



**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/6**

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

Contratto n. 102000953

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

Versione **2.0**

Emissione **2 Luglio 2011**

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

<b>1 PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
1.1 Introduzione.....	4
1.2 Obiettivi e criteri di indagine.....	5
<b>2 ATTIVITÀ ESEGUITE</b> .....	<b>10</b>
2.1 Programma generale delle attività eseguite.....	10
2.2 Pianificazione operativa delle attività .....	10
2.3 Identificazione delle aree e delle stazioni di indagine .....	11
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
<b>3 RISULTATI E VALUTAZIONI</b> .....	<b>24</b>
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> .....	27
3.1.4 <i>Le stazioni della bocca di porto di Chioggia</i> .....	30
3.1.5 <i>Analisi statistica pluriennale della comunità epifitica delle fanerogame marine</i> .....	32
3.1.6 <i>Analisi generale delle variazioni osservate nell'epifitismo delle fanerogame marine</i> .....	32
3.2 La mappatura della fanerogame marine delle tre bocche di porto .....	44
3.2.1 <i>Dinamismo dei popolamenti e fattori ambientali regolatori</i> .....	44
3.2.2 <i>Le fanerogame marine come indicatori di qualità</i> .....	45
3.2.3 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido (2003-2010)</i> .....	46
3.2.4 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Malamocco (2003-2010)</i> .....	52
3.2.5 <i>I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Chioggia (2003-2010)</i> .....	57
3.2.6 <i>Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici</i> .....	63
3.3 Rilievi di dettaglio in praterie particolarmente esposte agli interventi di cantiere.....	66
3.3.1 <i>Quadro generale del rilievo di dettaglio e obiettivi</i> .....	66
3.3.2 <i>La prateria a <i>Cymodocea nodosa</i> situata sul bassofondo del Bacan</i> .....	70
3.3.3 <i>La prateria a <i>Cymodocea nodosa</i> adiacente alla diga sud Aeroporto Nicelli</i> .....	77
<b>4 CONSIDERAZIONI FINALI</b> .....	<b>82</b>
<b>5 BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>88</b>
<b>ALLEGATO FOTOGRAFICO</b> .....	<b>93</b>

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

**APPENDICE: TABELLE E GRAFICI ..... 99**

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 espone i risultati del sesto 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/6: "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - 6ª fase". Le attività di monitoraggio oggetto del presente studio sono la prosecuzione, per ulteriori 12 mesi (Maggio 2010 - Aprile 2011), 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), B.6.72 B/4 (maggio 2008 - aprile 2009) e B.6.72 B/5 (maggio 2009 - aprile 2010) per le bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

Il programma di questo sesto stralcio annuale del monitoraggio prevede un 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 2010, 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 (le altre componenti sono lo zoobenthos e le macroalghe). 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 l'estensione 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, alimento o substrato, 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 European Water Framework Directive (EC, 2000) 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 [MAG. ACQUE - SELC, 2002; 2005a, 2005b], dello Studio B.6.78/I [MAG. ACQUE - SELC, 2003; 2005c] e degli Studi B.6.72 B/1-B/5 [MAG. ACQUE - CORILA, 2006; 2007; 2008; 2009; 2010] 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/6) e dei precedenti B.6.72 B/1-B/5.

I monitoraggi degli Studi B.6.72 si sovrappongono alle specifiche dello Studio di riferimento B.6.78/I per quanto riguarda la localizzazione dei siti di misura e le metodologie impiegate. 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 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 e criteri di indagine

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 e la minore variabilità interannuale.

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

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

effettuata nel 1990 [MAG. ACQUE - SGS, 1991]. Successivamente, il monitoraggio delle fanerogame marine condotto nell'intervento MELa2 ha permesso di aggiornare la distribuzione di questa componente vegetale per l'intero bacino e di evidenziare i fenomeni di dinamismo spaziale a breve e lungo termine, confrontando sia la situazione di due anni consecutivi, sia quella relativa ad un decennio circa di distanza.

Lo Studio B.6.78/I ha incluso un mappaggio di precisione di *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* e *Nanozostera noltii*<sup>1</sup> presenti nello specifico ambito delle bocche di porto, estendendolo però anche a batimetrie differenti da quelle tipiche lagunari. La realizzazione di una mappatura è parsa opportuna in quanto la presenza delle fanerogame marine in queste aree di bocca riveste certamente la massima importanza per il ruolo che hanno 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 e dei precedenti monitoraggi degli Studi B.6.72 (B/1-B/5), con le situazioni corrispondenti alle diverse fasi di realizzazione delle opere mobili.

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 e 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 identificate nel monitoraggio *ante operam* (B.6.78/I) e nella presente fase di indagine, sono da considerarsi una perdita permanente ("opere");
- le aree immediatamente circostanti l'impronta delle opere da realizzare e corrispondenti agli spazi acquei di bocca concessi ai cantieri per l'accesso e la movimentazione dei vari mezzi d'opera, la posa di strutture temporanee e l'effettuazione di tutte le lavorazioni necessarie (area di cantiere);
- le rimanenti aree di bocca, coincidenti con la grande maggioranza dei fondali interessati dalle praterie a fanerogame marine 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 compensazione finalizzate al mantenimento "soddisfacente" della coerenza della rete ecologica degli habitat naturali da proteggere e conservare ai sensi della Direttiva Habitat.

---

<sup>1</sup> 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.

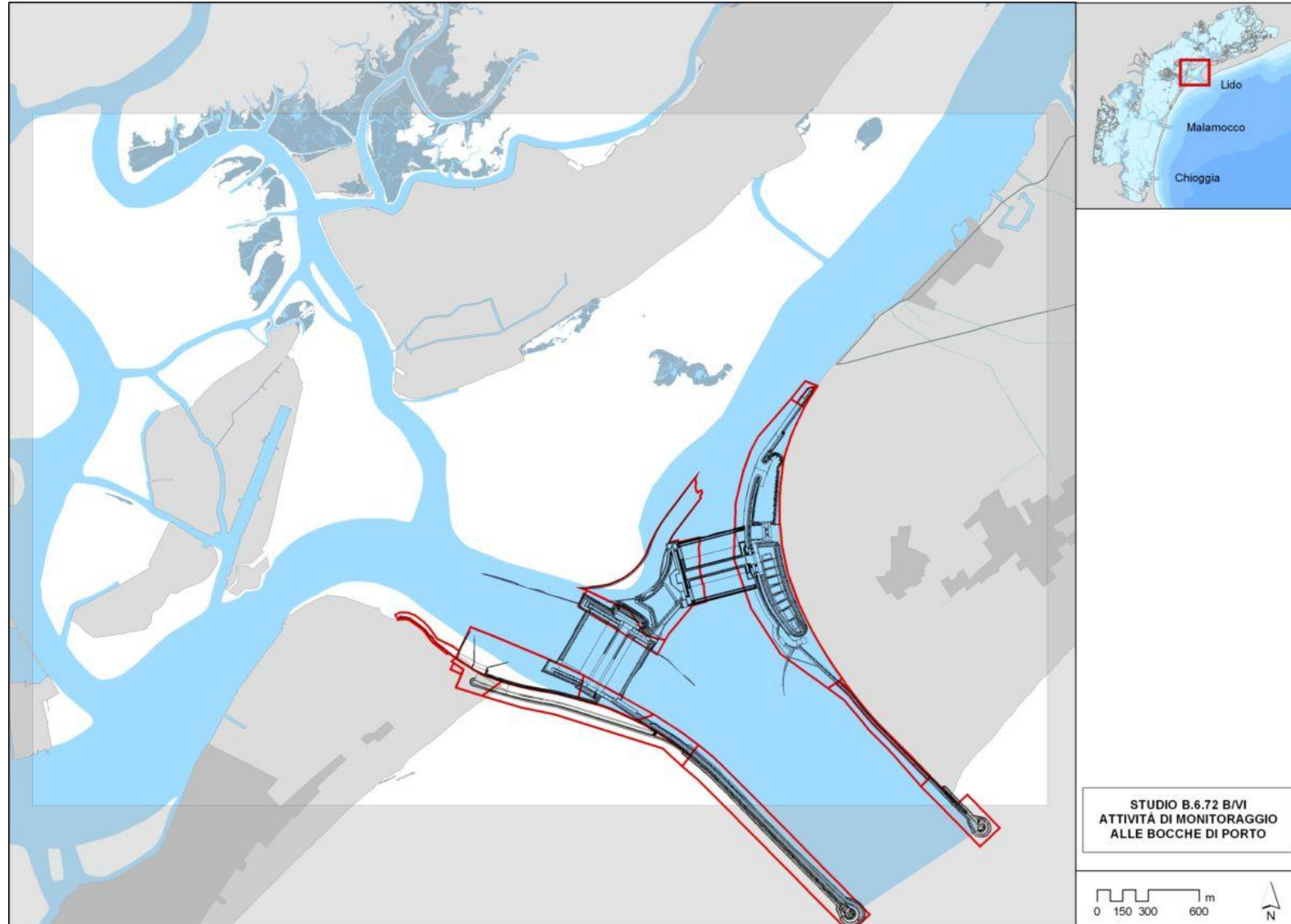


Figura 1.1 - Bocca di porto di Lido con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

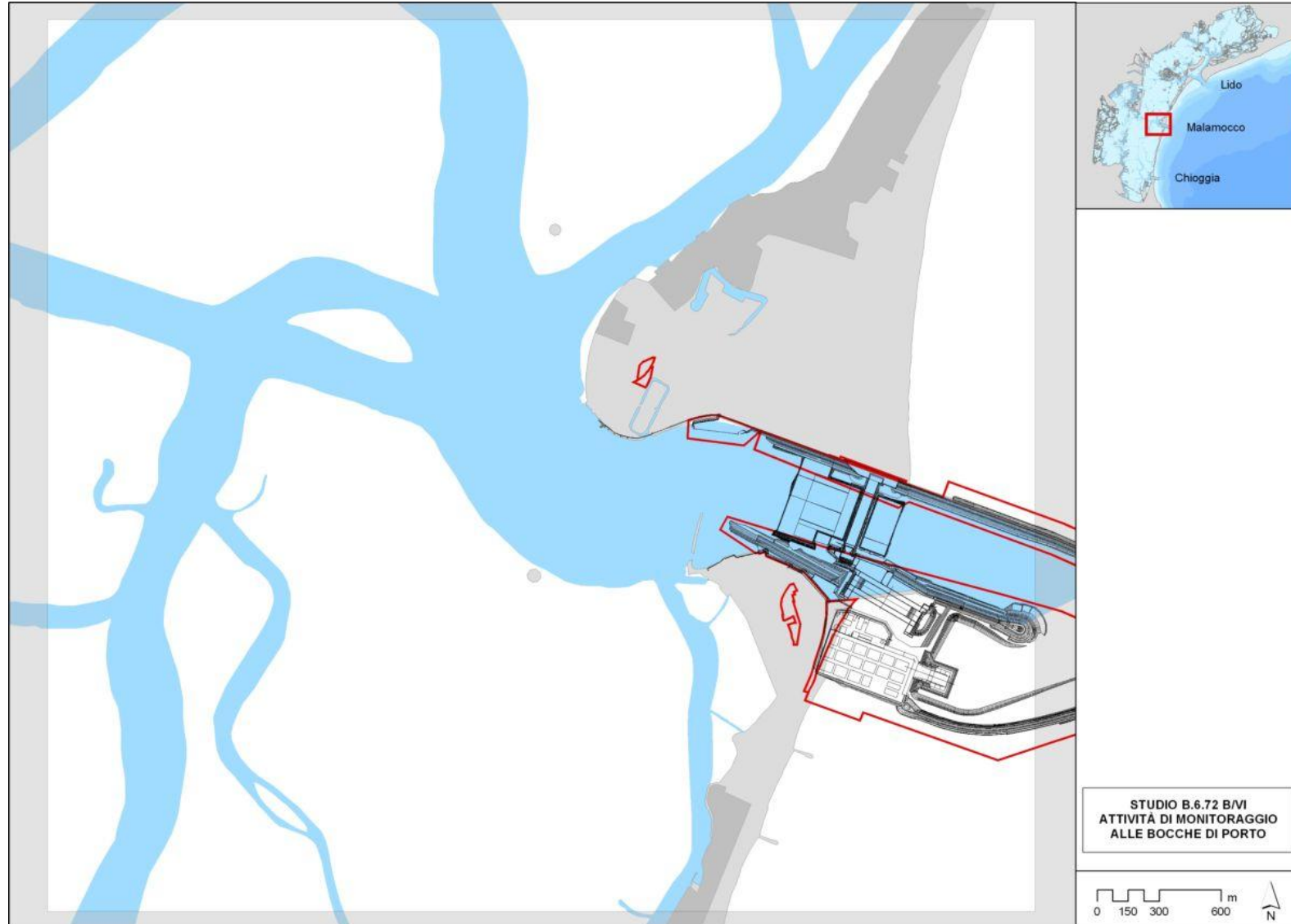


Figura 1.2 – Bocca di porto di Malamocco con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassifondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

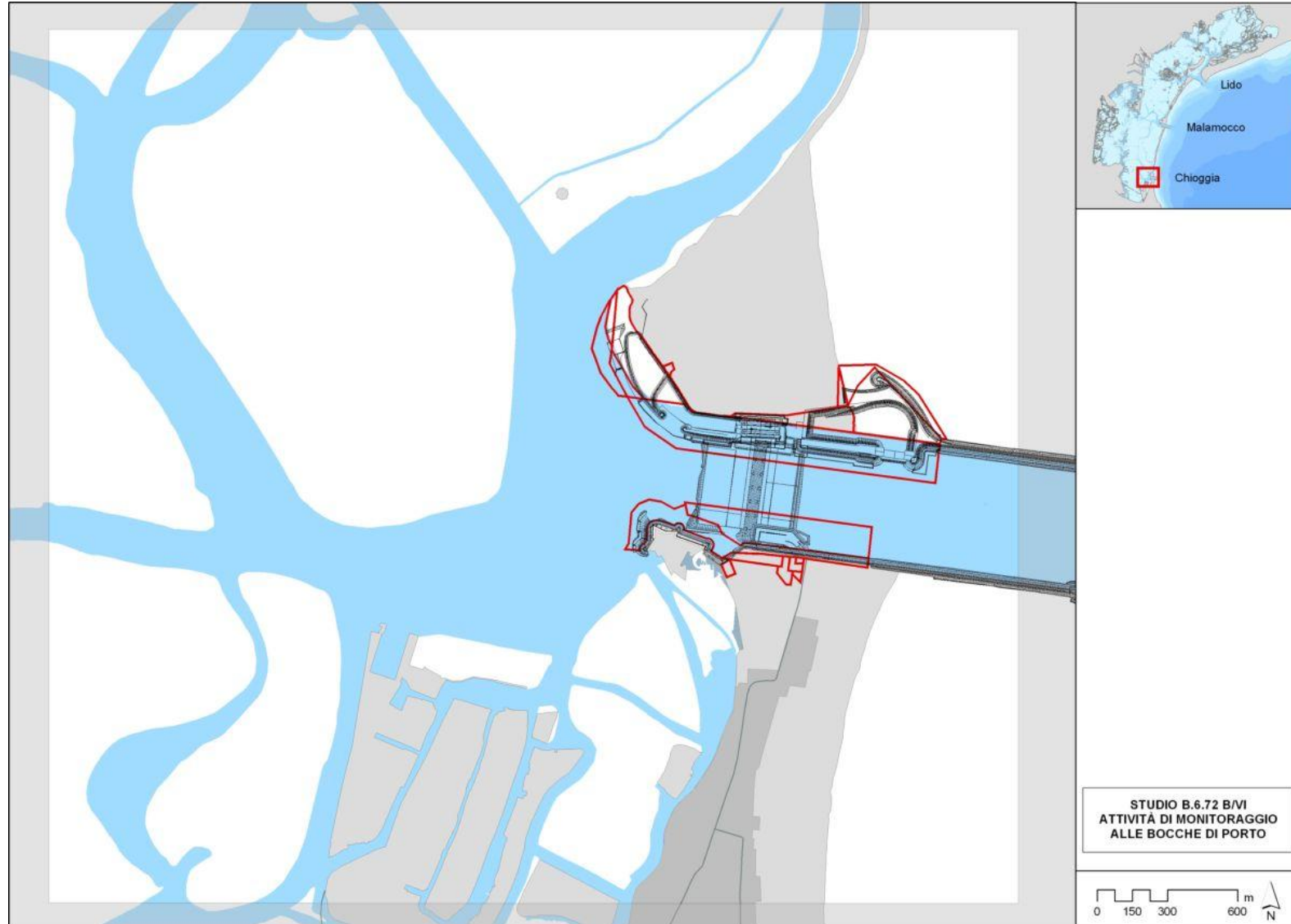


Figura 1.3 - Bocca di porto di Chioggia con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

## 2 ATTIVITÀ ESEGUITE

### 2.1 Programma generale delle attività eseguite

Il programma dello Studio B.6.72 B/6 ha previsto l'esecuzione di attività di campo, di laboratorio e di elaborazione dati, articolate lungo un periodo di 12 mesi (Maggio 2010 – Aprile 2011). 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 e B.6.72 B/1-B/5.

Per quanto riguarda la fase "zero", inerente lo stato delle conoscenze delle praterie delle fanerogame marine della laguna di Venezia prima dell'avvio delle opere alle bocche, 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 esaminati i risultati dello Studio B.6.78/I "Attività di monitoraggio alle bocche di porto - controllo delle comunità biologiche lagunari e marine" che ha permesso di aggiornare con elevata definizione le informazioni circa la distribuzione e stato delle fanerogame marine nelle aree di bocca di porto prima dell'avvio dei lavori.

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 delle praterie delle tre bocche di porto. Quest'attività ha previsto una fase di desk GIS di trattamento dei dati di campo necessaria per trasferire su cartografia digitalizzata le informazioni raccolte 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 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 agli Studi B.6.72 B/2-B/5;
- la documentazione aerofotografica realizzata in questi anni per i rilievi delle macrofite sino alle più aggiornate immagini satellitari (Ikonos 2001, Quickbird 2003 e voli aerei dal 2005 al 2010).

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 variazioni nei descrittori strutturali e funzionali (densità, dimensioni dei ciuffi, grado di epifitismo e loro valori di abbondanza).

Per valutazioni e confronti negli anni è apparso quindi corretto prendere come riferimento le medesime stazioni di questo studio dopo un'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 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 B.6.78/I (*ante operam*) e B.6.72 (B/1-B/5);
- le caratteristiche dei popolamenti come rappresentate dai rilievi puntuali condotti sulla rete di stazioni individuate nel B.6.78/I (*ante operam*) e più recentemente nel B.6.72 (B/1-B/5).

### 2.3 Identificazione delle aree e delle stazioni di indagine

Per quanto riguarda la scelta delle stazioni, in considerazione dell'elevata variabilità registrata ed 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. Per questo motivo sono inclusi i principali canali che giungono 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.

Sono state condotte verifiche preliminari prima dell'avvio del sesto anno di monitoraggio per verificare se le praterie situate nelle stazioni di riferimento avessero ancora i requisiti di estensione e stabilità tali da permettere l'esecuzione dei rilievi; come già riportato nel Rapporto di Pianificazione Operativa [MAG. ACQUE - CORILA, 2005], la stazione C2, nella bocca di porto di Chioggia, a causa dell'estendersi delle concessioni dell'allevamento di *Tapes* (oggi *Ruditapes philippinarum*) (fig. 2.3), dal 2003-2004 non corrisponde esattamente, come posizione, a quella a *Cymodocea nodosa* campionata nel 2003 nello studio *ante operam*. Inoltre, a partire dalla campagna di monitoraggio primaverile del monitoraggio B.6.72 B/5 (maggio 2009) si è reso necessario, per gli stessi motivi, riposizionare la stazione C3 (a Chioggia) (ora identificata come C3-bis). Dalla campagna autunnale B.6.72 B/5 (novembre 2009) è stata spostata anche la stazione C1 (a Chioggia, ora C1-bis) a causa di un forte diradamento localizzato dei ciuffi fogliari di *Zostera marina*. Per quanto riguarda il sesto anno di monitoraggio, a partire dalla prima campagna (maggio 2010), la stazione L2 (a Lido) è stata sostituita dalla L2-bis, poiché nell'area dove è localizzata la stazione è prevista la costruzione di una nuova darsena e, dalla campagna estiva (fine luglio 2010), anche la



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

stazione M6 (a Malamocco) è stata sostituita dalla M6-bis, a causa di un arretramento del margine della prateria.



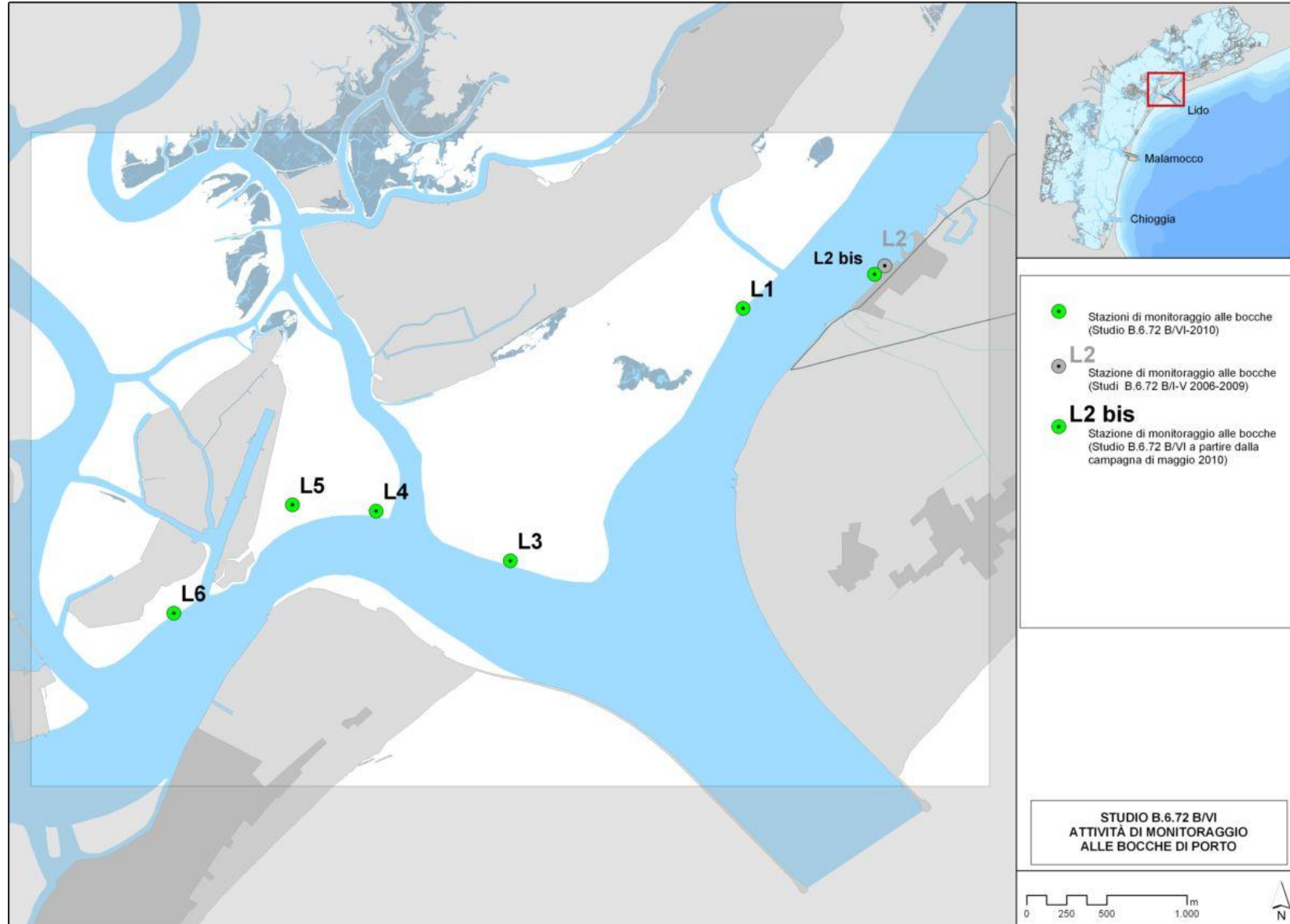


Figura 2.1 – Stazioni di controllo e superficie della bocca di Lido interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

