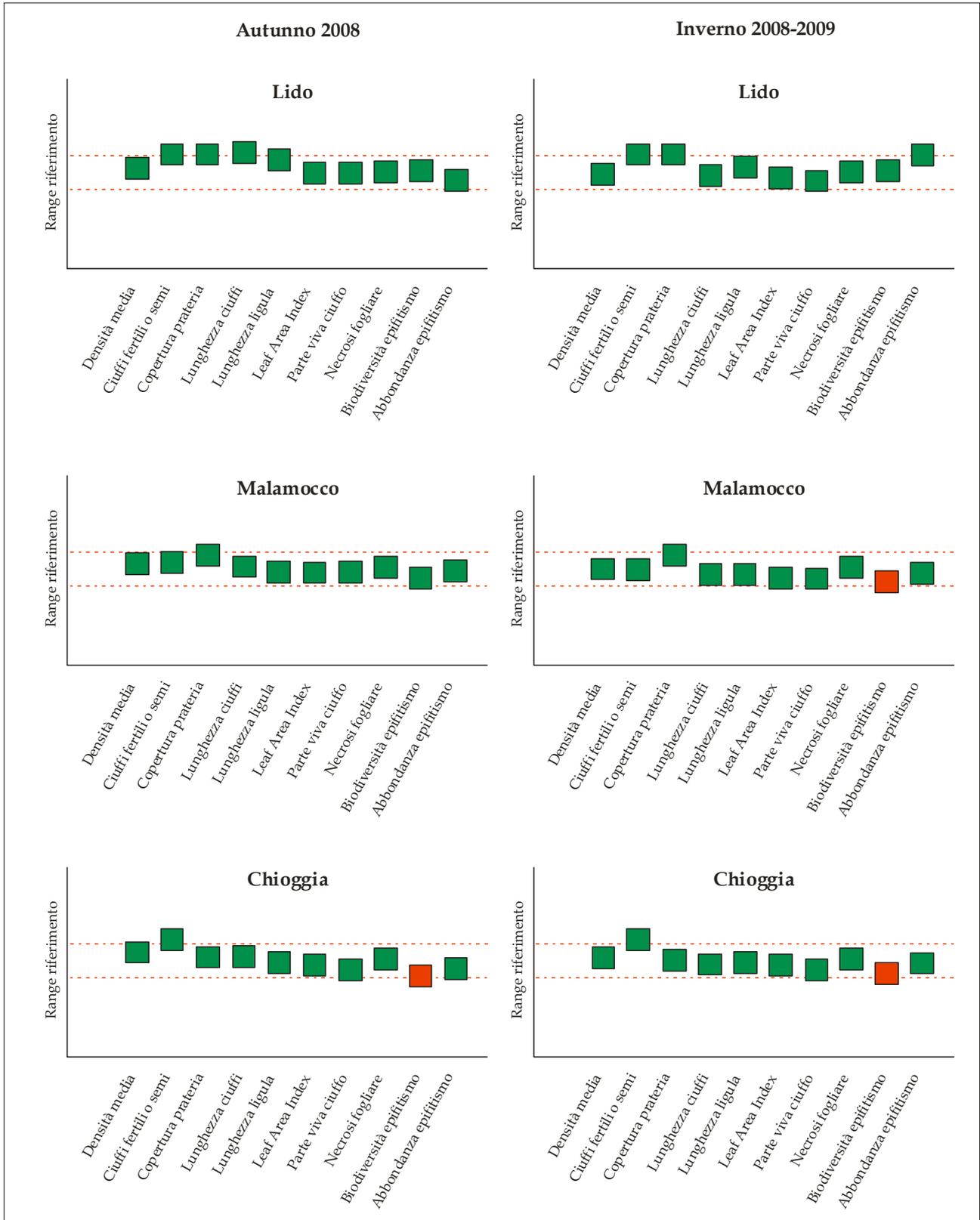


Figura 4.2 - Grafici di sintesi dei valori degli indicatori rilevati in ogni singola bocca di porto rispetto allo stato di riferimento per le campagne autunnale ed invernale.