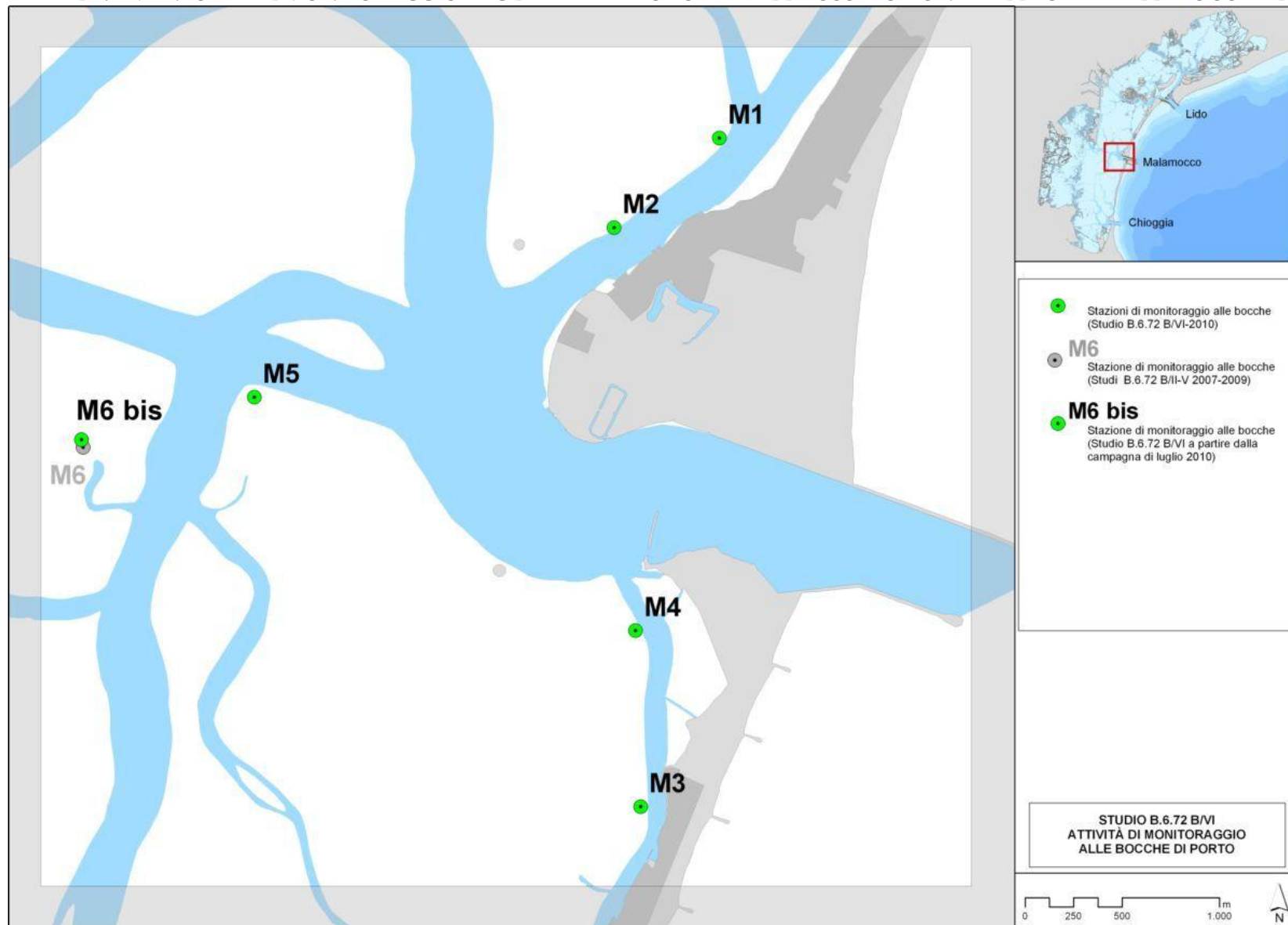


Figura 2.2 – Stazioni di controllo e superficie della bocca di Malamocco interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

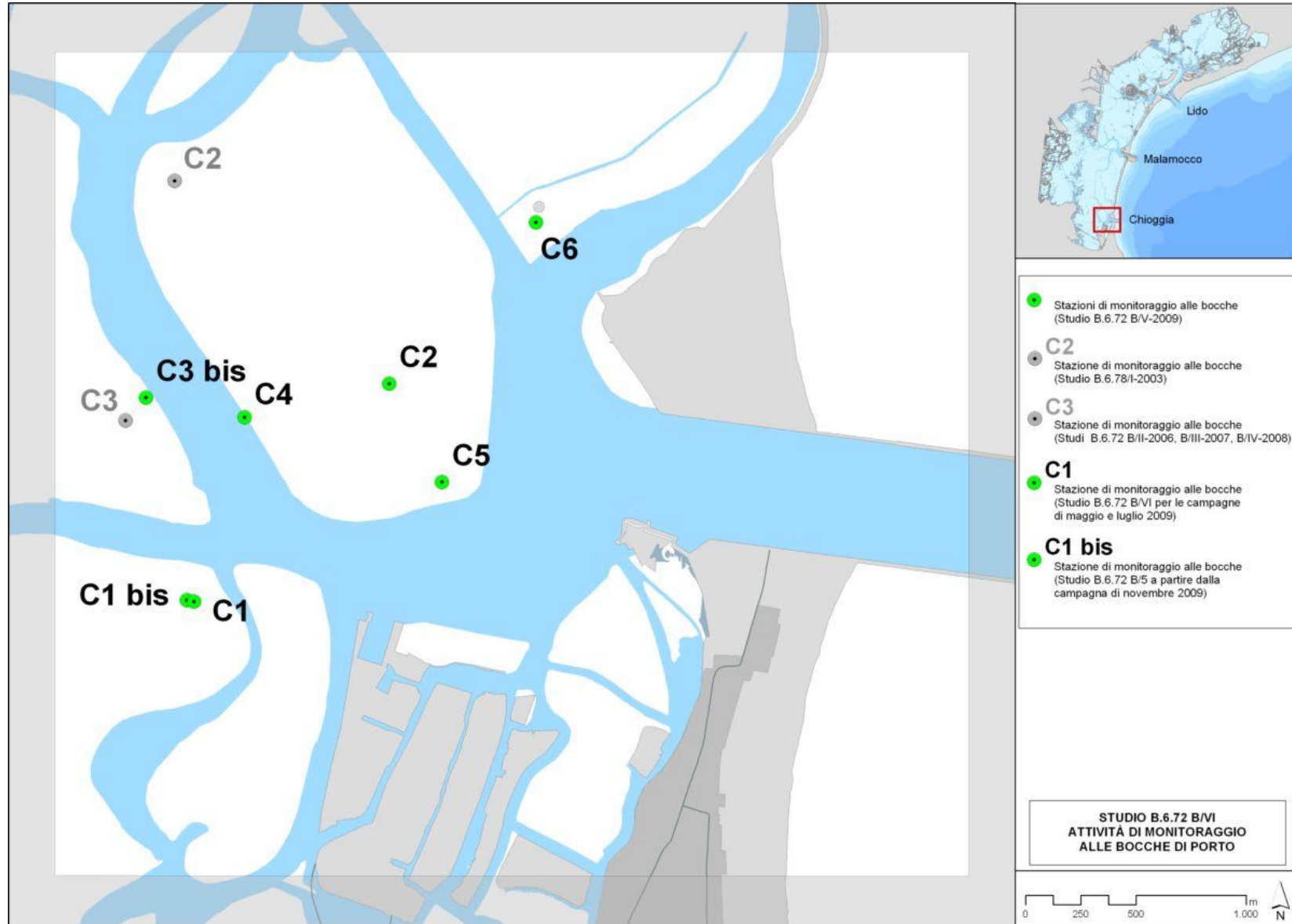


Figura 2.3 - Stazioni di controllo e superficie della bocca di Chioggia interessata dalla mappatura delle fanerogame marine.

## 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 (GPS) 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	-	13 e 17 maggio 2010;
II campagna	-	23 luglio 2010;
III campagna	-	4 e 5 novembre 2010;
IV campagna	-	18 e 21 febbraio 2011.

### Bocca di porto di Malamocco

I campagna	-	12 maggio 2010;
II campagna	-	27 luglio 2010;
III campagna	-	4, 11 e 15 novembre 2010;
IV campagna	-	18, 21 e 22 febbraio 2011.

### Bocca di porto di Chioggia

I campagna	-	14 maggio 2010;
II campagna	-	28 luglio 2010;
III campagna	-	11 e 12 novembre 2010;
IV campagna	-	22 e 23 febbraio 2011.

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 e B.6.72 (B/1-B/5). Le quattro 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].

Di seguito sono elencati gli indicatori di base che sono stati considerati e che hanno poi permesso la determinazione di altri per via indiretta:

- grado di copertura (%) della prateria rispetto al substrato nell'intorno delle stazioni;
- densità della prateria (n. ciuffi/m<sup>2</sup>);
- dimensioni dei ciuffi (cm);

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

- valutazione della presenza e quantificazione dei ciuffi germinativi;
- quantificazione dei fenomeni di necrosi fogliare (“wasting disease”);
- stima dell’epifitismo macroalgale ed animale delle lamine fogliari (numero specie, ricoprimento e biomassa).

Le attività di campo sono state organizzate in modo tale da ottenere:

- una superficie di assunzione degli indicatori generali non puntiforme, ma estesa a 360° per un raggio di almeno 10 m dal punto centrale della stazione;
- un numero di repliche (9) sufficiente a rendere ogni parametro statisticamente rappresentativo dell’area.

In figura 2.4 viene riportata una scheda di campo, già utilizzata negli studi precedenti, che permette l’inserimento e la registrazione di tutte le informazioni che si possono raccogliere in campo.

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 GPS 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 specializzati muniti dell’attrezzatura necessaria per le operazioni. Due operatori subacquei sono intervenuti in immersione, parziale o completa, a seconda della profondità. Le fanerogame marine sono state campionate prelevando nove sottocampioni (repliche), uno centrale, corrispondente alle coordinate della stazione, e otto, posizionati uniformemente attorno a una circonferenza di dieci metri di raggio.

Mediante l’utilizzo di un campionatore 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 avviati 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 solo sul luogo di campionamento (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.

<b>Bocca di porto di Lido</b>		
Stazione	Est (m)	Nord (m)
L1	2318330	5036245
L2-bis <sup>(1)</sup>	2319151	5036458
L3	2316880	5034666
L4	2316043	5034977
L5	2315520	5035016
L6	2314780	5034338

<sup>(1)</sup> Dalla campagna primaverile dello studio B.6.72 B/6 (maggio 2010) la stazione Lido 2 (L2) è sostituita dal sito di campionamento Lido 2-bis (L2-bis).

<b>Bocca di porto di Malamocco</b>		
Stazione	Est (m)	Nord (m)
M1	2310067	5025706
M2	2309527	5025250
M3	2309662	5022257
M4	2309636	5023165
M5	2307675	5024369
M6-bis <sup>(2)</sup>	2306786	5024150

<sup>(2)</sup> Dalla campagna estiva dello studio B.6.72 B/6 (luglio 2010) la stazione Malamocco 6 (M6) è sostituita dal sito di campionamento Malamocco 6-bis (M6-bis).

<b>Bocca di porto di Chioggia</b>		
Stazione	Est (m)	Nord (m)
C1-bis <sup>(3)</sup>	2305254	5011814
C2	2306172	5012798
C3-bis <sup>(4)</sup>	2305069	5012734
C4	2305515	5012644
C5	2306411	5012350
C6	2306837	5013530

<sup>(3)</sup> Dalla campagna autunnale dello studio B.6.72 B/5 (novembre 2009) la stazione Chioggia 1 (C1) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 1-bis (C1-bis).

<sup>(4)</sup> Dalla campagna primaverile dello studio B.6.72 B/5 (maggio 2009) la stazione Chioggia 3 (C3) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 3-bis (C3-bis).

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

### Scheda di Campo

**Progetto** \_\_\_\_\_

**Data** \_\_\_\_\_

**Personale** \_\_\_\_\_

**Ora inizio attività** \_\_\_\_\_ **Ora fine attività** \_\_\_\_\_

**Imbarcazione** \_\_\_\_\_

**Dati Stazione**

Sigla \_\_\_\_\_ Replica \_\_\_\_\_

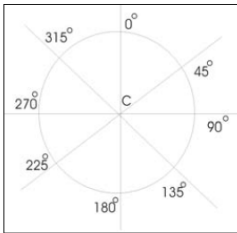
Coordinate (Gauss Boaga) X = \_\_\_\_\_ Y = \_\_\_\_\_

Superficie campionata \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_

1/1

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 compreso tra giugno a settembre 2010. 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



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

*Zostera marina* e di *Nanozostera noltii*, dalla primavera e fino a tarda estate.

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

- GPS 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 (solo per fondali profondi);
- strumentazione fotografica per riprese subacquee o telecamera per ispezioni del fondale.

In relazione alle 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 la stima del grado di copertura si è mantenuto il protocollo seguito nella mappatura lagunare di cui all'intervento MELa2 e conseguente Studi B.6.78/I e B.6.72 (B/1-B/5), 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.

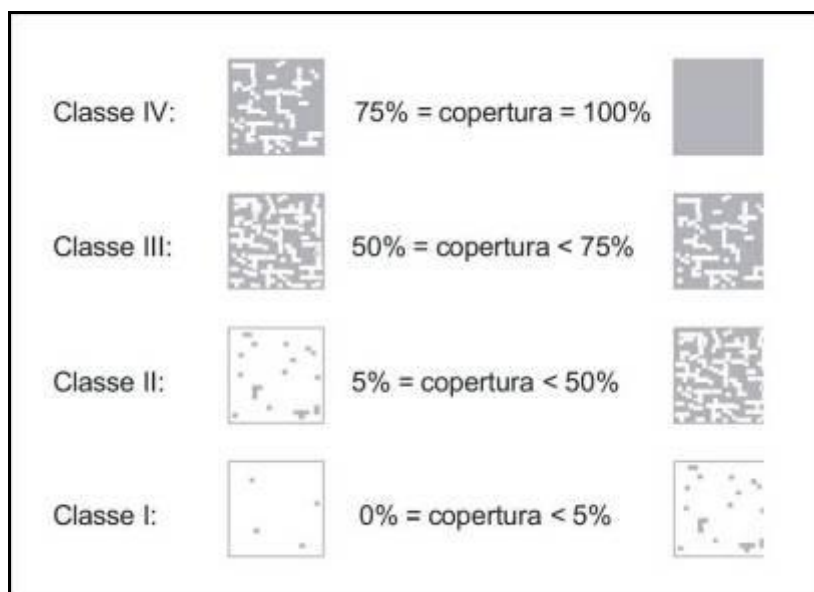


Figura 2.5 - Prontuario di stima delle percentuali di copertura.



## 2.5 Attività di laboratorio

Ai rilievi eseguiti in campo sono seguite le analisi di laboratorio che hanno permesso di valutare lo stato generale 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, stimandone l'ampiezza per poi rapportarla alla superficie delle foglie. I ciuffi fogliari raccolti per ogni replica sono stati utilizzati per la misura delle dimensioni della lamina ed il calcolo della parte viva (verde) e della parte morta delle foglie. Questi dati sono poi serviti per determinare la Superficie Fotosintetica Attiva (LAI - Leaf Area Index), espressa in metri quadri di superficie fogliare funzionale (viva) presenti in un metro quadro di prateria.

Per ognuna delle nove repliche di ciascuna stazione si è scelto uno dei 5 ciuffi fogliari raccolti in campo la cui lamina più vecchia è stata sottoposta ad attento esame microscopico, su entrambe le facce, per la determinazione tassonomica degli organismi epifiti.

Per ogni entità rilevata la determinazione tassonomica è giunta sino al livello di specie; quando ciò non è stato possibile, ci si è limitati al genere o ad un livello superiore. Per ogni organismo identificato è stato calcolato il ricoprimento, cioè la percentuale di superficie occupata sulla lamina fogliare. Si ricorda che il ricoprimento totale, inteso come somma dei ricoprimenti parziali delle singole specie, a causa della sovrapposizione di organismi differenti, può superare il valore del 100% della superficie della lamina.

Le determinazioni tassonomiche hanno riguardato le macroalghe [Rhodophyta, Ochrophyta e Chlorophyta, ovvero 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), microalghe che, in alcuni periodi dell'anno, possono costituire una parte anche considerevole dell'epifitismo totale.

Sui ciuffi fogliari esaminati il calcolo della biomassa è stato eseguito asportando gli epifiti, per mezzo di una lametta, da entrambi i lati di tutte le foglie del ciuffo considerato. Il materiale è stato posto in stufa a 85° C, sino a raggiungimento del peso costante [Curiel *et al.*, 1996; Mazzella *et al.*, 1998; Gambi e Dappiano, 2003]; successivamente ne è stato determinato il peso secco.

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

## 2.6 Trattamento dei dati

In analogia a quanto stabilito per la conduzione della mappatura di cui all'intervento MELa2 e agli Studi B.6.78/I e B.6.72 (B/1-B/5), 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 [MAG. ACQUE - SELC, 2002].

I dati ottenuti dalle uscite in campo per la mappatura hanno consentito la realizzazione di cartografie grezze, cosiddette preliminari, derivanti dalla mappatura eseguita *on-site* direttamente da imbarcazione mediante l'utilizzo del GPS 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

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

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 appositamente realizzate nell'estate 2010 (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 dei dati di campo si è passati ad un'ultima fase di omogeneizzazione dell'intero corpo dati, creando così un'unica cartografia in ambiente GIS (fig. 2.6).

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 e B.6.72 (B/1-B/5), 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.

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

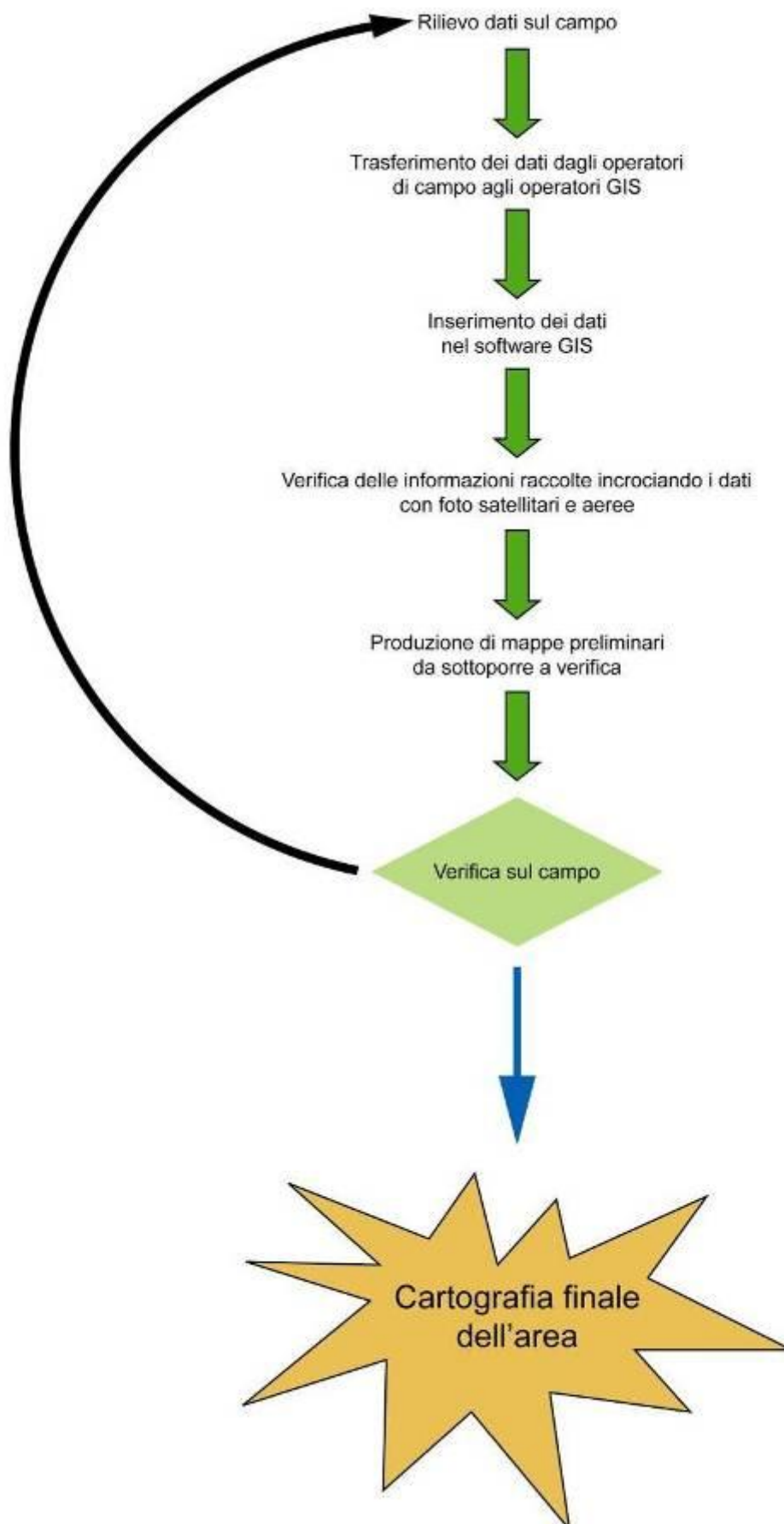


Figura 2.6 - Sequenza delle fasi per giungere alla realizzazione della mappatura delle fanerogame.

## 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 delle determinazioni di laboratorio relative alle fanerogame marine e alle epifite delle lamine fogliari campionate nelle quattro campagne effettuate tra maggio 2010 e febbraio 2011 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 Studi B.6.72 (B/1-B/5).

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 A.1 per il Lido, tabella A.9 per Malamocco e tabella A.16 per Chioggia, in appendice). Sono riportati anche gli indicatori principali e altri che si calcolano a partire da quelli principali.

Di seguito sono elencati gli indicatori di base che sono stati considerati e che hanno poi permesso la determinazione di altri per via indiretta:

- grado di copertura (%) della prateria rispetto al substrato nell'intorno delle stazioni;
- densità della prateria (n. ciuffi/m<sup>2</sup>);
- dimensioni dei ciuffi (cm);
- valutazione della presenza e quantificazione dei ciuffi germinativi;
- quantificazione dei fenomeni di necrosi fogliare ("wasting disease");
- stima dell'epifitismo macroalgale ed animale delle lamine fogliari (numero specie, ricoprimento e biomassa).

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 A.8, A.15 e A.22 (in appendice) sono riportati per le tre bocche di porto i range minimi e massimi delle misure sopra citate, relativi allo studio di riferimento B.6.78/I; quando i valori medi delle misure di campo e di laboratorio relativi ad ognuna delle campagne per le tre bocche di porto (tabella A.1 per il Lido, tabella A.8 per Malamocco e tabella A.14 per Chioggia) sono risultati esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78/I), lo scostamento è segnalato con un colore: verde quando il valore rilevato è superiore al range e rosso quando il valore rilevato risulta inferiore. Nelle tabelle A.2-7 per Lido, A.10-14 per Malamocco e A.17-22 per Chioggia 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) per le tre bocche di porto. Anche in questo caso, quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento B.6.78/I, lo scostamento è segnalato con un colore: verde quando il valore rilevato è superiore al range e rosso quando il valore rilevato risulta inferiore.

Nelle figure A.1, A.2 e A.6 (in appendice) gli indicatori di riferimento dello Studio B.6.72 B/6 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

Nella bocca di porto di Lido, durante le quattro campagne di monitoraggio, le sei praterie di controllo, dove la specie esclusiva o principale è *Cymodocea nodosa*, hanno sempre fatto registrare valori di **copertura** stabili e nell'intorno del 100%. Le uniche eccezioni riguardano i seguenti siti di campionamento:

- L1 in primavera e L5 in inverno (copertura pari al 90%), quando la ridotta dimensione delle foglie e il limitato numero di ciuffi fogliari può aver portato ad una sottostima nella misurazione di questo parametro in campo;
- L6 in autunno e in inverno (copertura pari rispettivamente a 90-100% e 80-100%);
- L2-bis in inverno (copertura pari al 90-100%), ma si tratta di una prateria di nuova localizzazione e non esistono ancora dati di confronto.

La maggior parte di questi valori rientra nei range osservati durante il monitoraggio B.6.78/I (anno 2003) o, proprio nel caso dei siti di campionamento L1, L5 e L6, sono spesso superiori ad essi, come già osservato nei primi anni di monitoraggio; solo per L6 in inverno (80-100%) la copertura è risultata inferiore alle attese (tabelle A.1). Per quanto riguarda le altre due fanerogame presenti, nelle stazioni di controllo sono stati rinvenuti solamente pochi ciuffi di *Zostera marina* e *Nanozostera noltii*, rispettivamente presso L5 e L3, durante i campionamenti estivi (tabella A.1).

La **densità dei ciuffi fogliari** per *Cymodocea nodosa* rientra all'interno degli intervalli guida del 2003 e solo in tre casi è risultata ad essi inferiore: in L6 in autunno e inverno e in L3 durante la stagione invernale; tale evento si era già verificato, talvolta, nei medesimi siti di campionamento durante i precedenti anni di monitoraggio, per poi rientrare nei limiti attesi durante le stagioni successive. Densità superiori ai range del 2003, invece, sono state registrate in L4 e L5 durante il campionamento estivo (tabella A.1 e fig. A.1). Nella stazione L2-bis i valori di questo parametro sono caduti spesso sotto i limiti di riferimento, ma si ricorda come la stazione (a partire dalla campagna primaverile del 2010) non corrisponda più a quella originale per cui sono stati calcolati gli intervalli guida (tabella A.1).

L'analisi della **lunghezza dei ciuffi fogliari e della ligula** (che costituisce la parte basale del ciuffo) evidenzia come i valori di questo parametro (soprattutto per la ligula) siano qualche volta risultati inferiori ai range attesi del 2003, in particolare durante le stagioni primaverile ed invernale, rientrando quasi sempre all'interno degli intervalli guida nel corso delle campagne successive (tabella A.1 e fig. A.1).

Il **numero medio di foglie per ciuffo** presenta valori che ricadono sempre all'interno dei range di riferimento o che, talvolta, sono superiori ad essi (in primavera e in estate nella stazione L2-bis) (tabella A.1 e fig. A.1).

L'**indice di area fogliare** (Leaf Area Index o LAI) fa registrare valori quasi sempre nei limiti attesi e solo in pochi casi ad essi inferiori (in inverno in L2-bis, L5 e L6); negli ultimi due siti (L5-L6), tale evento si è già verificato in passato durante le campagne invernali per poi rientrare nei range di riferimento in quelle seguenti (tabelle A.1-7 e fig. A.1).

Durante le operazioni di campionamento non sono mai stati rilevati fenomeni anossici nel sedimento o un'anomala presenza di radici o rizomi morti; il rinvenimento di **semi** nel sedimento conferma come nelle praterie si svolgano con regolarità i processi non solo vegetativi ma anche riproduttivi (tabella A.1). Il rapporto tra la **parte viva** della foglia (verde) e quella **morta** (scura) è risultato di poco (-0,1%) inferiore agli intervalli guida in estate nella stazione L4 (come nel 2009), per poi rientrarvi già a partire dalla campagna autunnale (tabella A.1).

Nelle stazioni L3 e L4, limitatamente alla stagione invernale, è stata segnalata la presenza di sedimento sabbioso (anche se in quantità limitata) sulle lamine dei ciuffi fogliari. Al momento i

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

dati a disposizione per queste stazioni non indicano effetti sulla fenologia, sul ciclo vitale della pianta e sulla presenza degli organismi epifiti. Solamente le prossime campagne potranno far comprendere se si sia trattato di un evento isolato e temporaneo o se sia sintomo di un cambiamento in atto.

La lista floristico-faunistica degli organismi epifiti delle lamine nelle 6 stazioni nel complesso delle quattro stagioni è costituita da 36 taxa, suddivisi in 27 macroalghe e 9 zoobentoni, pressochè dimezzata rispetto a quella rilevata nello studio di riferimento dove erano stati identificati 64 taxa, ripartiti in 51 macroalghe e 13 zoobentoni (fig. 3.1).

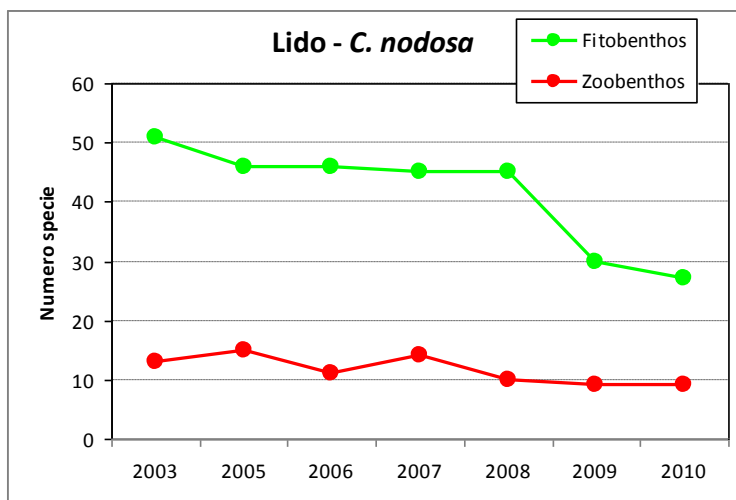


Figura 3.1 – Numero totale di specie (elenco floristico-faunistico) per le 6 stazioni della bocca di porto di Lido a *Cymodocea nodosa*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/6.

Sia il **numero totale di specie** per stazione sia quello **medio** nel presente monitoraggio presentano pochi valori inferiori a quelli guida del 2003 e, come si è verificato nei precedenti anni, essi sono poi rientrati nel corso delle stagioni (tabelle A.1-7).

Per i parametri **ricoprimento percentuale** e **biomassa** degli epifiti fogliari, l'esame dei dati in tabella A.1 permette di rilevare come la maggior parte dei valori ricada negli intervalli di riferimento e solamente in pochi casi siano ad essi inferiori (solo la biomassa nelle stagioni primaverile ed estiva presso la stazione L5).

L'indice di **Diversità di Shannon** (dati normalizzati ID=1,96) nel complesso delle 4 stagioni è di poco inferiore a quello dello studio di riferimento (dati normalizzati ID=2,01) e in leggero aumento rispetto al precedente anno di studio (B.6.72 B/5, dati normalizzati ID=1,90). Il confronto statistico tra il set di dati annuale rilevato nelle 6 stazioni del presente studio e quello rilevato nello studio di riferimento del 2003 (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 (dati normalizzati), sulla base del valore del Global R (0,452) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R, indica una differenza statisticamente significativa moderata ( $P < 0,001$ ) tra le comunità dello studio di riferimento e quelle del presente monitoraggio [Clarke e Warwick, 1994; 2001]. Il test conferma questa differenza nella struttura e composizione della comunità, sia esaminando la presenza/assenza delle specie ( $R=0,548$ ) sia applicando diverse trasformazioni ai dati di ricoprimento (radice quadrata,  $R=0,616$ ; doppia radice quadrata,  $R=0,620$ ).

Le analisi univariata e multivariata descrivono una situazione in cui le modificazioni verificatesi tra lo studio del 2003 e quello attuale appaiono moderate. Rispetto alla fase *ante operam*, infatti, si

registra una riduzione complessiva del numero di specie, ma le differenze rilevate sembrano, in ogni caso, imputabili anche a variazioni di abbondanza (complessivamente aumenta il ricoprimento percentuale delle macroalghe da 18,5% a 30,7% e dello zoobenthos da 4,7% a 17,7%, mentre cala quello delle diatomee bentoniche da 16,2% a 10,6%; vedere tabella 3.1).

Nei monitoraggi del 2003 e del 2010 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*, unitamente all'alga verde *Cladophora* spp. (solo nel 2003) e all'alga rossa *Pneophyllum fragile* (solo nel 2010); per lo zoobenthos, peraltro limitato rispetto alle macroalghe, in entrambi i monitoraggi gli organismi più abbondanti sono risultati l'idrozoa *Laomedea calceolifera* e gli anfipodi tubicoli. Ad incrementare le differenze tra le comunità dei due monitoraggi, invece, si segnalano soprattutto l'alga rossa *Pneophyllum fragile*, il tunicato *Botryllus schlosseri* e i crostacei anfipodi tubicoli, più abbondanti nel monitoraggio del 2010 (Studio B.6.72 B/6).

### 3.1.3 Le stazioni della bocca di porto di Malamocco

Nelle sei stazioni di controllo delle praterie della bocca di porto di Malamocco sono stati registrati valori di **copertura** sempre prossimi al 100% sia per *Zostera marina* (stazione M1) sia per *Cymodocea nodosa* (stazioni M2, M3, M4 e M5) (tabella A.9). I valori di copertura percentuale rientrano o sono superiori (M1 e M2) ai range di valori dello studio di riferimento del 2003 e sono in linea con quanto emerso nei primi anni di monitoraggio (2006-2009) (tabelle A.9-14). Per quanto riguarda la stazione M6 va ricordato come, a partire dalla stagione estiva, sia stata sostituita dal sito M6-bis, in seguito ad un arretramento del margine della prateria; nella nuova stazione M6-bis, localizzata a qualche decina di metri di distanza, la copertura si è gradualmente assestata, nel corso delle stagioni, intorno al 100% (tabella A.1). Nelle stazioni di controllo la terza fanerogama, *Nanozostera noltii*, è stata rilevata con pochi ciuffi in primavera nella stazione M6 e nelle stagioni estiva ed invernale nel sito M6-bis (tabella A.9).

Nella stazione M6, sopralluoghi in campo hanno confermato come sia ragionevole ritenere che la causa dell'arretramento della prateria, al margine del canale interno al bassofondo, sia imputabile ad un intervento di natura antropica. Campionamenti del sedimento, infatti, hanno permesso di rilevare come esso sia costituito da una spessa componente limosa-argillosa uniforme (vedi immagini allegato fotografico). Questo evento, unitamente al fatto che, nell'intorno della stazione e nelle zolle di sedimento prelevate non siano mai state trovate fanerogame in superficie e nei primi 10-20 cm, fa supporre che si sia verificato uno sversamento di sedimento al di sopra della prateria originale, con un considerevole spessore che ha comportato anche un cambio delle batimetrie ed un innalzamento del fondale. Anche il confronto fra le foto aeree dell'estate 2009 e 2010 ha evidenziato la scomparsa della prateria di *Cymodocea* in un'area ben circoscritta, in corrispondenza della quale era localizzato il sito M6 (vedi immagini allegato fotografico).

Il parametro **densità dei ciuffi fogliari** non è mai risultato inferiore ai limiti dello studio di riferimento del 2003 e spesso sono stati registrati valori superiori ai range attesi, come nel caso della stazione M1 (*Zostera marina*) in primavera, estate ed inverno, e dei siti M2, M4 e M5 in estate (tabella A.9 e fig. A.2).

L'analisi della **lunghezza media dei ciuffi fogliari** di *Cymodocea nodosa* evidenzia valori rientranti o superiori ai range dello studio di riferimento; solo per la stazione M5, nella stagione primaverile e in quella invernale sono stati registrati valori inferiori agli intervalli guida, ma tale evento si era già verificato nei precedenti anni di monitoraggio, per risolversi nelle stagioni successive (tabelle A.9-14 e fig. A.2). Anche la **lunghezza della ligula** di *Cymodocea nodosa* è rientrata quasi sempre all'interno degli intervalli attesi e in pochi casi (stagione primaverile nella stazione M2, M4 e M5 e invernale nella sola M5) si segnalano valori inferiori ai range (rientrati poi nelle stagioni successive), situazioni che si sono già verificate nel corso dei precedenti monitoraggi (tabelle A.9-

14 e fig. A.2).

Per *Zostera marina*, invece, per la **lunghezza media** sia dei **ciuffi fogliari**, sia della **ligula** sono sempre stati rilevati, durante tutte le quattro stagioni di monitoraggio, valori rientranti o spesso superiori a quelli del 2003 (tabella A.9 e fig. A.2).

Il **numero medio di foglie** per ciuffo sia per le praterie a *Cymodocea nodosa* sia per quelle a *Zostera marina* rientra sempre negli intervalli guida, ad eccezione dei valori registrati durante la stagione invernale nelle stazioni M1, M2, M4 e M6-bis. Ad esclusione di M6-bis, questo evento si era talvolta già verificato nei monitoraggi precedenti (tabelle A.9-14 e fig. A.2).

Considerando l'insieme delle sei stazioni, l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o **LAI**) presenta valori che rientrano o sono superiori ai range dello studio di riferimento del 2003 (in M1 nella campagna primaverile e M4 e M5 nella stagione estiva). Solo per le stazioni M2 e M5, durante l'inverno, si registrano valori inferiori 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 A.9-14 e fig. A.2).

Oltre alle fasi vegetative, nelle praterie si svolgono regolarmente anche i processi riproduttivi e, a testimonianza di tale evento, durante le operazioni di campionamento sono stati ritrovati numerosi **ciuffi fertili** di *Zostera* e **semi** di *Cymodocea* (tabella A.9). Per quanto riguarda la frazione ipogea delle piante, non sono mai stati rilevati fenomeni anossici o un'anomala presenza di radici o rizomi morti, mentre nella frazione epigea la parte verde delle lamine fogliari è risultata sempre in netta prevalenza su quella in necrosi (scura) e con valori rientranti o superiori (tutte le campagne per *Zostera*) a quelli attesi (tabella A.9).

Come per le stazioni L3 e L4 di Lido, anche per la stazione M3 è stata segnalata, durante la stagione invernale, la presenza di sedimento sabbioso sulle lamine dei ciuffi fogliari (anche se in quantità limitata); anche in questo caso solo i dati derivanti da future campagne potranno far comprendere se si sia trattato di un evento isolato e temporaneo.

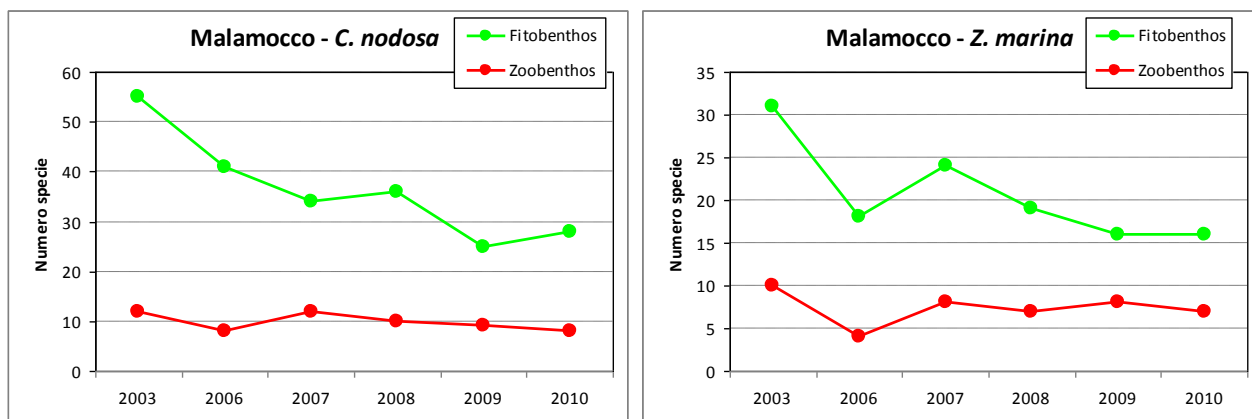


Figura 3.2 – Numero totale di specie (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni della bocca di porto di Malamocco a *Cymodocea nodosa* e per quella a *Zostera marina*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/6.

L'elenco floristico-faunistico degli organismi epifiti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *Cymodocea nodosa*, nel complesso delle quattro stagioni, risulta costituito da 36 taxa di cui 28 macroalghe e 8 zoobentonti. Il numero di taxa risulta quasi dimezzato a quello rilevato nel 2003, dove sono stati determinati 67 taxa ripartiti in 55 macroalghe e 12 zoobentonti (fig. 3.2). Anche per *Zostera marina* l'elenco floristico-faunistico complessivo, costituito da 23 taxa (16 macroalghe e 7 zoobentonti), è inferiore a quello rilevato nello studio del 2003, dove erano presenti 41 taxa (31



macroalghe e 10 zoobentonti) (fig. 3.2). Il **numero totale di specie** e quello **medio** per ciuffo, calcolato in ogni singola stazione, ha presentato in qualche caso valori inferiori ai range di riferimento del 2003, ma, come si è verificato nei precedenti anni di monitoraggio, essi sono poi rientrati nel corso delle stagioni successive (tabella A.9). Il **ricoprimento percentuale** e la **biomassa** degli epifiti fogliari ricadono quasi sempre negli intervalli di riferimento o sono ad essi superiori; in pochi casi e solo per la biomassa si registrano valori inferiori ai range guida (nelle stagioni primaverile in M1 ed estiva presso le stazioni M2 e M3) (tabella A.9).

Considerata la riduzione delle specie nelle liste floristico-faunistiche riferite all'insieme delle 4 stagioni, l'**indice di Diversità di Shannon** sia per la stazione M1 a *Zostera marina* (dati normalizzati ID=1,51), sia per quelle a *Cymodocea nodosa* (dati normalizzati ID=2,03) risulta in calo (più accentuato per *Zostera*) 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), eseguito tra il set di dati annuale del presente studio e quello dello studio di riferimento del 2003, indica, però, una differenza non statisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) tra gli indici di diversità delle stazioni a *Zostera marina* e, diversamente dagli anni precedenti, anche per quelle a *Cymodocea nodosa*.

Nel 2003, le specie più importanti della comunità epifita nella prateria a *Zostera marina* (M1) sono risultate le diatomee coloniali, le alghe rosse *Audouinella* spp. e *Ceramium diaphanum*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli, l'antozoo *Actiniaria* indet. e il tunicato *Botryllus schlosseri*. Nel monitoraggio attuale, invece, le specie più significative sono le diatomee coloniali e l'alga rossa *Pneophyllum fragile* e, per lo zoobenthos, il briozoo *Tendra zostericola*. A differenziare le comunità presenti sulla prateria di *Zostera marina* dei due monitoraggi (2003 e 2010) contribuiscono soprattutto le diatomee, le alghe rosse *Pneophyllum fragile* e *Hydrolithon boreale*, i crostacei anfipodi tubicoli (tutti taxa più abbondanti nell'attuale monitoraggio) e il briozoo *Tendra zostericola* (presente solo nel 2010).

Nonostante per il presente studio (B.6.72 B/6) il Mann-Whitney U test, diversamente dagli anni precedenti, non abbia evidenziato una differenza statisticamente significativa tra gli indici di diversità dei due monitoraggi ( $P < 0,05$ ) per le stazioni a *Cymodocea nodosa*, in conformità con quanto effettuato nei Rapporti Finali dei precedenti anni di monitoraggio è stata comunque approfondita l'analisi delle comunità presenti sulle lamine di questa macrofita.

L'analisi ANOSIM applicata ai dati delle 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. Tenuto conto dei valori di Global R (0,503 dati di ricoprimento senza trasformazione; 0,625 dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata; 0,647 dati di ricoprimento trasformati con doppia radice quadrata; 0,611 dati di presenza-assenza) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R, la differenza osservata è da considerarsi moderato-elevata. 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 e Warwick, 1994; 2001]. L'analisi riportata nei grafici delle figure A.3-5 denota una differenziazione tra lo studio del 2003 e quello del 2010, riconducibile principalmente alla diversa abbondanza di alcune specie, più che alla loro presenza o assenza.

Per le praterie a *Cymodocea nodosa*, nel 2003 le specie più importanti sono le diatomee coloniali, le alghe rosse *Hydrolithon boreale*, *Audouinella* spp. e *Ceramium diaphanum*, l'alga bruna *Myrionema orbiculare* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli e l'antozoo *Actiniaria* indet., organismi che, nel complesso, spiegano gran parte della similarità esistente fra le comunità epifite delle lamine di *Cymodocea nodosa*. Nel monitoraggio attuale le specie più importanti sono, 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 e l'antozoo *Anemonia viridis*. Il maggior contributo alla differenziazione tra le comunità presenti sulle lamine di *Cymodocea* dei

due monitoraggi è portato soprattutto dalle diatomee (più abbondanti nello studio di riferimento) e dalle alghe rosse *Hydrolithon boreale* e *Pneophyllum fragile* (maggiormente presenti nel monitoraggio attuale).

#### 3.1.4 Le stazioni della bocca di porto di Chioggia

Nel corso delle quattro campagne stagionali di monitoraggio, le praterie a *Cymodocea nodosa* dove sono localizzate 5 stazioni di controllo (C2, C3-bis, C4, C5 e C6) hanno presentato **coperture** prossime al 100%, in linea con quanto registrato nello studio di riferimento del 2003 e nei precedenti monitoraggi (tabella A.16); nel sito di campionamento C1-bis, a *Zostera marina*, sono stati registrati valori di copertura intorno al 90-100% nelle stagioni primaverile ed estiva e pari al 100% in quelle autunnale ed invernale (tabella A.16). Verifiche presso la stazione C1, sostituita dalla C1-bis a causa di un forte diradamento della prateria (novembre 2009), hanno permesso di verificare come nell'ultimo monitoraggio dell'inverno 2010 la prateria abbia riacquisito livelli di funzionalità simili a quelli registrati nei primi monitoraggi, presentando valori di copertura dell'ordine del 90-100%. Durante le fasi di campionamento non è mai stata segnalata la presenza di *Nanozostera noltii*, la terza fanerogama considerata.

I valori di **densità media dei ciuffi fogliari** di *Cymodocea nodosa* sono in linea con quelli degli intervalli attesi o, talvolta, superiori ad essi, come in estate (nei siti di controllo C2, C5 e C6) e in primavera ed autunno (solo per C2); densità inferiori ai limiti di riferimento sono state segnalate solamente nella stazione C3-bis che, però, non corrisponde più al sito originale (tabella A.16 e fig. A.9). Per *Zostera marina* (C1-bis) questo parametro ricade sempre negli intervalli guida (calcolati per la ex-stazione C1) (tabella A.16 e fig. A.9).

Per *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina*, la **lunghezza media** sia dei **ciuffi fogliari**, sia della **ligula** ha sempre presentato, in tutte le stazioni di controllo, valori rientranti o talvolta superiori agli intervalli di riferimento del 2003. Solo la lunghezza media della ligula è risultata inferiore ai valori soglia durante la stagione primaverile (in C1-bis per *Zostera* e C3-bis, C5 e C6 per *Cymodocea*), per poi rientrare nei range già dal campionamento successivo (tabella A.16 e fig. A.9).

Il **numero medio di foglie** per ciuffo per le praterie a *Cymodocea nodosa* e a *Zostera marina* rientra negli intervalli guida e, solo in pochi casi e limitatamente a *Zostera* (in estate e inverno), i suoi valori sono di poco inferiori ai limiti attesi (tabella A.16 e fig. A.9).

Per l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o LAI) i valori sono sempre rientrati negli intervalli attesi o talvolta risultati superiori ad essi (in estate in C2 e C6) (tabella A.16 e fig. A.9).

Anche per le stazioni della bocca di porto di Chioggia il rinvenimento di ciuffi fertili (*Zostera*) e di semi (*Cymodocea*) nel sedimento conferma come nelle praterie si svolgano con regolarità i processi vegetativi e riproduttivi (tabella A.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, il rapporto tra la parte viva della foglia (verde) e quella morta (scura) è risultato sempre elevato (superiore al 98% per *Zostera* e *Cymodocea*) e in linea con i valori attesi (tabella A.16). Per le sei stazioni di Chioggia, infine, non è mai stata osservata la presenza di una quantità anomala di sedimento sulle lamine fogliari.

In merito ai parametri inerenti l'epifitismo, si rileva come l'elenco floristico-faunistico complessivo degli epifiti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *Cymodocea nodosa*, costituito da 33 taxa di cui 25 macroalghe e 8 zoobentonti, sia diminuito di oltre il 50% rispetto a quello dello studio di riferimento, dove sono stati determinati 75 taxa, ripartiti in 61 macroalghe e 14 zoobentonti (tab. 3.3). Anche per *Zostera marina* l'elenco floristico-faunistico complessivo degli organismi, costituito da 23 taxa di cui 16 macroalghe e 7 zoobentonti, subisce un decremento rispetto a quello rilevato nel 2003, dove erano presenti 36 taxa ripartiti in 31 macroalghe e 5 zoobentonti (fig. 3.3). Il **numero**

**totale di specie** e quello **medio** per *Cymodocea* (soprattutto nelle stazioni C2, C5 e C6) sono risultati spesso inferiori ai range di riferimento del monitoraggio del 2003, come pure il numero totale di specie per *Zostera* (in primavera); tale situazione si è già verificata spesso nei precedenti anni di monitoraggio (tabelle A.16-21 e fig. A.9).