5 BIBLIOGRAFIA

- Airoldi L., Cinelli F., 1997. Effects of sedimentation on subtidal macroalgal assemblages: an experimental study from a Mediterranean rocky shore. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 215: 269-288.
- 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.
- Balata D., Piazzini L., Pica D., Cinelli F. 2004. Influenza della sedimentazione su un popolamento coralligeno Mediterraneo. XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia (4-6 Ottobre), Siena.
- Béguinot A. 1913. La vita delle piante superiori nella Laguna di Venezia e nei territori ad essa circostanti. Studio biologico e fitogeografico. Pubbl. n. 54 dell'Uff. Idriogr. del R. Magistr. delle Acque Ferrari, Venezia: pp.348.
- Béguinot A. 1941. La vita delle piante vascolari. In: *La Laguna di Venezia*, 3, p. 5, t. 9, (2): pp. 369.
- Benacchio N. 1938. Osservazioni sistematiche e biologiche sulle Zosteraceae dell'Alto Adriatico. *Thalassia*, 3: 1-41.
- Bos A.R., Dankers N., Groeneweg A.H., Hermus D.C.R., Jager Z., de Jong D.J., Smit T., de Vlas J., van Wieringen M., van Katwijk M.M., 2005. Eelgrass (*Zostera marina* L.) in the western Wadden Sea: monitoring, habitat suitability model, transplantations and communication, in: Herrier, J.-L. et al. (Ed.) (2005). Proceedings 'Dunes and Estuaries 2005': International Conference on nature restoration practices in European coastal habitats, Koksijde, Belgium 19-23 September 2005. VLIZ Special Publication, 19: pp. 95-109.
- 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.
- Clarke K.R., Warwick R.M., 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, UK, 144 pp.
- Clarke K.R., Warwick R.M., 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth.
- Cornelisen C.D., Thomas F.I.M. 2002. Ammonium uptake by seagrass epiphytes: isolation of the effects of water velocity using an isotope label. *Limnol. Oceanogr.*, 47: 1223-1229.
- CVN-SAM e SELC, 2007. Nota sulla proliferazione macroalgale in Laguna di Venezia. Rapporto interno.
- Den Hartog C. 1970. The Seagrasses of the world. North Holland Publishing Company, Amsterdam. London. pp. 1-277.
- DIRETTIVA 92/43/CEE DEL CONSIGLIO del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, allegato IV (Specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa).
- Foden J., Brazier D.P. 2007. Angiosperms (seagrass) within the EU water framework directive: A UK perspective. *Marine Pollution Bulletin* 55: 181-195.
- Gambi M.C. e Dappiano M. 2003. Manuale di metodologia di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biologia Marina Mediterranea* 10.

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

- Ghisalberti M., Nepf H.M. 2002. Mixing layers and coherent structures in vegetated aquatic flows. *J. Geophys. Res.* 107 (C2): 3011.
- Granhag L.M., Larsson A.I., Jonsson P.R., 2007. Algal spore settlement and germling removal as a function of flow speed. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 344: 63-69.
- 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.
- Irving A.D. e Connell S.D., 2002a. Interactive effects of sedimentation and microtopography on the abundance of subtidal turf-forming algae. *Phycologia*, 41: 517-522.
- Irving A.D., Connell S.D., 2002b. Sedimentation and light penetration interact to maintain heterogeneity of subtidal habitat: algal versus invertebrate dominated assemblages. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 245: 83-91.
- Koch E.W., Ackerman J.D., Verduin J., van Keulen M. 2006. Fluid dynamics in seagrass ecology – from molecules to ecosystems. In: Larkum AWD, Orth RJ, Duarte CM (eds) *Seagrasses: biology, ecology and conservation*. Springer, Berlin. Pp. 193-225.
- Larkum A. W. D., Orth R. J., Duarte C. M. 2006. *Seagrasses: biology, ecology, and conservation*. Springer Ed. 691 pp.
- Lavery P.S., Reid T., Hyndes G.A., van Elven B.R., 2007. Effect of leaf movement on epiphytic algal biomass of seagrass leaves. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 338: 97-106.
- Littler M. M., Littler D.S. 1980. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae : field and laboratory tests of a functional form model. *Amer. Nat.* 116: 25-44.
- 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. 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. 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.

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

- Magistrato alle Acque. 2005d. Attività di monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia. Esecutivo del 2° stralcio triennale (MELa2). Acquisizione ed ordinamento dei dati meteorologici di supporto. Terzo rapporto di aggiornamento dati meteorologici al 2004. Rapporto finale. Esecutore SELC - Consulente S. Ciavatta.
- Magistrato alle Acque. 2006. Studio B.6.72 B/1 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.
- Magistrato alle Acque. 2007. Studio B.6.72 B/2 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.
- Magistrato alle Acque. 2008. Studio B.6.72 B/3 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.
- 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.
- Moore K.A. 2004 - Influence of seagrasses on water quality in shallow regions of the lower Chesapeake Bay. *Journal Coastal Research* 45: 162-178.
- Pignatti S. 1966. La vegetazione alofita della Laguna Veneta. *Mem. Is. Ven. Sc. Lett. Arti.*, 33: 1-74.
- 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.
- Schanz A., Polte P., Asmus H., 2002. Cascading effects of hydrodynamics on an epiphyte-grazer system in intertidal seagrass beds of the Wadden sea. *Marine Biology*, 141: 287-297.
- Schanz, A., Asmus, H., 2003. Impact of hydrodynamics on development and morphology of intertidal seagrasses in the Wadden Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 261: 123-134.
- Simonetti G. 1966. Variazioni dei popolamenti a Zosteracee nel Golfo di Trieste durante gli ultimi decenni. *Arch. Ocean. Limnol.*, suppl. al Vol. 15: 107-114.
- Simonetti G. 1966. Variazioni dei popolamenti a Zosteracee nel Golfo di Trieste durante gli ultimi decenni. *Arch. Ocean. Limnol.*, suppl. al Vol. 15: 107-114.
- Simonetti G. 1973 - I consorzi a fanerogame nel Golfo di Trieste. *Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti.*, 131: 459-502.
- Steneck R.S., Watling L. 1982. Feeding capabilities and limitations of herbivorous molluscs: a functional group approach. *Mar. Biol.* 68 : 299-319.
- Steneck R.S. 1983. Escalating herbivory and resulting adaptive trends in calcareous algal crusts. *Paleobiology*, 9: 44-61.
- Tagliapietra D., Cornello M., Pessa G., Zitelli A. 1999. Variazioni nella distribuzione delle praterie