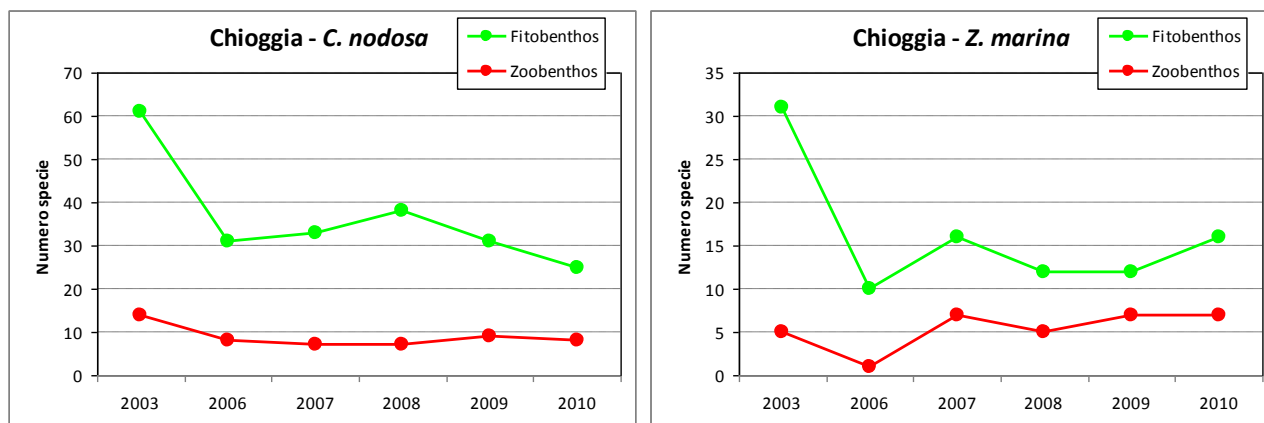


Figura 3.3 – Numero totale di specie (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni della bocca di porto di Chioggia a *Cymodocea nodosa* e per quella a *Zostera marina*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/6.

Il **ricoprimento percentuale** e la **biomassa** degli epifiti fogliari ricadono quasi sempre negli intervalli di riferimento o sono (nel caso del ricoprimento) talvolta superiori ad essi; in pochi casi e solo per la biomassa, si registrano valori inferiori ai range guida (nella stagione primaverile in C1-bis e in quella estiva in C2 e C4) (tabella A.16).

L'**indice di Diversità di Shannon** nella stazione a *Zostera marina* (dati normalizzati ID=1,39) e in quelle a *Cymodocea nodosa* (dati normalizzati ID=1,78) è in calo rispetto a quello calcolato per lo studio di riferimento B.6.78/I (dati normalizzati ID=1,58 per *Zostera* e 2,48 per *Cymodocea*). Il test non parametrico (Mann-Whitney U test), eseguito tra i dati del presente studio e quelli dello studio di riferimento del 2003, rileva 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 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 Actiniaria indet. Nel monitoraggio attuale, per la stazione C1-bis, le specie più significative sono le diatomee coloniali, l'alga rossa *Pneophyllum fragile*, e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli e l'antozoo *Anemonia viridis*.

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 (0,561 dati di ricoprimento senza trasformazione; 0,699 dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata; 0,761 dati di ricoprimento trasformati con doppia radice quadrata; 0,760 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 A.7-9) [Clarke e Warwick, 1994; 2001], conferma la differenziazione tra lo studio di riferimento ed il monitoraggio attuale, riconducibile soprattutto alla diversa abbondanza di alcune specie.

Nello studio di riferimento del 2003, le specie più importanti sono risultate 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 *Actiniaria* indet. e il tunicato coloniale *Botryllus schlosseri*, organismi che portano un elevato contributo alla percentuale di similarità esistente tra le comunità epifite delle cinque stazioni a *Cymodocea nodosa*. 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 e l'antozoo *Anemonia viridis*. Il maggior contributo alla differenziazione tra le comunità presenti sulle lamine di *Cymodocea nodosa* dei due monitoraggi è portato dalle alghe rosse *Hydrolithon boreale* e *Pneophyllum fragile* e dall'alga bruna *Myrionema orbiculare* (più presenti nel monitoraggio del 2010).

### 3.1.5 Analisi statistica pluriennale della comunità epifitica delle fanerogame marine

Quanto rilevato sulle dinamiche delle epifite delle fanerogame marine per le tre bocche di porto indica che, a partire dallo studio di riferimento *ante operam*, sono avvenute modifiche più o meno evidenti nella composizione della lista floristica. In relazione alla metodica di analisi statistica (univariata o multivariata) impiegata per verificare la consistenza di queste variazioni, si rilevano alcune differenze tra le bocche di porto. Si precisa infatti che le analisi univariate analizzano le variazioni degli indicatori di stato (es. indici diversità), mentre le analisi multivariate tengono conto di variazioni avvenute nella struttura della comunità, considerandone per le specie sia la presenza/assenza sia l'abbondanza (nel nostro caso ricoprimento sulle foglie delle fanerogame).

È apparso quindi opportuno eseguire una valutazione complessiva di quanto osservato per le epifite nelle singole bocche di porto, al fine di valutare i possibili trend in atto lungo un percorso pluriennale, identificando le principali specie coinvolte in queste variazioni.

#### **Bocca di porto di Lido**

Dal presente rapporto e dai precedenti si rileva come, nell'arco dei sei anni di monitoraggio (B.672-B/1-B/6) le epifite dell'apparato fogliare delle fanerogame marine presentino una riduzione del numero di specie, stabilità per quanto riguarda le analisi statistiche univariate (indice diversità Shannon - Mann-Whitney U test) e variazioni moderate per le analisi statistiche multivariate (ANOSIM, MDS e PERMANOVA).

Il grafico di figura 3.1 che riporta l'andamento negli anni dell'elenco floristico-faunistico indica una progressiva riduzione nella componente macroalgale epifitica. Il confronto tra il presente monitoraggio e lo stato *ante operam* rileva come l'indice di diversità di Shannon attuale sia solamente di poco inferiore a quello di riferimento; il test non parametrico Mann-Whitney U test, come nei precedenti anni, non rileva infatti differenze statisticamente significative.

Le analisi multivariate MDS, condotte mantenendo le stagioni separate o integrandole per l'intero anno per ogni singolo monitoraggio, indicano come negli anni la struttura della comunità epifita si sia progressivamente differenziata da quella della fase *ante operam* (figura 3.4). Tenuto conto di come per le analisi statistiche siano possibili più trasformazioni dei dati prima dell'analisi vera e propria, la più esplicativa e di sintesi di quanto osservato è risultata quella relativa all'MDS con dati di presenza/assenza.

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

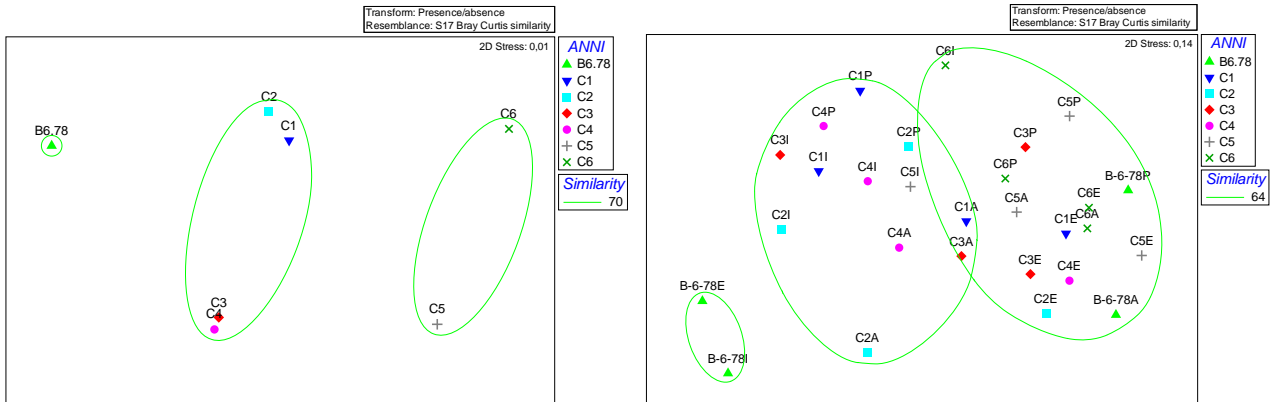


Figura 3.4 - Grafici MDS relativi alla struttura della comunità epifitica delle fanerogame marine. A sinistra, per una rappresentazione di sintesi più semplificata, i dati delle quattro stagioni sono stati integrati nell'anno. (C1 = studio B.6.72 B/1; C2 = studio B.6.72 B/2; C3 = studio B.6.72 B/3; C4 = studio B.6.72 B/4; C5 = studio B.6.72 B/5; C6 = studio B.6.72 B/6).

L'analisi ANOSIM condotta sull'intero set di dati (4 stagioni x 6 anni) per testare se esista una differenza statisticamente significativa tra i periodi di indagine (Studio B.6.78 e monitoraggi B.6.72 B/1-B/6) indica, per l'intero periodo, una differenza statisticamente bassa, con valori limitati del Global R, anche applicando differenti trasformazioni ai dati (presenza/assenza Global R=0,167, radice quadrata Global R=0,236; doppia radice quadrata Global R=0,222) e con un livello di significatività non ottimale ( $P > 0,005$ ) per giustificare differenze.

Nel confronto a coppie tra lo studio *ante operam* e i singoli studi, l'analisi ANOSIM denota differenze di moderato livello solamente tra i monitoraggi B.6.78/I - B.6.72 B/6 e B.6.78/I - B.6.72 B/4. (Global R nelle diverse trasformazioni varia da 0,411 a 0,667), ma con un livello di significatività statistica superiore a 0,05 (tabella 3.1).

L'analisi PERMANOVA conferma quanto rilevato con l'analisi ANOSIM in relazione al confronto a coppie. Le differenze appaiono significative solamente per alcune trasformazioni dei dati tra i monitoraggi B.6.78/I - B.6.72 B/6 e B.6.78/I - B.6.72 B/4 (tabella 3.2).

Nonostante le analisi statistiche indichino parziali differenze solo per alcuni anni, si desume che comunque alcune modifiche siano avvenute nella comunità epifita, e in particolare in quella macroalgale, dato che quest'ultima dal controllo *ante operam* fa registrare una riduzione del numero delle specie di circa il 50%.

L'analisi SIMPER indica come la struttura della comunità epifita si sia progressivamente semplificata negli anni, registrando la scomparsa di alcune macroalghe senza la loro sostituzione con altre (tabella 3.3). Seguendo lo schema suggerito dall'analisi MDS, che individua tre differenti gruppi di periodi (B.6.78, B.6.72 B/1-B/4 e B.6.72 B/5-B/6), si rileva come nei primi quattro anni (B.6.72 B/1-B/4) vi sia una perdita soprattutto di alghe rosse a struttura filamentosa (tabella 3.3). Tale perdita è proseguita anche negli ultimi due monitoraggi (B/5 e B/6), come si evidenzia, nella tabella, dal confronto tra i monitoraggi B/1-B/4 e B/5-B/6 degli studi B.6.72.

Nel confronto a lungo termine tra lo studio di riferimento (B-6-78) e gli ultimi due monitoraggi (B.6.72 B/5-B/6), che sintetizzano lo stato attuale, si rileva una parziale sostituzione delle specie perse con altre.

Pur non essendo rilevanti le variazioni delle abbondanze delle epifite sulle lamine fogliari, si segnalano comunque alcune specie che hanno mostrato modifiche di un certo livello. Negli anni si è assistito ad una progressiva riduzione delle coperture delle Diatomee bentoniche e delle Ectocarpales (diffuse nel 2002-2003) e ad un incremento delle alghe calcaree *Pneophyllum fragile*,

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

*Hydrolithon farinosum* e *Hydrolithon boreale*.

Tab. 3.1 - Sintesi dell'analisi ANOSIM con valori di Global R per le differenti trasformazioni applicate ai dati. (C1 = studio B.6.72 B/1; C2 = studio B.6.72 B/2; C3 = studio B.6.72 B/3; C4 = studio B.6.72 B/4; C5 = studio B.6.72 B/5; C6 = studio B.6.72 B/6).

	Radice quadrata	Doppia radice quadrata	Pres./Ass.
	Global R	Global R	Global R
B.6.78 - C1	0,177	0,229	0,156
B.6.78 - C2	0,24	0,177	0,25
B.6.78 - C3	0,281	0,292	0,078
B.6.78 - C4	0,573	0,354	0,172
B.6.78 - C5	0,385	0,365	0,234
B.6.78 - C6	0,667	0,635	0,411

Tabella 3.2 - Sintesi dell'analisi PERMANOVA con valori di Global R per le differenti trasformazioni applicate ai dati (in rosso i valori con P<0,05). (C1 = studio B.6.72 B/1; C2 = studio B.6.72 B/2; C3 = studio B.6.72 B/3; C4 = studio B.6.72 B/4; C5 = studio B.6.72 B/5; C6 = studio B.6.72 B/6).

	Radice quadrata	Doppia radice quadrata	Pres./Ass.
	P (perm)	P (perm)	P (perm)
B.6.78 - C1	0,2257	0,1104	0,2093
B.6.78 - C2	0,1458	0,1711	0,173
B.6.78 - C3	0,1151	0,173	0,229
B.6.78 - C4	0,0294	0,0568	0,1692
B.6.78 - C5	0,0592	0,1121	0,1458
B.6.78 - C6	0,0314	0,0294	0,0543

Tabella 3.3 - Elenco delle specie più rappresentative che hanno subito variazioni nel corso dei monitoraggi sulla base della presenza/assenza.

Specie scomparse Confronto tra gli studi B.6.78 e B.6.72 B/1-B/4	Specie scomparse Confronto tra gli studi B.6.72 B1-B/4 e B.6.72 B/5-B/6	Specie acquisite Confronto tra gli studi B.6.78 e B.6.72 B/5-B/6
<i>Dasya hutchinsiae</i>	<i>Aglaothamnion</i> sp.	<i>Dictyota</i> sp.
<i>Ectocarpus</i> sp.	<i>Elachistaceae</i> indet.	<i>Ectocarpales</i> indet.
<i>Neosiphonia elongella</i>	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	<i>Hydrolithon farinosum</i>
<i>Polysiphonia denudata</i>	<i>Myriactula stellulata</i>	
<i>Polysiphonia elongata</i>	<i>Ulothrix flacca</i>	
<i>Spyridia filamentosa</i>		

### Bocca di porto di Malamocco

Come riportato nel paragrafo 3.1.3, in questa bocca di porto sono state rilevate negli anni differenze nella comunità epifitica rispetto alla fase *ante operam*. I monitoraggi in questa bocca di porto, come per quella di Chioggia, non sono iniziati con lo studio B.6.72/1 come nella bocca di porto di Lido, ma solo parzialmente con lo Studio B.6.72/2 (autunno ed inverno) ed interamente a partire dallo Studio B.6.72/3.

Nella figura 3.2 si rileva come per le due tipologie di praterie, *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina*, sia presente una riduzione del numero di specie tra lo studio *ante operam* e quello attuale, che riguarda soprattutto per la componente macroalgale.

Il test non parametrico Mann-Whitney U-test applicato all'indice di Shannon ha più volte

confermato negli anni l'assenza di differenze statisticamente significative rispetto allo studio *ante operam* e le analisi ANOSIM, che considerano la presenza e l'abbondanza delle specie, hanno quasi sempre confermato l'esistenza di differenze di livello moderato.

Le analisi multivariate MDS, eseguite sui dati di presenza/assenza, integrando le stagioni o tenendole separate, o applicando la trasformazione radice quadrata ai dati di ricoprimento delle specie, indicano che negli anni la struttura della comunità epifita si è progressivamente differenziata da quella della fase *ante operam* (figura 3.5).

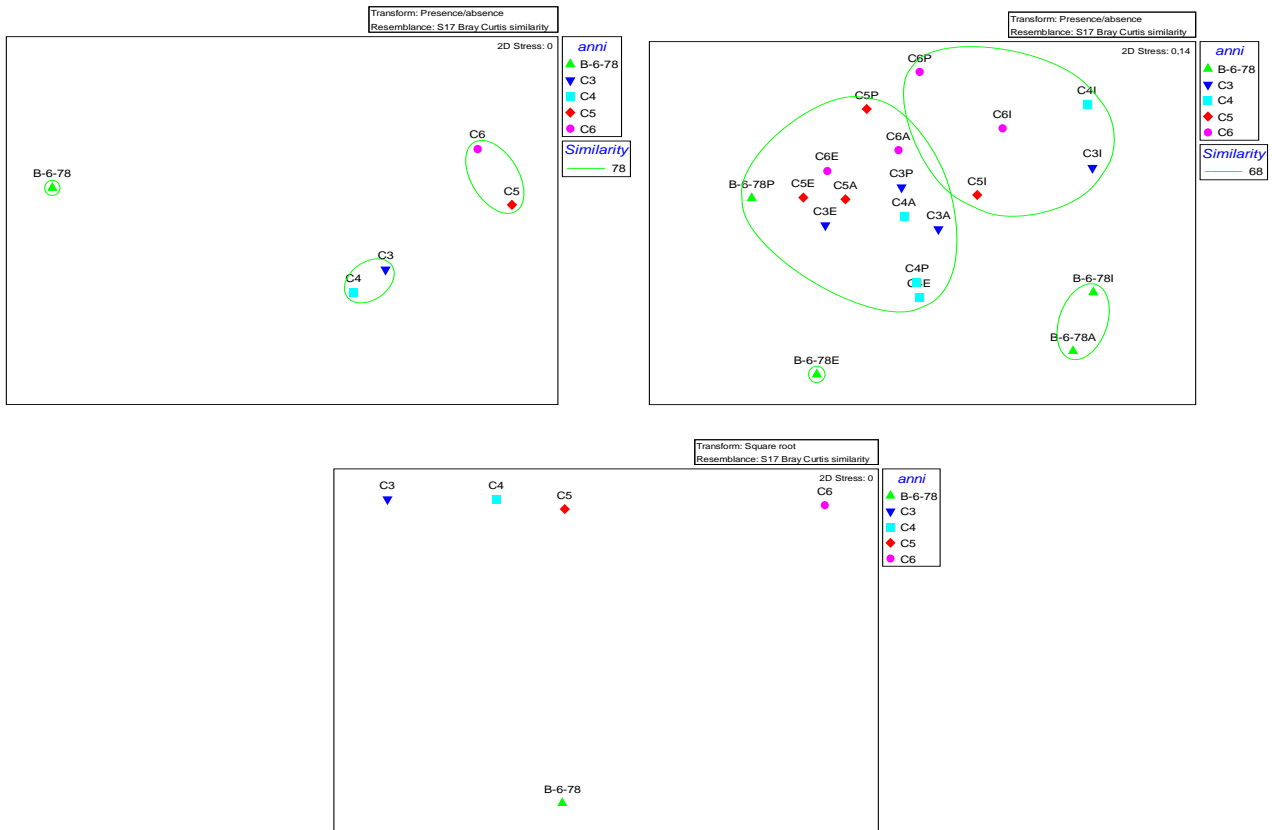


Figura 3.5 – Grafici MDS relativi alla struttura della comunità epifitica delle fanerogame marine. Sono riportate tre diverse valutazioni che hanno fatto uso di differenti trasformazioni e set di dati (mediati nell'anno o stagionali). (C1 = studio B.6.72 B/1; C2 = studio B.6.72 B/2; C3 = studio B.6.72 B/3; C4 = studio B.6.72 B/4; C5 = studio B.6.72 B/5; C6 = studio B.6.72 B/6).

L'analisi ANOSIM condotta sull'intero set di dati (4 stagioni x 5 anni) indica per l'intero periodo una differenza statistica che complessivamente varia in relazione alle differenti trasformazioni dei dati da moderata (Global R=0,469 con trasformazione radice quadrata) a moderato-bassa (Global R=0,224 con trasformazione dei dati presenza/assenza).

Nel confronto a coppie tra lo studio *ante operam* e i singoli studi, l'analisi ANOSIM (tabella 3.4) indica che le differenze sono presenti anche con diverse trasformazioni dei dati suggerendo, che oltre ad una perdita di specie, si siano verificate anche variazioni delle abbondanze. Le differenze più evidenti nella struttura della comunità epifita si rilevano tra lo studio *ante operam* e lo studio più recente (B.6.72 B/6).

L'analisi PERMANOVA conferma in parte quanto osservato nella precedente analisi ANOSIM. Le differenze appaiono significative ( $P < 0,05$ ) prevalentemente nel confronto a coppie tra il monitoraggio *ante operam* e il più recente monitoraggio B.6.72/6 (tabella 3.5).

Nonostante le analisi statistiche indichino differenze solo per alcuni anni e alcune trasformazioni



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

dei dati, il trend generale evidenzia modifiche nella comunità epifita delle lamine fogliari delle fanerogame marine. Tale modifiche sono evidenti soprattutto per la componente delle macroalghe che, per le 5 stazioni a *Cymodocea nodosa*, dallo studio *ante operam* a quello attuale è passata da 55 a 36 specie e nella stazione a *Zostera marina* da 31 a 16 specie.

Nella tabella 3.6 sono riportate le specie maggiormente responsabili delle variazioni osservate. La perdita maggiore di specie si è verificata già nei primi due anni del monitoraggio (studi B.6.72 B/3-B/4), mentre appaiono quasi del tutto nulle o non rilevanti le perdite tra gli studi B.6.72 B-3/B-4 e B.6.72 B/5-B/6.

Tenendo conto della suddivisione per anni suggerita dal grafico MDS relativo alla presenza/assenza di figura 3.5, che individua tre periodi di indagine (B.6.78, B.6.72 B/3-B/4 e B.6.72 B/5-B/6), si riportano nella tabella 3.6 i risultati dell'analisi SIMPER. La maggior perdita di macroalghe si è riscontrata già nei primi due anni del monitoraggio (studi B.6.72 B/3-B/4), per proseguire poi, anche se con un andamento meno marcato, nei successivi due monitoraggi (B.6.72 B/5-B/6). Irrilevanti o nulle sono le acquisizioni di nuove macroalghe tra lo studio di riferimento B.6.78 e gli ultimi due monitoraggi che sintetizzano lo stato attuale (B.6.72 B/5-B/6).

Nelle trasformazioni della comunità epifita sono presenti però anche significative variazioni di abbondanza; queste ultime hanno visto, tra gli studi B.6.78 e B.6.72 B/3-B/4, una riduzione delle Diatomee bentoniche e delle alghe brune del genere *Hinksia* e un incremento delle alghe rosse calcaree *Pneophyllum fragile* e *Hydrolithon boreale*. Anche tra gli studi B.6.78 e B.6.72 B/5-B/6 è confermato l'incremento delle alghe calcaree *Pneophyllum fragile*, *Hydrolithon boreale* e *Hydrolithon farinosum*.

Tabella 3.4 – Sintesi dell'analisi ANOSIM con valori di Global R per le differenti trasformazioni applicate ai dati. (C1 = studio B.6.72 B/1; C2 = studio B.6.72 B/2; C3 = studio B.6.72 B/3; C4 = studio B.6.72 B/4; C5 = studio B.6.72 B/5; C6 = studio B.6.72 B/6).

	<b>Radice quadrata</b>	<b>Doppia radice quadrata</b>	<b>Pres./Ass.</b>
	<b>Global R</b>	<b>Global R</b>	<b>Global R</b>
B.6.78 - C3	0,458	0,448	0,172
B.6.78 - C4	0,469	0,490	0,047
B.6.78 - C5	0,302	0,260	0,245
B.6.78 - C6	0,885	0,750	0,490

Tabella 3.5 - Sintesi dell'analisi PERMANOVA con valori di Global R per le differenti trasformazioni applicate ai dati. (C1= studio B.6.72 B/1; C2= studio B.6.72 B/2; C3= studio B.6.72 B/3; C4= studio B.6.72 B/4; C5= studio B.6.72 B/5; C6= studio B.6.72 B/6).

	<b>Radice quadrata</b>	<b>Doppia radice quadrata</b>	<b>Pres./Ass.</b>
	<b>P (perm)</b>	<b>P (perm)</b>	<b>P (perm)</b>
B.6.78 - C3	0,0541	0,0842	0,2824
B.6.78 - C4	0,0298	0,0558	0,2258
B.6.78 - C5	0,0825	0,0881	0,228
B.6.78 - C6	0,0285	0,0324	0,0515



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

Tabella 3.6 - Elenco delle specie più rappresentative che hanno subito variazioni nel corso dei monitoraggi sulla base della sola presenza/assenza.

Specie scomparse Confronto tra gli studi B.6.78 e B.6.72 B/3-B/4	Specie scomparse Confronto tra gli studi B.6.72 B/3-B/4 e B.6.72 B/5-B/6	Specie acquisite Confronto tra gli studi B.6.78 e B.6.72 B/5-B/6
<i>Aglaothamnion sp.</i>	<i>Entocladia viridis</i>	Nessuna specie acquisita
<i>Bryopsis sp.</i>	<i>Giraudia sphacelarioides</i>	
<i>Cladophora dalmatica</i>	<i>Leptonematella fasciculata</i>	
<i>Cladophora hurchinsiae</i>	<i>Myriactula stellulata</i>	
<i>Cladophora laetevirens</i>	<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	
<i>Cladophora rupestris</i>		
<i>Cladophora vagabunda</i>		
<i>Dasya baillouviana</i>		
<i>Enteromorpha flexuosa</i>		
<i>Hincksia ovata</i>		
<i>Hypnea musciformis</i>		
<i>Melobesia membranacea</i>		
<i>Polysiphonia elongata</i>		
<i>Punctaria latifolia</i>		
<i>Punctaria tenuissima</i>		
<i>Radicilingua thysanorhizans</i>		
<i>Spermothamnion repens</i>		
<i>Spyridia filamentosa</i>		
<i>Ulva rotundata</i>		

### Bocca di porto di Chioggia

Per tutti i monitoraggi condotti alle praterie della bocca di porto di Chioggia sono state rilevate variazioni nella comunità epifitica rispetto allo studio *ante operam*. Sin dallo Studio B.6.72 B/3 è stata registrata una sensibile riduzione del numero di specie rispetto allo studio *ante operam*. Come per le altre bocche di porto, la riduzione ha inciso soprattutto sulle epifite macroalgali che, dal controllo *ante operam* ai successivi monitoraggi, sono variate da 75 taxa a 25-39 per *Cymodocea nodosa* e da 31 taxa a 10-16 per *Zostera marina*.

Rispetto alle praterie delle altre due bocche di porto, entrambe le analisi statistiche, univariate e multivariate, eseguite sui dati delle epifite, concordano nel segnalare differenze statisticamente significative. Il test non parametrico Mann-Whitney U test, applicato ai valori dell'indice di Shannon, rispetto allo studio *ante operam* ha sempre confermato differenze statisticamente significative per le praterie a *Cymodocea nodosa*. Anche l'analisi ANOSIM, che tiene conto sia della presenza che dell'abbondanza delle specie, ha quasi sempre confermato differenze statisticamente significative di livello moderato-elevato.

Le analisi MDS, condotte mantenendo separate le stagioni o integrandole per l'intero anno per ogni singolo monitoraggio, indicano che negli anni la comunità epifita si è progressivamente differenziata da quella della fase *ante operam*. In figura 3.6 sono riportate due rappresentazioni dei grafici MDS con differenti trasformazioni dei dati (presenza/assenza e radice quadrata) e modalità di raggruppamento dei dati (media annuale e per singole stagioni). Nell'asse orizzontale si rileva gradiente (più evidente con le stagioni separate) che ordina per anni i monitoraggi; l'andamento a gradiente è peraltro ben evidente anche nella cluster analysis di figura 3.6.

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

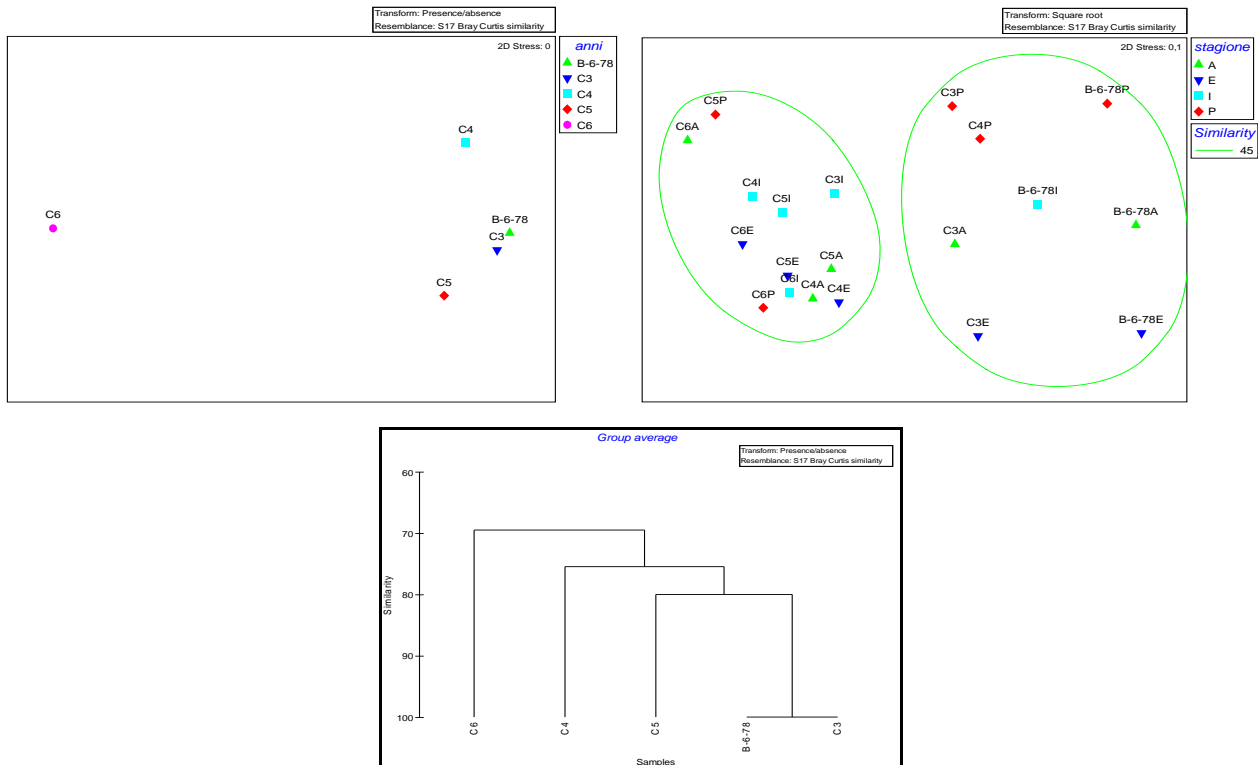


Figura 3.6 – Grafici MDS relativi alla struttura della comunità epifitica delle fanerogame marine. Sono riportate tre diverse valutazioni che hanno fatto uso di differenti trasformazioni e set di dati (mediati nell'anno o stagionali). (C1 = studio B.6.72 B/1; C2 = studio B.6.72 B/2; C3 = studio B.6.72 B/3; C4 = studio B.6.72 B/4; C5 = studio B.6.72 B/5; C6 = studio B.6.72 B/6).

L'analisi ANOSIM condotta sull'intero set di dati (4 stagioni x 5 anni) per testare se esiste una differenza statisticamente significativa tra i periodi di indagine (Studio B.6.78 e monitoraggi B.6.72 B/3-B/6) indica differenti valutazioni per l'intero periodo. Trasformando i dati calcolandone la radice quadrata, la differenza complessiva tra i monitoraggi risulta di livello moderato (Global R=0,419) mentre, con trasformazioni dei dati più marcate (doppia radice o presenza/assenza) la significatività diventa inferiore o limitata (Global R=0,321-0,108).

Nel confronto a coppie tra lo studio *ante operam* e i singoli studi, l'analisi ANOSIM (tabella 3.7) rileva che le differenze sono più marcate adottando trasformazioni dei dati meno incisive (radice quadrata); questo indicherebbe che oltre ad una variazione di specie si è verificata negli anni anche una variazione delle abbondanze. Nel confronto a coppie tra lo studio *ante operam* e i monitoraggi di controllo, le differenze evidenziano un livello di significativa medio-alta, soprattutto con gli ultimi monitoraggi (B.6.72 B/4-B/6).

L'analisi PERMANOVA conferma quanto osservato nell'analisi ANOSIM (tabella 3.8). Le differenze rispetto all'*ante operam* appaiono significative ( $P < 0,05$ ) per più anni quando si applica una trasformazione dei dati di ricoprimento delle specie limitata (radice quadrata). Anche in questa analisi, considerato come la trasformazione del dato incida sulla significatività del test, si deduce che l'abbondanza di alcune epifite deve essere variata negli anni.

Tenuto conto che, rispetto alle altre bocche di porto, in quella di Chioggia le valutazioni delle analisi statistiche univariate e multivariate giungono a considerazioni simili, e indicano più chiaramente anche la presenza di una variazione dell'abbondanza degli epifiti sulle lamine fogliari, si è proceduto ad identificare le specie che maggiormente hanno inciso sulle differenze osservate, considerando sia la loro scomparsa/comparsa, sia la loro abbondanza.

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

Dal momento che la cluster analysis non evidenzia raggruppamenti di più monitoraggi, bensì uno schema a “gradiente” e che il grafico MDS di figura 3.6 indica similitudini tra il monitoraggio *ante operam* B.6.78 e il primo controllo completo (B.6.72 B/3), si è deciso di eseguire un’analisi SIMPER tra la comunità epifitica degli Studi B.6.78 - B.6.72 B/3 e quella degli ultimi due anni di monitoraggio (B.6.72 B/5-B/6). Per quanto riguarda la sola scomparsa/comparsa degli epifiti, si conferma la perdita di 13-14 specie e l’acquisizione (non evidenziata in tabella) di 4-5 specie. Considerando anche il valore del ricoprimento si rileva che oltre il 50% del contributo cumulativo che giustifica il cambiamento, è dato dalle alghe rosse calcaree *Hydrolithon boreale*, *Pneophyllum fragile* e dall’alga bruna *Myrionema orbiculare* (tabella 3.9).

Tabella 3.7 - Sintesi dell’analisi ANOSIM con valori di Global R per le differenti trasformazioni applicate ai dati. (C1 = studio B.6.72 B/1; C2 = studio B.6.72 B/2; C3 = studio B.6.72 B/3; C4 = studio B.6.72 B/4; C5 = studio B.6.72 B/5; C6 = studio B.6.72 B/6).

	<b>Radice quadrata</b>	<b>Doppia radice</b>	<b>Pres./Ass.</b>
	<b>Global R</b>	<b>Global R</b>	<b>Global R</b>
B-6-78 - C3	0,292	0,042	-0,25
B-6-78 - C4	0,792	0,458	-0,115
B-6-78 - C5	1	0,708	-0,115
B-6-78 - C6	1	0,979	0,458

Tabella 3.8 - Sintesi dell’analisi PERMANOVA con valori di Global R per le differenti trasformazioni applicate ai dati. (C1= studio B.6.72 B/1; C2= studio B.6.72 B/2; C3= studio B.6.72 B/3; C4= studio B.6.72 B/4; C5= studio B.6.72 B/5; C6= studio B.6.72 B/6).

	<b>Radice quadrata</b>	<b>Doppia radice</b>	<b>Pres./Ass.</b>
	<b>P (perm)</b>	<b>P (perm)</b>	<b>P (perm)</b>
B-6-78 - C3	0,0592	0,4916	(t negativo)
B-6-78 - C4	0,0313	0,0574	0,4815
B-6-78 - C5	0,0275	0,0323	0,8038
B-6-78 - C6	0,0289	0,0281	0,0255

Tabella 3.9 - Elenco delle specie più rappresentative dei cambiamenti osservati differenziate per presenza/assenza e grado di ricoprimento sulle lamine.

<b>Presenza/Assenza Specie scomparse Confronto tra gli studi B.6.78-B.6.72 B/3 e B.6.72 B/5-B/6</b>	<b>Ricoprimento Specie in incremento Confronto tra gli studi B.6.72 B/3 e B.6.72 B/5-B/6</b>
<i>Centroceras clavulatum</i>	<i>Hydrolithon boreale</i>
<i>Ceramium diaphanum</i>	<i>Diatomee</i>
<i>Entocladia viridis</i>	<i>Pneophyllum fragile</i>
<i>Erythrocladia irregularis</i>	<i>Myrionema orbiculare</i>
<i>Gastroclonium sp.</i>	
<i>Giraudia sphacelarioides</i>	
<i>Leptonematella fasciculata</i>	
<i>Lithophyllum pustulatum</i>	
<i>Myriactula stellulata</i>	
<i>Spermothamnion repens</i>	
<i>Spyridia filamentosa</i>	
<i>Tellamia sp.</i>	
<i>Ulva laetevirens</i>	

### 3.1.6 Analisi generale 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, le differenze riscontrate nella comunità epifitica per quanto riguarda il numero di specie (totale e per stazione) e le abbondanze (ricoprimento e biomassa) sono anche quest'anno limitate nelle praterie della bocca di Lido, ma ancora presenti in quelle di Malamocco (anche se in percentuale minore) e di Chioggia (soprattutto per quanto riguarda il numero totale e medio di taxa).

Come è stato sottolineato nei Rapporti Finali dei precedenti anni di monitoraggio (Studi B.6.72 B/3-B/5), alcuni dei fattori appena citati possono contribuire alle variazioni registrate nella struttura delle comunità. Va evidenziato comunque che:

- i dati del presente monitoraggio relativi alla **torbidità** dell'acqua (rilevati dalle sonde fisse delle bocche di porto) non indicano variazioni marcate per questo parametro [MAG. ACQUE - CORILA, 2011]. Come riportato in [Borum *et al.*, 2004; Larkum *et al.*, 2006], un eventuale aumento della torbidità dovrebbe influenzare 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 merito alla **sedimentazione** sulle lamine fogliari, anche nei casi in cui sono stati rinvenuti ciuffi con una deposizione di particolato sabbioso più accentuata rispetto alla norma (stazioni L3 e L4 di Lido e M3 di Malamocco, in inverno), non sono state trovate lamine fogliari con valori anomali, rispetto a quelle prive di una sedimentazione più accentuata, dei parametri relativi all'epifitismo, uno sviluppo fogliare limitato o elevate percentuali di necrosi (tabelle A.1, A.9 e A.16);
- anche l'**idrodinamismo**, segnalato in letteratura come una delle possibili cause di cambiamenti a carico della componente epifitica, potrebbe essere coinvolto nelle modificazioni osservate, soprattutto per quanto riguarda la variazione dell'abbondanza. Lavori relativi alle dinamiche delle epifite delle fanerogame marine identificano nell'accentuato movimento delle lamine fogliari, dovuto ad incrementi dei flussi idrodinamici, il fattore fisico di disturbo in grado di determinare, tramite la forza abrasiva, la perdita di specie dalla superficie fogliare, di favorire la rottura di talli 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].

Nella dinamica di attecchimento degli epifiti sulle lamine fogliari, le alghe calcaree incrostanti rivestono grande importanza poiché, oltre a mostrare una elevata resistenza meccanica allo strofinamento, contribuiscono ad incrementare la ruvidità della superficie fogliare, favorendo l'adesione da parte di altre tipologie algali [Lavery *et al.*, 2007].

Diversi lavori evidenziano come in aree dove l'idrodinamismo è maggiore si determina anche una maggiore abbondanza dell'epifitismo algale [Larkum *et al.*, 2006], poiché 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].

Come nei monitoraggi del 2007, 2008 e 2009, in relazione all'idrodinamismo, non sono stati

osservati impatti a livello di descrittori strutturali delle fanerogame (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, frammentazione nella lamina fogliare o riduzioni delle dimensioni dei ciuffi per cause riconducibili ad aumenti della velocità dei flussi.

Per 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-B/6 sono state suddivise in tre categorie morfo-funzionali, valutandone i rapporti per numero di specie e abbondanza (espressa come ricoprimento in cm<sup>2</sup>): 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; Balata *et al.*, 2004].

L'analisi dei grafici (figure A.10-12) evidenzia come nelle tre bocche di porto, per le *encrusting layer* il **numero di specie** presenti lievi fluttuazioni nei cinque anni considerati (2003, 2007-2010), con incrementi e decrementi limitati, che non coinvolgono cambi di specie, ma che portano ad un decremento generale rispetto allo studio *ante operam*; per l'**abbondanza**, invece, si segnala un incremento più o meno marcato in tutte le tre bocche di porto, sia rispetto al precedente anno di monitoraggio (+20% a Lido, +1,5% a Malamocco e +31% a Chioggia) sia nei confronti dello stato di riferimento (+315% a Lido, +280% a Malamocco e +220% a Chioggia ed un incremento a Malamocco).

La dominanza della componente incrostante (data soprattutto dalle Corallinales) è riportata in letteratura come una condizione positiva dello stato di qualità delle praterie a fanerogame; queste ultime, in ambienti disturbati (es. in presenza di incremento di nutrienti o di torbidità), sarebbero, invece, caratterizzate dalla riduzione delle *encrusting layer* e da un incremento delle alghe filamentose. Come riportato da diversi autori [Ballesteros, 1987; Romero, 1988; Mazzella *et al.*, 1989; Martínez-Crego *et al.*, 2010], la prevalenza delle Corallinales tra le epifite delle fanerogame marine è un parametro di normalità ecologica. Tale condizione può modificarsi in presenza di pressioni esterne (es. eutrofizzazione, torbidità, riduzione della luce, elevata temperatura, ecc.), giungendo anche a cambiamenti estremi, come lo sviluppo di blooms di Diatomee bentoniche, alghe brune filamentose (Ectocarpales) e alghe verdi Enteromorfe (=Ulva) e Cladofore [Martínez-Crego *et al.*, 2010].

Va sottolineato inoltre come le alghe Corallinales siano utilizzate come indicatrici di elevato livello ecologico nell'applicazione degli indici macroalgali della Direttiva Europea 2000/60 [Orfanidis *et al.*, 2011; Sfriso *et al.*, 2009].

Nello specifico delle fanerogame marine, un recente lavoro sull'epifitismo di *Posidonia* [Martínez-Crego *et al.*, 2010] indica come, rispetto a quelle di siti più profondi (15 m rispetto a 5 m), le praterie superficiali risponderanno meno chiaramente ai gradienti ambientali, poiché fortemente influenzate dal grazing e dai fattori biotici. Considerando che le praterie oggetto del monitoraggio si posizionano su profondità di circa 1 m, è ragionevole considerare che gli effetti del grazing e dei fattori biotici possano essere ancor più accentuati, andando a mascherare o alterare le relazioni di causa-effetto con possibili cambiamenti abiotici.

Le *erect layer*, rispetto al precedente monitoraggio (2009), fanno registrare un lieve decremento del numero di specie a Lido e Chioggia (mentre questo parametro resta costante a Malamocco); tale decremento è accompagnato, però, da un incremento di abbondanza (+7% a Lido, +39% a Malamocco e +55% a Chioggia). Nei confronti dello studio di riferimento *ante operam* si segnala, invece, un generale decremento sia per il numero di specie (pari a circa il 50%), sia per l'abbondanza (calo stimabile attorno al 18% per Lido e al 35-45% per Malamocco e Chioggia). Le specie coinvolte in questa riduzione delle *erect layer* sono prevalentemente l'alga bruna *Ectocarpus* sp., l'alga verde *Cladophora* spp. e l'alga rossa *Ceramium diaphanum*.

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

Per le *turf layer* il confronto con il precedente anno di monitoraggio evidenzia lievi fluttuazioni del numero di specie, con un leggero calo del parametro a Lido e Chioggia e un incremento limitato a Malamocco; per l'abbondanza, invece, si segnala un lieve aumento per le tre bocche (compreso tra +10% a Lido e Malamocco e +20% a Chioggia). Considerando lo studio di riferimento, le variazioni intercorse tra il 2003 e il 2010 appaiono più omogenee, poiché portano ad un complessivo decremento, in tutte le bocche di porto, sia del numero di taxa sia dell'abbondanza; in quest'ultimo caso il calo, pari al 38% per Lido e Chioggia e al 58% per Malamocco, è riconducibile principalmente alla componente algale delle diatomee bentoniche (in particolare il genere *Navicula*) che nel periodo dello studio *ante operam* era risultata molto diffusa sulle lamine.

L'analisi delle categorie morfo-funzionali 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). Dai dati di letteratura [Airoldi e Cinelli, 1997; Irving e Connell, 2002a,b; Balata *et al.*, 2004] emerge come un eventuale stress dovuto alla sedimentazione dovrebbe indurre una riduzione delle *erect algae* (più sensibili) a favore delle *turf algae* (più tolleranti). Le variazioni osservate tra il 2003 e il 2010 indicano, invece, una riduzione complessiva 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 3.10) denota come, per ambedue gli indicatori relativi al numero di specie, le variazioni rispetto allo studio *ante operam* comportino un decremento (ad eccezione del numero medio di specie zoobentoniche a Lido), mentre il ricoprimento percentuale presenta valori superiori per le macroalghe e per lo zoobenthos in tutte le bocche di porto.

Per quanto riguarda le diatomee bentoniche, si evidenzia un calo nella percentuale di ricoprimento, che è leggermente più marcata a Malamocco rispetto a Lido e Chioggia (tabella 3.10). Non a caso, l'analisi dei dati evidenzia come in tutte le bocche di porto la riduzione del ricoprimento sulle lamine fogliari delle fanerogame rilevata nel 2010 (e in tutti i precedenti anni) rispetto al periodo *ante operam* sia proprio dovuta prevalentemente al calo delle diatomee bentoniche che hanno inciso sul ricoprimento soprattutto nei mesi invernali e autunnali dello studio del 2003.

Come già ricordato nei precedenti Rapporti Finali, 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 è facilmente spiegabile, invece, la riduzione del numero di specie totale e per stazione (rilevato soprattutto nelle bocche di Malamocco e Chioggia) ma, non è da escludere, almeno parzialmente, il coinvolgimento del fattore idrodinamismo in questa modificazione.

Questa ipotesi sarebbe supportata dall'analisi del diverso grado di resistenza che i tre gruppi morfo-funzionali offrono ad uno stress derivante da sbattimento o sfregamento delle lamine fogliari in seguito ad un incremento dell'idrodinamica (fig. A.13). Le alghe incrostanti, infatti, se 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 le *encrusting layer* hanno presentato un marcato incremento del ricoprimento percentuale tra lo studio *ante operam* e gli ultimi tre monitoraggi (2008, 2009 e 2010) in tutte le bocche di porto.

Una seconda ipotesi, in parte collegata alla prima [Schanz *et al.*, 2002], implica 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

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

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 morfo-funzionali della bocca, hanno evidenziato come le forme crostose coralline siano quelle che presentano la maggiore "grazing difficulty", poiché, contenendo carbonato di calcio, richiedono organi specializzati per la loro asportazione.

Non bisogna, però, dimenticare come la riduzione del numero di taxa che si rileva in ogni bocca di porto (vedi tabella 3.10) riguardi soprattutto 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 *Antithamnion cruciatum* e *Polysiphonia scopulorum*, le alghe brune *Asperococcus compressus* e *Striaria attenuata* o, per lo zoobenthos, il briozoo *Zoobotryon verticillatum*).

Tabella 3.10 - 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	2010	2003	2010	2003	2010
N. specie totale	51	27	13	9	---	---
N. specie medio /st.	31,0	24,0	6,7	8,3	---	---
Ricopr. medio%/st.	18,5	30,7	4,7	17,7	16,2	10,6

Malamocco	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2010	2003	2010	2003	2010
N. specie totale	55	28	12	8	---	---
N. specie medio /st.	35,4	19,4	8,4	5,6	---	---
Ricopr. medio%/st.	23,0	37,3	8,4	9,3	22,6	9,2

Chioggia	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2010	2003	2010	2003	2010
N. specie totale	61	25	14	9	---	---
N. specie medio /st.	43,2	17,0	9,0	6,6	---	---
Ricopr. medio%/st.	23,3	32,8	11,1	11,8	10,5	8,0

## 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 o 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 questi lavori non sono però 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 delle fanerogame sono molto probabilmente riconducibili ai seguenti fattori [MAG. ACQUE - SELC, 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 risolleamento 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) o alla pesca vagantiva del *Ruditapes*. 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; Simonetti, 1973; Vatova, 1949; Rismondo *et al.*, 1997; Curiel *et al.*, 2008, 2010].

### 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 [MAG. ACQUE - SELC, 2005a, 2005b] e nel caso più specifico delle bocche di porto [Studio B.6.78 - MAG. ACQUE - SELC, 2003; 2005c; Studio B.6.72 B/1-B/5 - MAG. ACQUE - CORILA, 2006-2009] costituiscono una base di dati che ha permesso di fornire ulteriori valutazioni 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 dei successivi Decreti del 3 aprile 2006, n. 152 e del 14 aprile 2009, n. 56, 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 assegnano a queste praterie sommerse 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 l'articolata presenza delle tre fanerogame. La presenza di una cospicua frazione sabbiosa nei sedimenti, l'elevato idrodinamismo e la salinità prossima a quella marina rendono le aree di bocca adatte specialmente all'insediamento di *Cymodocea nodosa*, specie più esigente rispetto alle altre per quanto riguarda la granulometria e la tessitura dei sedimenti.