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

a fanerogame marine presso la bocca di Porto del Lido (Laguna di Venezia). *Biol. Mar. Medit.*, Vol. 6 (1): 448-451.

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

Water Framework Directive 2000/60/EC. *European Communities Official Journal* L237 22.12.2000. Pp.73.

ALLEGATO FOTOGRAFICO

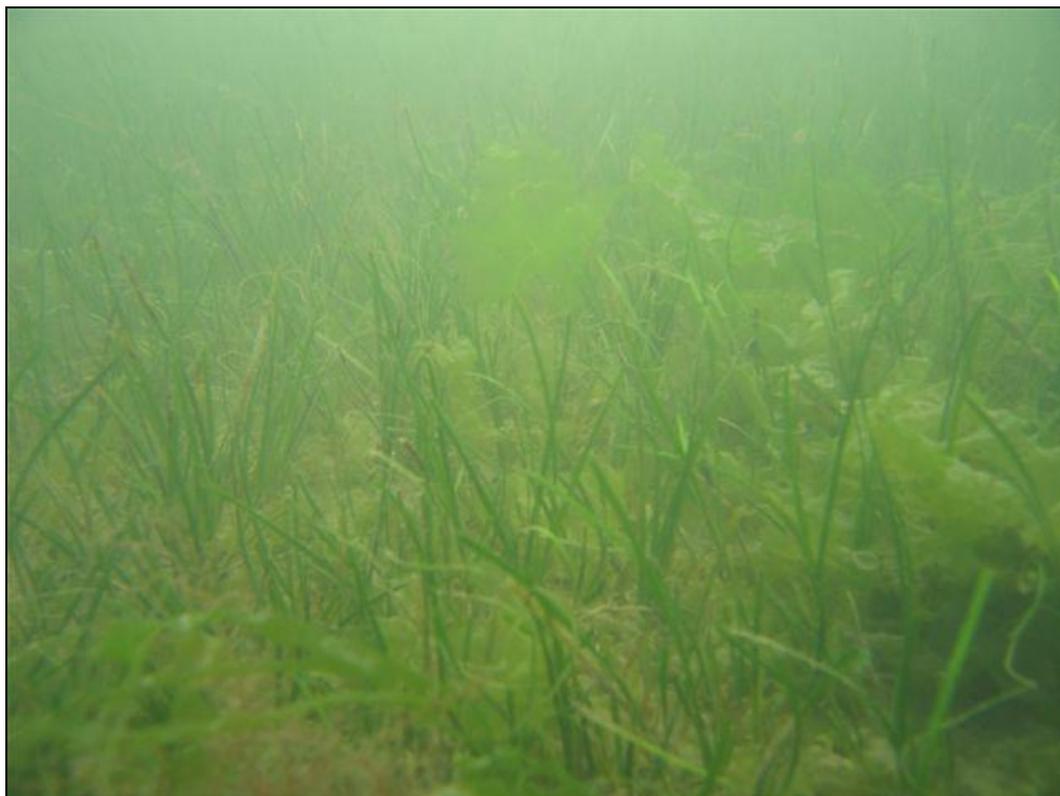


Lido, agosto 2008: zolla di *Cymodocea nodosa* per il calcolo della densità dei ciuffi fogliari (vegetativi e fertili) prelevata mediante un carotatore manuale.



Lido, agosto 2008: ciuffi di *Cymodocea nodosa* con semi alla base delle foglie.

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



Lido, agosto 2008: prateria di *Cymodocea nodosa*.



Malamocco, luglio 2008: prateria di *Cymodocea nodosa*.

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



Chioggia, luglio 2008: prateria di *Cymodocea nodosa*.



Chioggia, luglio 2008: prateria di *Cymodocea nodosa*.