Dall'analisi dei dati del rilievo MELa2 (2002) emerge come questa specie sia, rispetto alla 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.

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

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 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 (tabelle 3.11-3.18);
- 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 2010 oggetto del presente monitoraggio, relativo ad una fase in cui gli interventi hanno raggiunto un 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 di interesse:

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

Le mappature realizzate dal 2003 al 2010 (Studio B.6.78 e Studi B.6.72 B/1-6) presentano un'elevata omogeneità per la modalità d'assunzione dei dati, essendo state eseguite con le medesime metodiche ed operatori, sia per quanto riguarda le fasi di campo, sia per l'elaborazione cartografica GIS. In questo Rapporto Finale 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 Rapporto Finale dello Studio B.6.72 B/1.

### 3.2.3 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido (2003-2010)

La mappatura realizzata nel 2010 (figure A.14 e 3.7; tabelle 3.11 e 3.12) ha registrato, tra praterie pure e miste, una copertura complessiva di 87,2 ha, valore in incremento sia rispetto agli ultimi due anni (2009: +9,1 ha; 2008: +6,6 ha), sia rispetto allo studio *ante operam* (2003: +12,5).

Un'analisi complessiva delle praterie, che include quindi sia quelle pure che quelle miste, evidenzia rispetto al 2003 un incremento di quelle a *C. nodosa* (+11,6 ha) e una regressione di quelle a *Z. marina* (-18,8 ha) e a *N. noltii* (-8,7 ha).

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

Il trend degli ultimi anni (2008-2010) indica una sostanziale stabilità nelle estensioni delle praterie per *Z. marina* e *N. noltii* che variano positivamente o negativamente di 1-2 ha e un incremento per quelle a *C. nodosa* che, in particolare tra il 2009 e il 2010, aumentano di 10,6 ha.

Come segnalato nei precedenti Rapporti Finali, le perdite di praterie di *Z. marina* e di *N. noltii* rispetto allo stato *ante operam* del 2003 erano acquisite a partire già dalla prima mappatura del 2005, quando i lavori alla bocca erano da poco avviati. Nell'analisi dei sei anni di monitoraggio (2005-2010) risulta che tra praterie pure e miste, le tre rizofite mantengono i loro areali, con incrementi lievi per *Z. marina* e *N. noltii* e più evidenti per *C. nodosa*.

La tipologia delle **coperture pure** complessive delle tre rizofite è progressivamente aumentata da 39,4 ha nel 2003 sino a 66,0 ha nel 2010. In merito alle singole specie si registra un costante incremento delle praterie pure a *Cymodocea nodosa* variate da 32,2 ha del periodo *ante operam* a 53,1 ha nel 2010.

La rizofita *Zostera marina*, quasi del tutto assente sin dal rilievo del 2003, ha fatto registrare un incremento positivo in quest'ultimo monitoraggio. Si tratta di una presenza ancora poco rappresentativa per estensione e grado di copertura dei fondali ma interessante perché rilevata nell'area posta a nord-ovest della nuova isola in realizzazione, oggetto da alcuni anni di attenzione per le variate dinamiche idrodinamiche e deposizione/erosione dei sedimenti.

*Nanozostera noltii* evidenzia invece un significativo incremento delle praterie pure che negli anni si sono progressivamente espanse, variando da 7,2 ha del 2003 a 16,2-12,8 ha degli ultimi tre anni.

Le **coperture miste** si sono progressivamente rarefatte passando da 35,3 ha del 2003 sino agli attuali 21,0 ha del 2010; il trend generale indica un costante arretramento di questa tipologia di praterie a favore di quelle pure a *Nanozostera noltii* e soprattutto a *Cymodocea nodosa*. Come nei precedenti monitoraggi, si conferma la tendenza che indica per le sole praterie miste *C. nodosa-N. noltii* la capacità di mantenere estensioni significative, mentre tutte le altre combinazioni di praterie miste si sono progressivamente trasformate in pure di una sola specie.

La sostanziale stabilità o l'incremento delle praterie di *C. nodosa* in questa bocca di porto deriva da una serie di fattori che possono essere riassunti in:

- maggiore capacità di contrastare e superare situazioni avverse (es. meteo marine), spesso avvantaggiandosene rispetto alle altre specie;
- presenza di sedimenti francamente sabbiosi più favorevoli a questa specie di quanto non lo siano per le altre due fanerogame;
- salinità medio elevata e ottimo ricambio idrico;
- maggiore approfondimento dell'apparato radicale ed efficienza nelle strategie riproduttive e diffusive che si avvalgono sia di processi gamici, sia vegetativi.

L'incremento degli areali a *Cymodocea* che trova conferma nei vari monitoraggi delle fanerogame a scala lagunare svolti tra il 1990 e il 2009 [Caniglia *et al.*, 1990; MAG. ACQUE - SELC, 2005a, MAG. ACQUE - SELC, 2010]. Medesime considerazioni su scala lagunare si evincono anche dalla comunità zoobentonica che, nel confronto tra il 2002 e il 2006 rileva una maggiore penetrazione di specie marine nella laguna [MAG. ACQUE - CORILA - CNR-ISMAR, 2009].

Nelle figure 3.8 e 3.9 sono riassunte le principali variazioni avvenute rispetto al precedente monitoraggio (2009) e alla mappatura della fase *ante operam* del 2003.

Nel confronto a breve termine (2009-2010) risulta che l'area posta a nord-ovest della nuova isola in realizzazione presenta le maggiori dinamiche per le praterie a fanerogame. È in quest'area che si hanno i più significativi incrementi per le tre rizofite. *Cymodocea nodosa* registra aumenti degli areali già esistenti con espansioni dalla periferia, sia nelle praterie più estese e stabili nel tempo sia

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

nelle piccole aree di minore estensione o puntiformi. *Nanozostera noltii* presenta incrementi puntiformi in aree dove i battenti idrici sono minori e le emersioni frequenti. Inaspettata è stata la presenza di nuclei anche densi di *Zostera marina*, fanerogama presente nell'area negli anni 90 e quasi mai più segnalata negli anni successivi.

Sono apparse stabili le praterie a *Cymodocea nodosa* poste ai margini dell'aeroporto Nicelli e quelle miste e pure presso l'Isola della Certosa; arretramenti di *Nanozostera noltii* si rilevano invece nei fondali ad est del Forte di S. Andrea e ai margini del Canale dei Marani e della Bissa, quest'ultimo in seguito ad un intervento che prevede la realizzazione di nuove barene.

Nel confronto con la fase *ante operam* (2003-2010), i principali incrementi e perdite di praterie a fanerogame si registrano nel bassofondo del "Bacan". Le perdite riguardano principalmente la fanerogama *Nanozostera noltii* in fregio ai bassi fondali che presentano limitata batimetria. Le perdite di areali per *Cymodocea nodosa* riguardano parziali aree perimetrali della prateria posta a nord-ovest della nuova isola in realizzazione, oggetto peraltro di uno specifico controllo nell'ambito del presente monitoraggio. È però a nord-ovest della nuova isola in realizzazione che si rilevano le dinamiche espansive più interessanti che riguardano in primis *Cymodocea nodosa* e secondariamente *Nanozostera noltii*. Positive appaiono le segnalazioni del 2010 dei nuclei a *Zostera marina* in aree a battente medio-alto (1-2 m). Variazioni limitate con arretramenti ed incrementi delle estensioni si rilevano nelle aree del forte di S. Andrea e dell'Isola della Certosa. In queste due aree le variazioni osservate sono collegate al fatto che le praterie siano anche di tipologia mista, dove le dinamiche delle rizofite risultano più accentuate per aspetti di competizione. L'evidente perdita di praterie lungo il molo sud della bocca non è da ricondurre a dinamiche naturali, ma ad un impatto diretto delle opere in realizzazione sulle praterie sommerse che hanno portato alla modifica del tratto a mare, a nord della piarda, della diga in oggetto.

Nella valutazione di possibili impatti da parte delle opere in realizzazione sono state analizzate le variazioni delle praterie negli anni tenendo conto anche del 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.

Tenuto conto che la maggior parte degli interventi in aree di fanerogame si sono conclusi da 1-2 anni, i dati rilevati nel 2010 confermano il trend degli ultimi anni, ovvero:

- 1) la totale assenza di praterie nelle aree di competenza delle opere (0,8 ha nel 2003), perdute già nei primi anni di realizzazione delle opere;
- 2) la sostanziale stabilità delle praterie nelle aree date in consegna che, come nel precedente monitoraggio, sono stimabili in 0,6-0,7 ha rispetto ai 4,8 ha presenti prima degli interventi alle bocche.

La riduzione delle superfici a fanerogame, per le aree interessate dalle opere e per quelle in consegna, riguardano esclusivamente le praterie a *C. nodosa* giacenti su fondali profondi di 3-4 m e situate a ridosso del molo foraneo sud oggetto di interventi (tabella 3.12).

Le praterie teoricamente più esposte ai possibili impatti sono situate sul bassofondo del Bacan in aree esterne alle "opere" e in "consegna". La prima, situata a nord-ovest della nuova isola in costruzione (e oggetto di apposite verifiche), e la seconda, situata lungo la diga sud del molo di Lido, non hanno evidenziato variazioni di estensione rispetto al 2007, al 2008 e al 2009. Le due praterie sono quindi oggetto anche nel presente rapporto di una disamina più particolareggiata in

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

merito alle variazioni in corso (paragrafo 3.3).

Si ribadisce come sia di particolare interesse la presenza, a nord-ovest della nuova isola in realizzazione, di significativi nuclei di popolamenti a *Zostera marina* su fondali profondi circa 2 m che, dal primo monitoraggio del 2003 sino a quello del 2009, erano privi di vegetazione.

Tabella 3.11 - Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Lido relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I), delle mappature (primavera-estate) del 2008, del 2009 e del 2010 per popolamenti puri o misti e per specie.

<b>Tipologia dei popolamenti</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2008 (ha)</b>	<b>2009 (ha)</b>	<b>2010 (ha)</b>
<b>Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i></b>	32,2	45,9	46,7	53,1
<b>Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i></b>	0,0	0,0	0,1	0,1
<b>Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i></b>	7,2	16,2	14,5	12,8
<b>Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i></b>	10,6	14,7	11,9	15,3
<b>Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i></b>	6,2	0,1	1,2	1,3
<b>Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i></b>	0,0	0,0	0,0	0,1
<b>Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i></b>	18,5	3,7	3,7	4,3
<b>Totali</b>	<b>74,7</b>	<b>80,6</b>	<b>78,1</b>	<b>87,2</b>

<b>Specie (popolamenti puri e misti)</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2008 (ha)</b>	<b>2009 (ha)</b>	<b>2010 (ha)</b>
<i>Cymodocea nodosa</i>	61,3	64,3	62,3	72,9
<i>Zostera marina</i>	24,8	3,8	5,0	5,9
<i>Nanozostera noltii</i>	42,5	34,7	31,4	33,8

Tabella 3.12 - Valori di copertura normalizzati dello studio *ante operam* e degli ultimi tre studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Lido (valori aggiornati agli shape di opere e aree in consegna dell'ottobre 2008).

<b>Specie (popolamenti puri e misti)</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2008 (ha)</b>	<b>2009 (ha)</b>	<b>2010 (ha)</b>
<b>Copertura fanerogame in area "opere"</b>	0,8	0,0	0,0	0,0
<b>Copertura fanerogame in area "consegna"</b>	4,8	0,7	0,7	0,6
<b>Copertura fanerogame esterne "opere e consegna"</b>	69,1	79,9	77,4	86,6
<b>Coperture totali</b>	<b>74,7</b>	<b>80,6</b>	<b>78,1</b>	<b>87,2</b>

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

**LIDO**

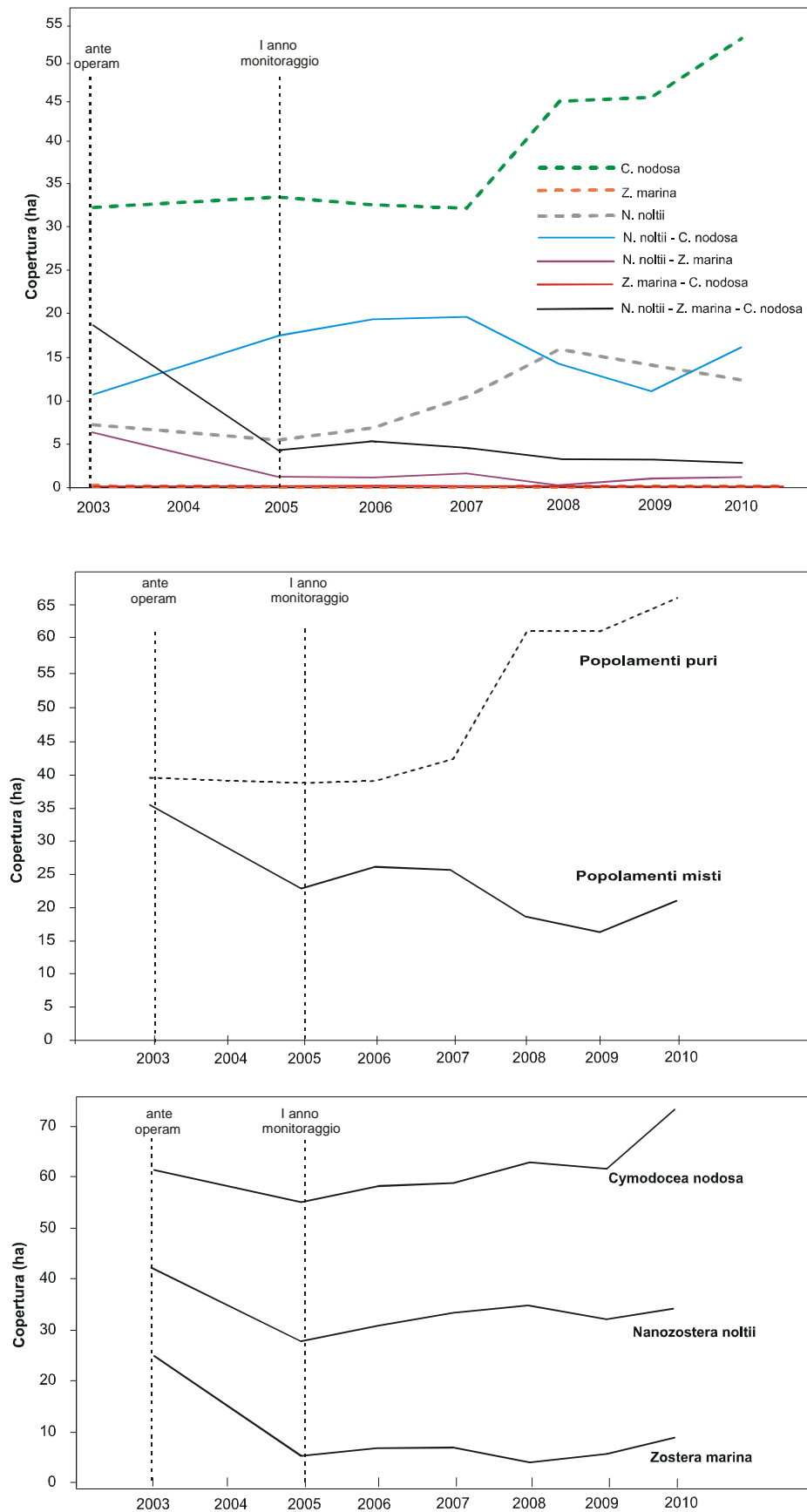


Figura 3.7 - Bocca di porto di Lido: variazioni delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2010 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004.

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



Figura 3.8 – Porto di Lido: variazioni delle coperture a fanerogame marine avvenute tra il 2009 e il 2010.



Figura 3.9 – Porto di Lido: variazioni delle coperture a fanerogame marine avvenute tra il 2003 e il 2010.

### 3.2.4 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Malamocco (2003-2010)

La mappatura realizzata nel 2010 (figure A.21 e 3.10; tabelle 3.13 e 3.14) ha rilevato, tra praterie pure e miste, una copertura complessiva di 638,5 ha, valore simile al 2009 (-0,5 ha) e al 2008 (-3,6 ha) ma in incremento rispetto al monitoraggio *ante operam* (+116,8 ha).

L'analisi per specie comprensiva di praterie pure e miste indica, rispetto alla mappatura *ante operam* (2003), una stabilità per le praterie a *Cymodocea nodosa* negli ultimi anni, con coperture che sono variate tra il 2008 e il 2010 da 527,8 ha a 513,3 ha; l'estensione di tali coperture è superiore a quelle rilevate nella mappatura *ante operam*, dove erano stati stimati areali a *C. nodosa* per 460,2 ha. Le altre due specie, *Zostera marina* e *Nanozostera noltii* per tipologie pure e miste, presentano invece areali in diminuzione sia rispetto alla fase *ante operam* (123,6 ha vs 207,3 ha per *Zostera marina*; 9,3 ha vs 108,3 ha per *Nanozostera noltii*) sia rispetto agli ultimi anni, ma il trend regressivo, comune ad ambedue le specie, è più evidente per *Nanozostera noltii* rispetto a *Zostera marina*.

Considerato che gli areali complessivi rilevati nel 2010 sono simili a quelli del 2009 e 2008 e analizzando l'estensione delle praterie per tipologie (**pure** e **miste**) si comprende come negli anni si sia verificata una progressiva riduzione delle praterie miste a favore di quelle pure, quasi esclusivamente a *Cymodocea nodosa*. Tenendo come riferimento lo studio *ante operam* del 2003, si rileva che, al 2010, le **praterie pure** sono aumentate di 257,7 ha, mentre quelle **miste** sono regredite di 159,9 ha. Come risulta dai dati in tabella 3.13, gli incrementi delle **coperture pure** sono quasi completamente riconducibili alla fanerogama *Cymodocea nodosa* che dal 2003 al 2010 ha segnato un incremento di 210,2 ha, a fronte dell'aumento di circa 65,5 ha per *Zostera marina* e dei valori stabili di *Nanozostera noltii*.

Per le **praterie miste** i dati dei vari anni indicano come le maggiori regressioni si siano avute per quelle a *Z. marina* - *C. nodosa* (- 59,9 ha tra il 2003 e il 2010) e per quelle a *N. noltii* - *Z. marina* - *C. nodosa* (-84,5 ha tra il 2003 e il 2010).

Sulle variazioni delle dinamiche delle praterie miste è opportuno precisare, come si rileva anche dalle mappe allegate, che a questa tipologia di praterie, per motivi tecnici/operativi, non può essere assegnato un grado di copertura per le singole specie. Un'analisi delle dinamiche interne di queste praterie non può essere quindi dettagliata, poiché non è immediata la differenziazione dei rapporti di abbondanza tra le varie specie. I rilievi del 2010, come pure quelli del 2002 (rilievi MELa2) e dei successivi monitoraggi B.6.72, indicano che le specie prevalenti nelle praterie miste sono *C. nodosa* o *Z. marina*, mentre è minoritaria la presenza di *N. noltii*.

La colonizzazione limitata di *N. noltii* in questa bocca di porto è legata alla morfologia generale dell'area, ad aspetti di competizione intraspecifica e ai range batimetrici di adattamento. Dal momento che sono prevalenti fondali con profondità superiori a 0,5 m sul l.m.m., le fanerogame *Cymodocea* e *Zostera* sono più competitive e *Nanozostera*, seppur presente, assume sempre un valore minoritario. Al contrario, nei piani intertidali *Nanozostera* diventa la specie prevalente, essendo la sola in grado di resistere ad emersioni prolungate. Nel caso siano presenti sedimenti francamente sabbiosi, però, come avviene nei bassi fondali di Santa Maria del Mare a ridosso del litorale, la specie può essere fortemente insediata anche da *C. nodosa*.

Nel complesso le perdite stimate per *Nanozostera* appaiono inferiori a quanto indicato dai dati reali, poiché sono in parte sovrastimate a livello cartografico nelle praterie miste.

L'analisi cartografica riportata nelle figure 3.11 e 3.12 evidenzia le principali variazioni avvenute rispetto al precedente monitoraggio (2009) e alla mappatura della fase *ante operam* del 2003.

Nel confronto a breve termine (2009-2010) si nota la presenza di una estesa copertura a *Zostera marina* a nord dell'ottagono di Alberoni stimabile in circa 49,1 ha non normalizzati che, per il limitato grado di copertura che la caratterizza (classe 1), rappresenta una copertura normalizzata di 2,5 ha. Nella mappatura del 2009 tale area si caratterizzava per una presenza trascurabile di



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

fanerogame, a cui era associata una parziale presenza di macroalghe del genere *Ulva*. I rilievi del 2010 hanno invece evidenziato una significativa estensione della prateria anche se caratterizzata da un grado di copertura non elevato e a cui è ancora associata la presenza macroalgale del genere *Ulva*. Nelle altre aree della bocca di porto non si rilevano incrementi o regressioni di rimarchevoli estensioni delle praterie a fanerogame.

Sono più evidenti invece le differenze rispetto alla mappatura del 2003. Oltre alla nuova area a *Zostera marina* rilevata nel 2010 a nord dell'Ottagono di Alberoni, sono evidenti anche altre aree che hanno subito incrementi o regressioni degli areali. Un fattore che accumuna queste variazioni è la specie coinvolta che, soprattutto per estensione degli areali, è in prevalenza *Zostera marina*. Questa specie si è insediata soprattutto sui fondali con batimetrie più elevate (superiori al metro) e sui substrati prevalentemente fangosi, dove la frazione sabbiosa è minoritaria. Al contrario, *Cymodocea nodosa* si è insediata sui fondali a profondità minore e su sedimenti francamente sabbiosi.

Le perdite di superfici popolate da fanerogame appaiono nel complesso diffuse e non localizzate in aree specifiche. Sono però evidenti quelle relative allo scavo per l'interconnessione tra i sistemi acquedottistici di Venezia e Chioggia, che ha coinvolto a nord del Canale di Malamocco *Zostera marina* e a sud *Cymodocea nodosa*; riduzioni si segnalano anche tra i moli foranei in seguito alla realizzazione delle opere del MOSE. Non si segnalano arretramenti dei margini per le praterie poste nelle aree più esposte per vicinanza ai lavori alle bocche e ai possibili impatti dovuti alla torbidità o variazioni idrodinamiche.

La disamina delle praterie a fanerogame per le aree sottoposte a diverso impatto (aree con "opere", aree in "consegna ai cantieri" e aree di basso fondale non direttamente coinvolte dalle attività) nel 2010 non denota perdite di copertura rispetto al 2009. Nelle aree oggetto di lavori o attività ad esse collegate, dell'estesa prateria presente nel 2003 a ridosso del molo sud, su quote di 3-4 m, permangono nell'area di competenza delle opere circa 0,1 ha e nell'area in "consegna" ai cantieri circa 0,2 ha (tabella 3.14). Perdite di praterie si sono avute negli anni anche lungo la diga nord dove attualmente permangono alcuni spot nei pressi della piarda. Le perdite osservate nelle dighe nord e sud hanno riguardato praterie a *Cymodocea nodosa* situate su fondali di 2-3 m di profondità.

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

Tabella 3.13 - Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Malamocco relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I) del 2003 e delle mappature (primavera-estate) del 2008, 2009 e del 2010, per popolamenti puri o misti e per specie.

<b>Tipologia dei popolamenti</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2008 (ha)</b>	<b>2009 (ha)</b>	<b>2010 (ha)</b>
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	302,7	475,6	497,3	512,9
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	49,0	101,6	111,5	114,5
Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i>	0,5	6,4	4,6	1,5
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i>	11,2	24,9	8,8	0,5
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i>	12,0	6,3	6,2	7,2
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	61,7	0,0	9,5	1,8
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	84,6	27,3	1,1	0,1
<b>Totali</b>	<b>521,7</b>	<b>642,1</b>	<b>639,0</b>	<b>638,5</b>

<b>Specie (popolamenti puri e misti)</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2008 (ha)</b>	<b>2009 (ha)</b>	<b>2010 (ha)</b>
<i>Cymodocea nodosa</i>	460,2	527,8	516,8	515,3
<i>Zostera marina</i>	207,3	135,2	128,3	123,6
<i>Nanozostera noltii</i>	108,3	64,9	20,7	9,3

Tabella 3.14 - Valori di copertura normalizzati dello studio *ante operam* e degli ultimi tre studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Malamocco (valori aggiornati agli shape di opere e aree in consegna del ottobre 2008).

<b>Specie (popolamenti puri e misti)</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2008 (ha)</b>	<b>2009 (ha)</b>	<b>2010 (ha)</b>
Copertura fanerogame in area "opere"	2,4	0,1	0,1	0,1
Copertura fanerogame in area "consegna"	0,6	0,3	0,3	0,2
Copertura fanerogame esterne "opere e consegna"	518,7	641,7	638,6	638,2
<b>Coperture totali</b>	<b>521,7</b>	<b>642,1</b>	<b>639,0</b>	<b>638,5</b>

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

## MALAMOCCO

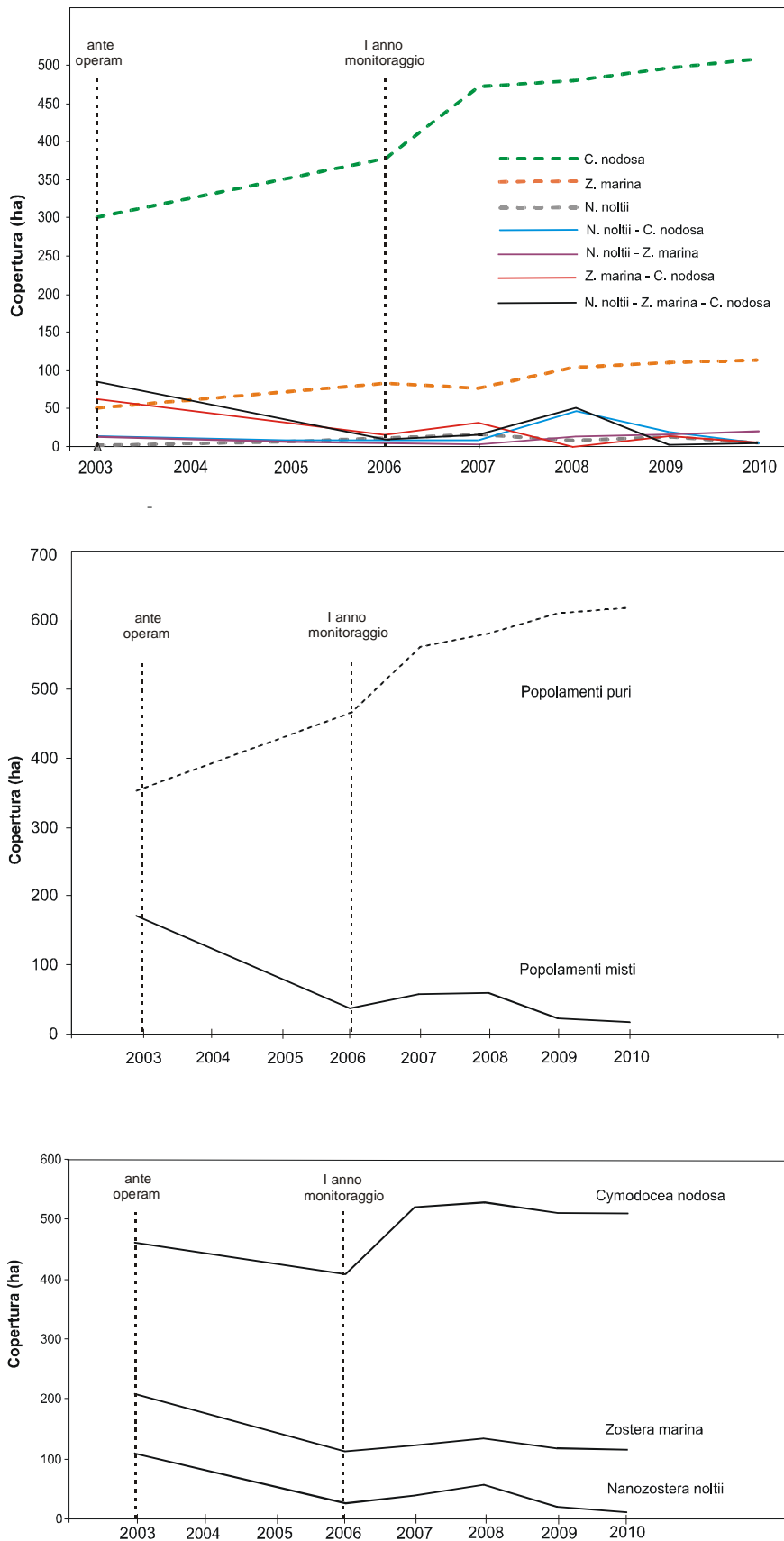


Figura 3.10 – Bocca di porto di Malamocco: variazioni delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2010 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004 e nel 2005 per questa bocca di porto.

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

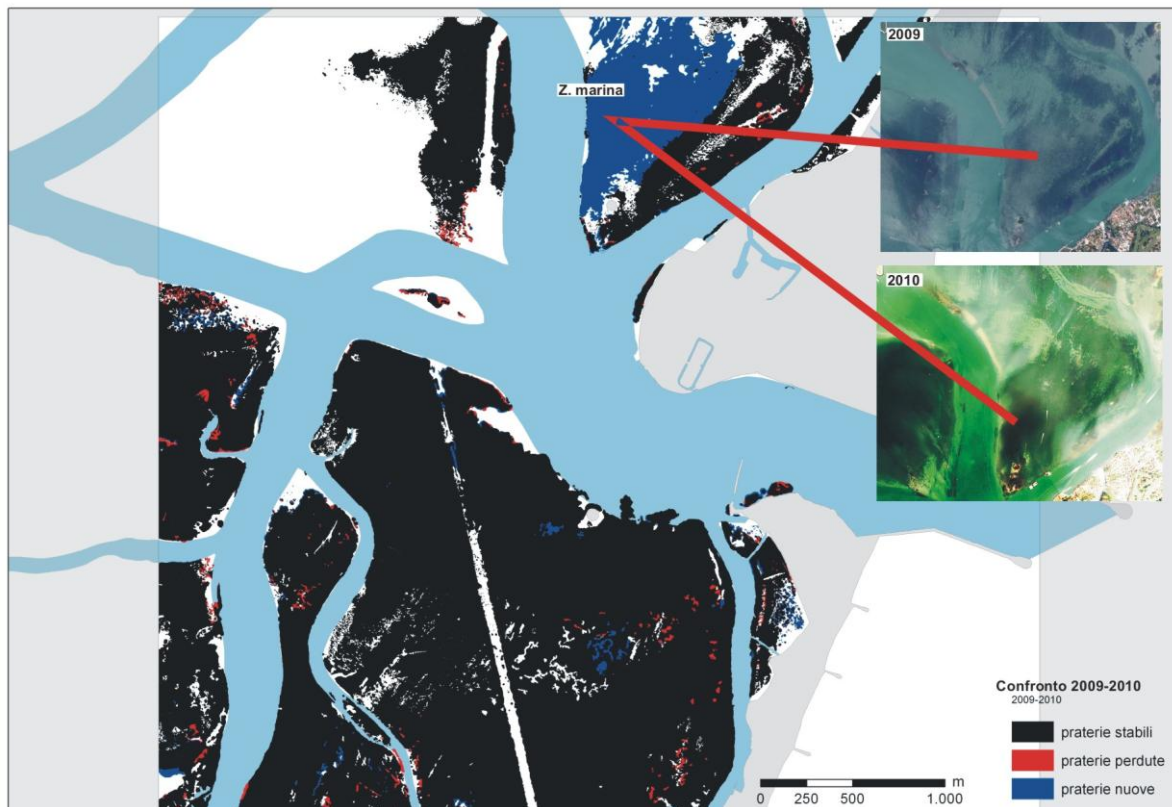


Figura 3.11 – Porto di Malamocco: variazioni delle coperture a fanerogame marine avvenute tra il 2009 e il 2010.

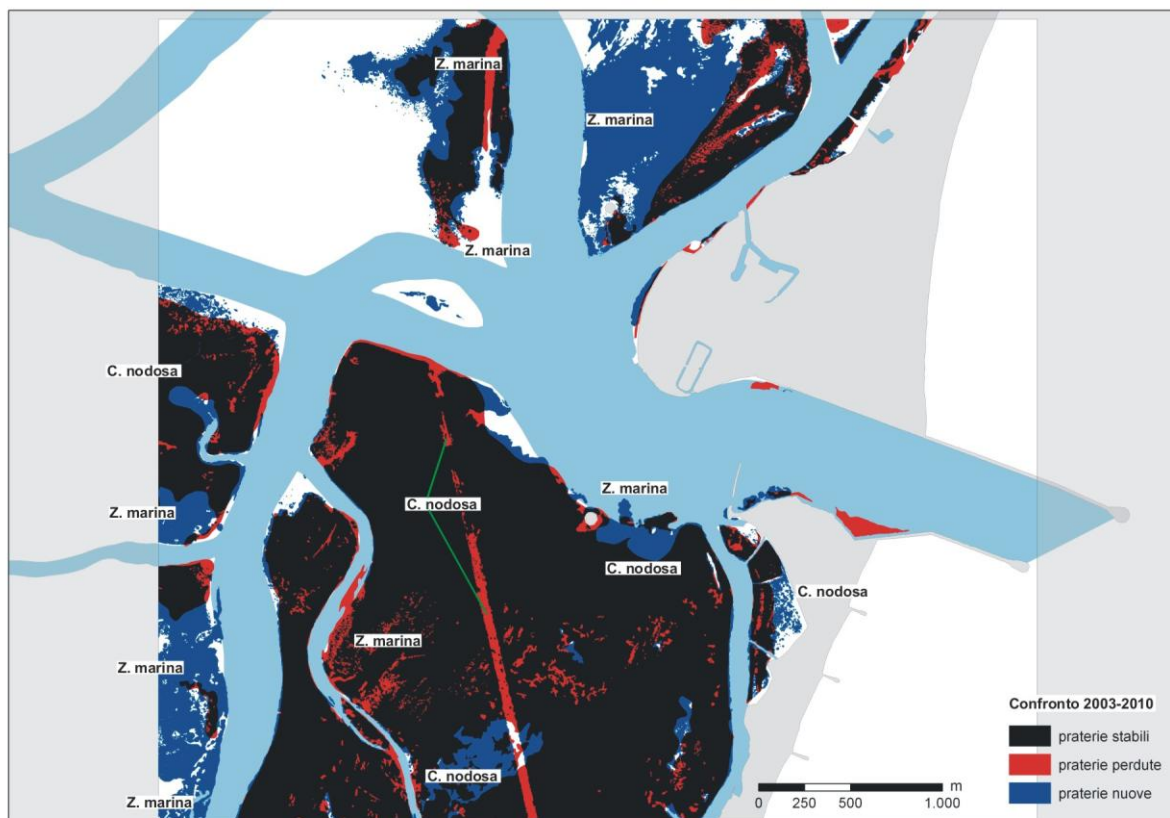


Figura 3.12 – Porto di Malamocco: variazioni delle coperture a fanerogame marine avvenute tra il 2003 e il 2010.

### 3.2.5 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Chioggia (2003-2010)

La mappatura realizzata nel 2010 (figure A.27 e 3.13; tabelle 3.17 e 3.18) ha rilevato una copertura complessiva di 252,9 ha tra praterie pure e miste, corrispondente ad una riduzione di circa 61,7 ha rispetto al 2003 e di 6,3 ha rispetto al precedente monitoraggio del 2009.

Rispetto alla mappatura di riferimento del 2003 negli anni del monitoraggio è stata osservata una graduale riduzione delle superfici con carattere diffuso a tutta la bocca di porto, che interessa sia le tipologie pure che miste e tutte le specie presenti: *Cymodocea nodosa* ha subito una riduzione di 78,5 ha, *Zostera marina* 91,1 ha e *Nanozostera noltii* 55,1 ha.

Una valutazione sulla riduzione delle aree rispetto alla mappatura del 2003 permette di rilevare come la maggior parte sia stata registrata già nel primo monitoraggio del 2006, con perdite stimabili per *Cymodocea* in -24% (rispetto all'attuale -33,9%), per *Zostera marina* in -27% (rispetto all'attuale -46%) e per *Nanozostera* in -86% (rispetto all'attuale -81%).

In riferimento alla tipologia dei popolamenti, tra i rilievi del 2003 e quelli del 2010 si rileva un evidente incremento dei **popolamenti puri** (+97,5 ha) che sembra essersi abbastanza stabilizzato negli ultimi 2-3 anni; per i **popolamenti misti** si è avuta, invece, una perdita di 159,2 ha e nella bocca di porto sono rimasti così solamente 5,9 ha di praterie a tipologia mista.

Le maggiori variazioni di estensione degli areali si sono verificate soprattutto tra il 2003 e il 2007; le modificazioni intercorse negli ultimi tre anni (2007-2010) evidenziano un incremento delle praterie pure (+13,1 ha) ascrivibili quasi esclusivamente a *Cymodocea nodosa* (+14,5 ha) e una regressione di quelle miste (-30,6 ha) soprattutto a carico delle praterie a *Z. marina-C. nodosa* (-27,8 ha).

In particolare, rispetto al 2009, sembra essersi stabilizzata la regressione delle praterie pure a *Z. marina*, mentre permane, anche se contenuta, quella delle praterie a *Zostera marina-Cymodocea nodosa*. È inoltre confermata una relativa stabilità delle praterie a *Nanozostera nolti* che, al contrario di quanto si registra nella bocca di Lido e di Malamocco, in questi ultimi sono apparse in incremento rispetto allo stato di riferimento del 2003 e stabili nell'ultimo anno. La presenza di praterie a *Nanozostera noltii* è in accordo con le caratteristiche morfologiche e batimetriche della bocca di Chioggia, che presenta molti fondali intertidali che rendono questa rizofita più competitiva, rispetto alle altre, nella colonizzazione dei substrati.

Nella valutazione di questa bocca di porto non si può non tener conto di come si caratterizzi per l'elevata frequenza di attività antropiche che, in modo diretto o indiretto, influiscono sulle praterie a fanerogame marine.

L'analisi cartografica delle mappature condotte dal 2003 al 2010 (fig. 3.14 e 3.15) evidenzia come le maggiori perdite di copertura o variazioni delle tipologie delle praterie siano avvenute nelle aree di concessione degli allevamenti del *Ruditapes* o in aree vicine ad esse (fig. 3.16).

L'analisi riportata nelle figure 3.14 e 3.15 evidenzia le principali variazioni avvenute rispetto al precedente monitoraggio (2009) e alla mappatura della fase *ante operam* del 2003.

Nel confronto tra le mappature del 2009 e del 2010, le riduzioni delle aree appaiono diffuse e frammentate e si collocano in prevalenza in zone intermedie o interne della bocca porto. Rispetto ai precedenti anni non sono evidenti marcati arretramenti di praterie, riconducibili alle pratiche di allevamento del *Ruditapes*; una certa rilevanza ha però la perdita di copertura di circa 1 ha che interessa la confluenza del Canale Perognola e del Canale Poco Pesce. Nell'estesa area centrale circondata da canali e posta ad est della bocca, si rilevano perdite di copertura nella parte sommitale, dove le quote batimetriche sono molto limitate e il continuo passaggio di imbarcazioni può contribuire alla creazione di aree avegetate. All'interno delle aree in concessione si notano, qua e là, nuove patch vegetazionali in zone parzialmente dismesse o al confine tra subaree dedicate alla coltivazione.

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

Nel confronto con le cartografie delle fanerogame marine del 2003 e del 2010 sono evidenti le differenze tra i due periodi. La progressiva espansione delle pratiche di allevamento del *Ruditapes* nelle aree di concessione di anno in anno ha sottratto areali alle praterie a fanerogame marine *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina*. Sono invece limitate le aree dove si è verificata la ricolonizzazione dei substrati anche perché sono quasi nulle le aree quelle dismesse.

Questo settore della bocca di porto, pur essendo complessivamente meno adatto all'allevamento del *Ruditapes*, a causa della minore frazione sabbiosa che caratterizza i sedimenti, è ugualmente interessato da attività antropiche, quali ad esempio le pratiche della pesca con reti.

Un'evidente perdita di coperture a *Cymodocea nodosa* su fondali di 3-4 m è ascrivibile alle opere in realizzazione alla bocca lungo la conterminazione lagunare di Ca' Roman.

L'analisi delle praterie, in relazione 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, la mappatura del 2010 rileva una perdita complessiva di circa 4,3 ha nell'area di riferimento delle opere.

Nell'area in consegna ai cantieri l'arretramento delle praterie rispetto al 2003 appare stabile e a nord della piarda permangono ancora frammenti in buono stato della prateria originaria, stimabili in circa 1,2 ha.

Per ambedue le tipologie di aree soggette a pressioni, le variazioni riguardano 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 in pietra o accessorie ai lavori (piarda con relativo scavo adiacente) (tabella 3.18).

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

Tabella 3.17 - 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, del 2008 e del 2009, per popolamenti puri o misti e per specie.

<b>Tipologia dei popolamenti</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2008 (ha)</b>	<b>2009 (ha)</b>	<b>2010 (ha)</b>
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	75,5	121,5	136,5	136,0
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	73,5	104,5	100,7	101,0
Popolamenti puri a <i>Nanozostera noltii</i>	0,5	7,9	10,7	10,0
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>C. nodosa</i>	40,7	3,4	0,7	0,0
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i>	22,1	0,0	2,5	1,8
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	97,8	30,9	7,1	3,1
Popolamenti misti a <i>N. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	4,5	2,3	1,0	1,0
<b>Totali</b>	<b>314,6</b>	<b>270,5</b>	<b>259,2</b>	<b>252,9</b>

<b>Specie (popolamenti puri e misti)</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2008 (ha)</b>	<b>2009 (ha)</b>	<b>2010 (ha)</b>
<i>Cymodocea nodosa</i>	218,6	158,1	145,2	140,1
<i>Zostera marina</i>	198,0	137,7	111,1	106,9
<i>Nanozostera noltii</i>	67,9	13,6	14,9	12,9

Tabella 3.18 - Valori di copertura normalizzati dello studio *ante operam* e dei tre ultimi studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Chioggia (valori aggiornati agli shape di opere e aree in consegna del ottobre 2008).

<b>Specie (popolamenti puri e misti)</b>	<b>2003 (ha)</b>	<b>2008 (ha)</b>	<b>2009 (ha)</b>	<b>2010 (ha)</b>
Copertura fanerogame in area "opere"	4,4	0,1	0,1	0,1
Copertura fanerogame in area "consegna"	2,8	1,0	1,2	1,2
Copertura fanerogame esterne "opere e consegna"	307,6	269,4	257,7	251,6
<b>Coperture totali</b>	<b>314,8</b>	<b>270,5</b>	<b>259,0</b>	<b>252,9</b>

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

## CHIOGGIA

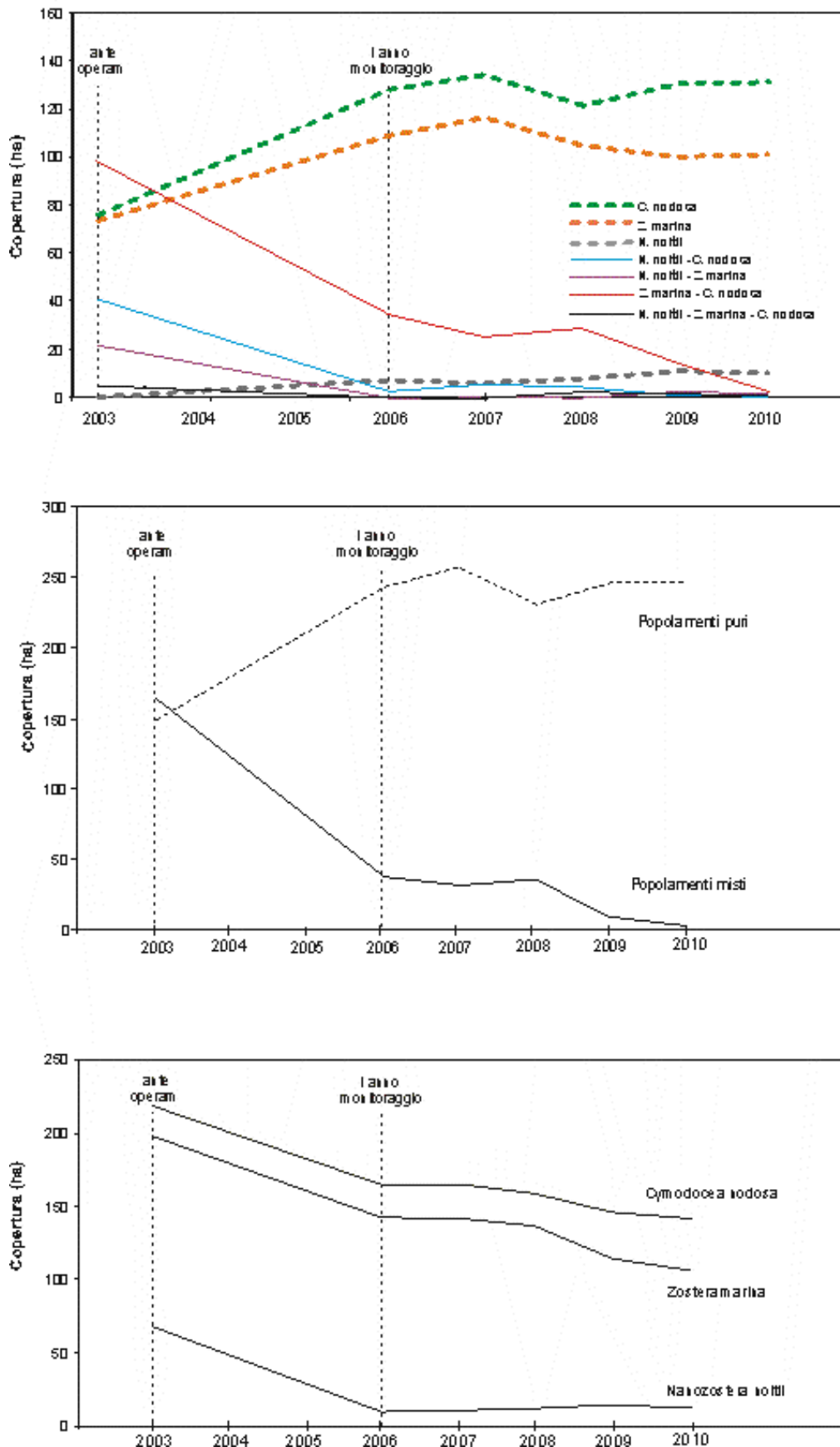


Figura 3.13 – Bocca di porto di Chioggia: variazione delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2010 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004 e nel 2005 per questa bocca di porto.



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

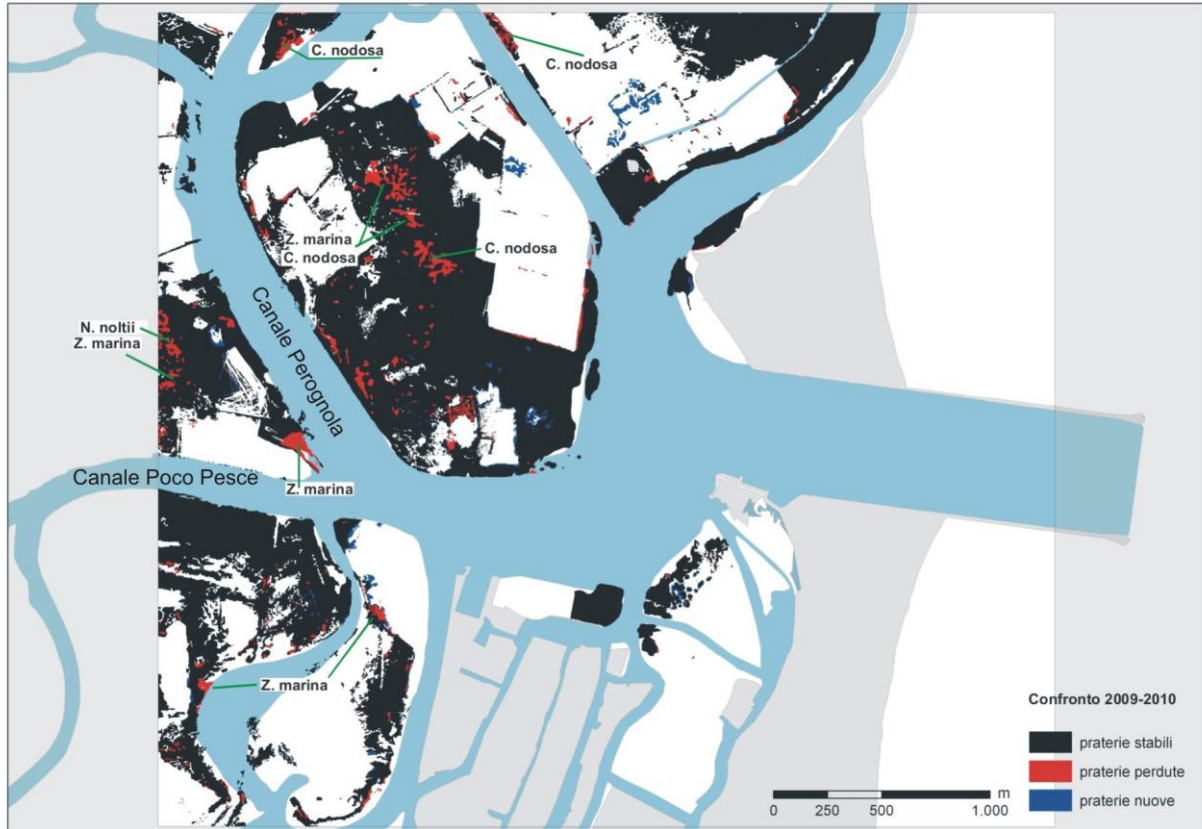


Figura 3.14 - Porto di Chioggia: variazioni delle coperture a fanerogame marine avvenute tra il 2009 e il 2010.

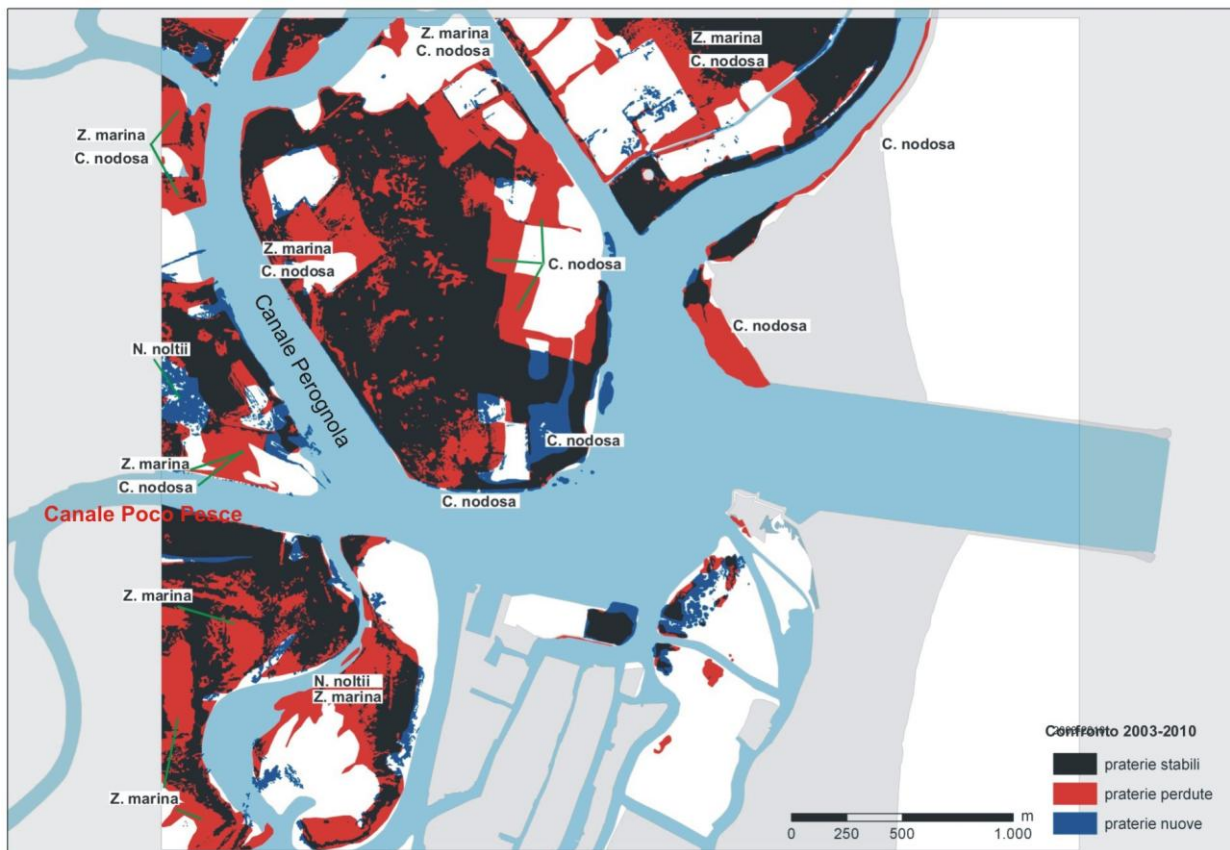


Figura 3.15 - Porto di Chioggia: variazioni delle coperture a fanerogame marine avvenute tra il 2003 e il 2010.

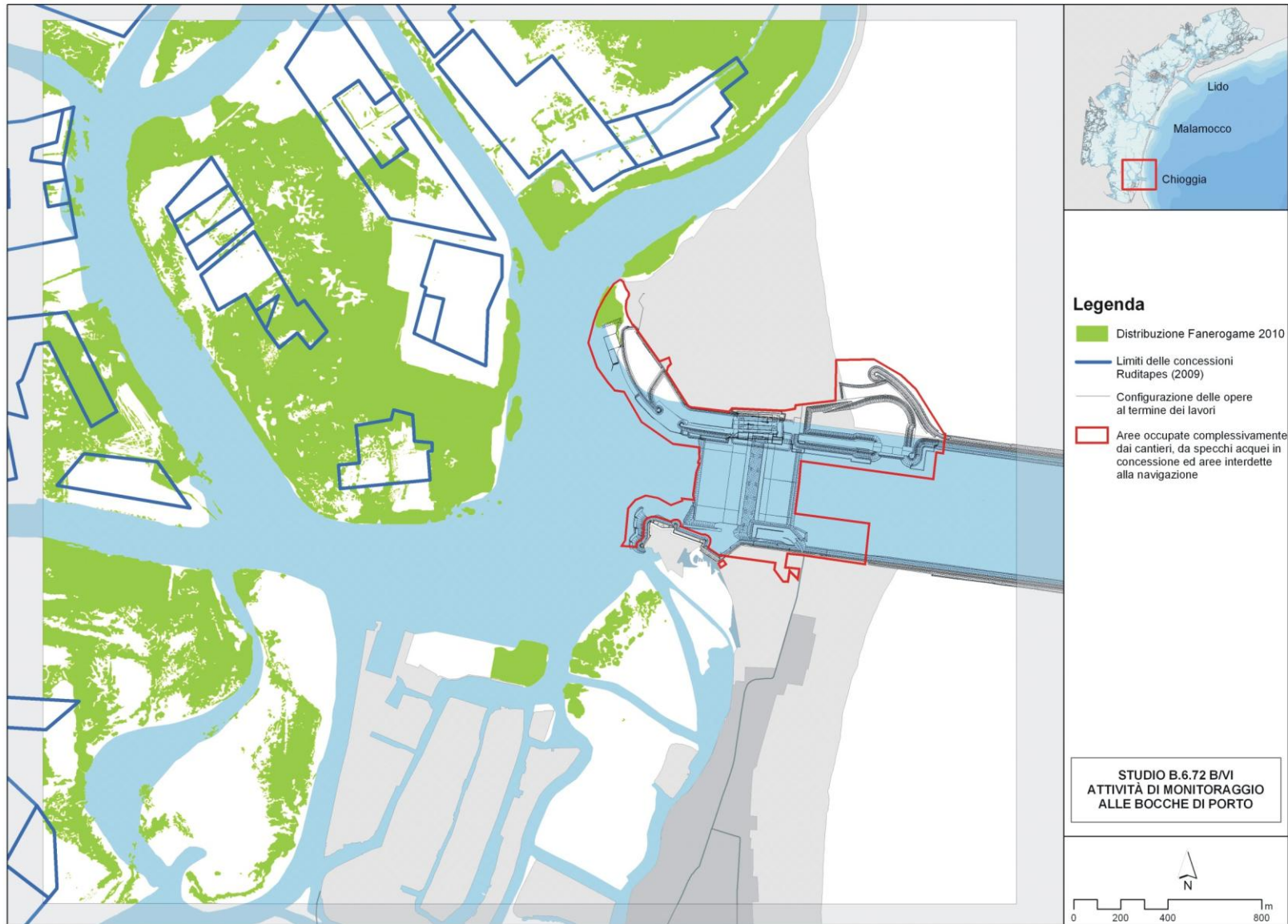


Figura 3.16 - Perimetro delle aree di concessione per la coltivazione del *Ruditapes* e distribuzione delle fanerogame marine relativamente al 2010.

### 3.2.6 Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici

In numerosi lavori relativi alle fanerogame marine si segnala come tra i principali fattori che controllano la loro crescita vi siano la temperatura e la luminosità [Zharova *et al.*, 2001, 2008; Marbà *et al.*, 1996; Buia e Mazzella, 1991; Rasmussen, 1973]. Per le specie presenti nella laguna di Venezia esistono dati in merito soprattutto alla temperatura dell'acqua per *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina* che, nelle aree di bocca oggetto del monitoraggio, costituiscono le praterie maggiori per estensione.

Lavori specifici per la laguna di Venezia che si basano su modelli matematici [Zharova *et al.*, 2001, 2008] indicano come il maggiore fattore fisico che controlla lo sviluppo di queste due rizofite (*Cymodocea* specie tropicale e *Zostera* specie tipicamente mediterranea-atlantica) sia la temperatura e, solo secondariamente, la luminosità, che sembra intervenire prevalentemente sui cicli stagionali.

Il confronto con lavori riferiti all'ambiente marino [Terrados e Ros, 1992; Mazzella *et al.*, 1993; Pérez e Romero, 1994] indicano che le dinamiche di crescita delle fanerogame marine negli ambienti di transizione, ed in particolare nelle lagune del nord Adriatico, appaiono più accentuate che in mare. La causa di questo può essere ricercata nella maggiore disponibilità di nutrienti, nella minore profondità dei fondali e nei più accentuati effetti degli eventi meteo-climatici.

La morfologia delle aree di transizione e la minore inerzia del corpo idrico dovuta alla ridotta profondità rendono questi ambienti sia più soggetti alle variazioni di temperatura e della radiazioni solari, sia più esposti ad eventi meteo-marini (venti, correnti) che 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, variando, di conseguenza, anche l'epifitismo).

Oltre ai fattori di natura antropica, tra le principali cause della scomparsa repentina delle fanerogame marine sono ampiamente riportati a) gli **eventi meteo-marini** tipo "storm" che movimentano i sedimenti e determinano variazioni dei fondali e processi di sedimentazione e b) le **elevate temperature estive** che coinvolgono soprattutto le specie più sensibili, *Zostera marina* e *Nanozostera noltii* [van der Graaf *et al.*, 2009; Cardoso *et al.*, 2008; Dolch e Reise, 2009]. Quest'ultima ne può risentire in modo particolare in quanto colonizza anche i substrati che emergono durante le basse maree.

Tenendo conto di quanto detto, in questo paragrafo viene esaminato l'andamento annuale di tre fattori che possono incidere sulle dinamiche delle fanerogame marine: 1) la **temperatura dell'acqua**, poiché vivono immerse, 2) la **temperatura dell'aria**, perché in alcuni siti durante le basse maree si verificano, per talune specie, parziali e momentanee emersioni, 3) la **radiazione solare**, dal momento che queste piante acquatiche svolgono i processi fotosintetici.

I dati orari e giornalieri dal 2003 al 2010, rilevati dalla strumentazione disponibile di anno in anno per la radiazione solare (Ente Dati Marghera, Osservatorio Meteorologico Cavanis, ARPAV), per la temperatura acqua (sonda fissa CVN-SI posta nella bocca di porto di Lido, sonda Meda Rossa ISMAR-CORILA) e dell'aria (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 per confrontarne i trend (fig. 3.17).

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, considerando ultimi 30 anni, il 2002 è stato uno degli anni con maggiori precipitazioni e il 2003, anno dello studio *ante operam*, uno dei più caldi in assoluto [MAG. ACQUE - SELC, 2005d] non solo a livello locale ma anche a livello europeo, con effetti sulla distribuzione delle fanerogame marine segnalati in lavori del Mar Baltico, dell'Olanda e del Portogallo [Reusch *et al.*, 2005; Cardoso *et al.*, 2008, van der Graaf *et al.*, 2009].

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

In riferimento ai dati della laguna di Venezia, la **temperatura dell'aria** in quasi tutti i mesi del 2010 si pone in una posizione intermedia tra quelle rilevate negli ultimi 8 anni, avvicinandosi ai limiti inferiori in marzo e giugno e a quelli più elevati in novembre. Rispetto al 2003, periodo della fase *ante operam*, i valori della temperatura dell'aria risultano inferiori da maggio a settembre, con differenze di circa 4 °C in giugno e agosto; negli altri mesi il trend delle temperature rilevate nel 2010 risulta nella media degli anni presi in esame. È da rilevare, come riportato anche in alcune pubblicazioni relative alle fanerogame di altri siti europei (op.cit.), che le elevate temperature dell'aria, e indirettamente anche dell'acqua, registrate nel 2003 nei mesi estivi non si sono più verificate negli anni successivi. I valori registrati nel 2010 si pongono nella media degli ultimi anni indicando l'assenza di stress nei confronti delle specie più superficiali (*Zostera marina*) o che parzialmente o totalmente (*Nanozostera noltii*) emergono durante le basse maree.

Per la **temperatura dell'acqua**, riferita alla sonda posta a S. Nicolò, in alcuni periodi i valori sono risultati sostenuti e tendenzialmente superiori a quelli del 2003 e degli altri anni. Da gennaio ad aprile è risultata inferiore solamente a quella del 2007, con uno scarto minimo di -0,3 °C e massimo di -1,7 °C, mentre in luglio, ottobre e novembre è stata in assoluto la più elevata. Rispetto alla media dei precedenti anni, la temperatura è risultata superiore di 2,3 °C in luglio, di 1,1 °C in ottobre e di 1,9 °C in novembre. I valori rilevati, tendenzialmente sostenuti, non hanno però mai dato riscontro in campo di anomale condizioni sulle praterie o di eccessive proliferazioni algali nelle aree oggetto del monitoraggio.

I valori della **radiazione solare**, da gennaio a luglio 2010, sono risultati quasi sempre inferiori a quelli della fase *ante operam*, anche se nella media di quelli dei precedenti monitoraggi. In gennaio, febbraio e novembre si sono collocati tra quelli più bassi del periodo in riferimento 2003-2009; a maggio, invece, la radiazione solare è risultata la più bassa in assoluto. L'andamento di tale parametro, ad esclusione dei valori medi di aprile, non presenta quindi nel complesso situazioni anomale continue, soprattutto nei mesi dello sviluppo vegetativo delle tre fanerogame e i valori si allineano con quelli dei precedenti monitoraggi.

I dati dei parametri meteo-climatici relativi al 2010, ad eccezione di alcune situazioni esterne ai range attesi limitati nel tempo, non presentano nel complesso andamenti atti a giustificare anomale dinamiche delle praterie (densità, copertura, tipologie delle rizofite, ecc.), come pure quelle più strettamente fenologiche (dimensioni, LAI, ecc.) o delle dinamiche degli epifiti.



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

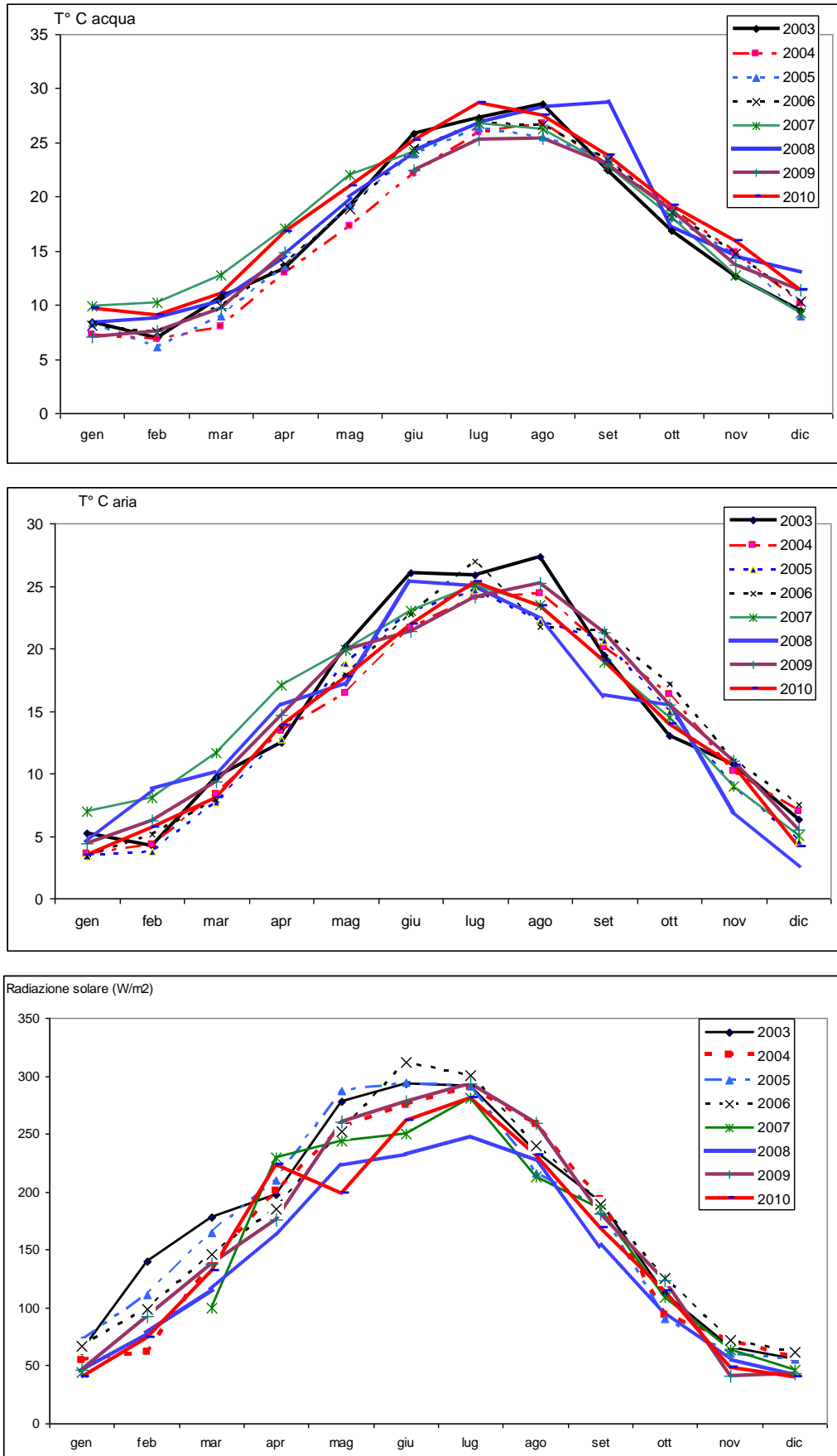


Figura 3.17 – Valori medi mensili di alcuni parametri meteo-climatici (temperatura acqua, temperatura aria e radiazione solare) per il periodo 2003-2010.

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

#### 3.3.1 Quadro generale del rilievo di dettaglio e obiettivi

Dal monitoraggio dello Studio B.6.72 B/4 del 2008 sono stati inseriti rilievi di dettaglio in praterie della bocca di porto di Lido potenzialmente esposte a possibili effetti degli interventi di cantiere per la realizzazione delle opere mobili e di altre opere accessorie. 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, 1949; Pignatti, 1953 e 1966; Simonetti, 1966 e 1973]. I primi dati certi dai quali si possono 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;
- b) alla modifica o lo scavo di nuovi canali che hanno variato l'assetto idrodinamico dell'area.

La collocazione specifica delle 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 che si incontra entrando all'interno della bocca, si hanno batimetrie che decrescono da circa + 0,3 m a -3/4 m, in cui le praterie a *Cymodocea nodosa* esplicano importanti ruoli di:

- difesa fisica dei fondali dai flussi mareali 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 di pregio con praterie a fanerogame di particolare interesse "funzionale" e "storico", in prossimità delle quali, oltre alle opere direttamente connesse alle dighe mobili, sono stati o sono in corso di realizzazione anche interventi localizzati di ripristino o della funzionalità di infrastrutture o di ripristino di canali già in parte esistenti (fig. 3.18).

Una prima area di particolare interesse è posta a nord-ovest dell'isola nuova realizzata per dare supporto alle due serie di paratoie mobili e nelle cui vicinanze sono stati eseguiti, tra il 2008 e il 2009, interventi di approfondimento e riprofilatura del canale di by-pass retrostante l'isola (fig. 3.19). Tale canale, adibito alla navigazione di piccole e medie imbarcazioni ma anche delle motonavi del servizio di linea, in alcuni tratti si sovrappone al margine di una prateria sommersa a *Cymodocea nodosa*, posta ad una quota di 1,5-3,5 m.

L'interesse per quest'area deriva dal fatto che la realizzazione dell'isola nuova ed 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. L'attenzione data a questa prateria è legata al fatto che il suo areale, stimabile in circa 60 ha da immagini fotografiche degli anni 50, risultava estendersi maggiormente verso la bocca di porto rispetto a quanto si rilevi dalle immagini fotografiche e di campo di metà anni 90. Si tratta quindi di una prateria che nel tempo ha subito una riduzione e frammentazione dell'estensione e per la quale è pertanto richiesta una particolare

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

sorveglianza, dal momento che le attuali modifiche possono indurre significative variazioni idrodinamiche e dei processi di sedimentazione/erosione.

Una seconda prateria di interesse per il ruolo che svolge nella bocca di porto è quella situata parallelamente alla diga sud di Lido (fig. 3.20). Tale prateria sino a 10-15 anni fa era costituita da *Cymodocea nodosa* con coperture pure o miste (con *Zostera marina*). Attualmente la prateria è costituita prevalentemente da *Cymodocea nodosa* e sono meno frequenti i tratti con *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 chiaramente al limite reale e all'estensione complessiva. I primi riscontri che ci permettono di definirne con certezza i limiti e l'estensione (13,0 ha) sono quelli del 2003, relativi alla mappatura dello studio *ante operam* alle tre bocche di porto (quando sono stati condotti rilievi anche in immersione con operatori dotati di attrezzatura ARA).

Negli anni successivi la parte della prateria che dal molo foraneo sud si estende verso il mare in direzione sud-est si è progressivamente ridotta, poiché coincidente in gran parte con le opere fisse o le infrastrutture accessorie (es. piarda del cantiere di S. Nicolò, scavo di canali per i mezzi che operano nell'area). Il tratto di prateria che però si estende dalla piarda verso l'interno della laguna, non essendo oggetto di opere ma solo del passaggio di imbarcazioni, è rimasto sostanzialmente stabile negli ultimi anni, con coperture di 9,2 ha.

La prateria svolge un importante ruolo di stabilizzazione dei fondali, soprattutto su quelli al margine del canale. In alcuni tratti, il margine della prateria è prossimo o coincidente con il cambio di pendenza del fondale. 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.

Dal 2008, un tratto di circa 400 m del margine del vecchio muro e della spalla della diga sud (dove al piede inizia la prateria) è stato oggetto di un intervento di riprofilatura e risanamento dall'attuale piarda del cantiere di S. Nicolò, sino ai dossi alberati in corrispondenza dell'insenatura posta a livello della meda luminosa. Oltre che a terra, gli interventi hanno interessato un'area della prateria a *Cymodocea nodosa* che dal piede della diga si estende verso il margine del canale, per una lunghezza di circa 400 m ed un'estensione di 20-30 m. Controlli specifici sulla prateria sono stati attivati ritenendo che, anche con gli interventi di mitigazione messi in atto durante i lavori, la prateria in oggetto potesse ugualmente risentire delle lavorazioni.

Incontri tecnici con la Direzione Lavori condotti nel 2009, prima dell'avvio dei lavori, hanno permesso la stesura di un documento di "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 avrà una larghezza di circa 12 metri e solo in parte interferirà con le coperture a fanerogame che comunque non colonizzano i primi tratti di fondale verso riva, costituiti dai soli massi e pietre.
- 2) Le lavorazioni 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. Gli effetti possibili di questa fase sono conseguenti al passaggio del pontone e all'eventuale torbidità indotta dalle operazioni di scavo. Le modalità di scavo prevedono l'utilizzo della benna a grappo che consente di limitare le perdite di sedimento. Tali perdite dovrebbero però essere circoscritte 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, rendendo quindi gli impatti trascurabili sulla prateria.

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

3) I mezzi, che procederanno lungo questo margine, accederanno attraverso appositi corridoi, possibilmente quelli già privi di fanerogame, in modo da evitare continui e casuali attraversamenti della prateria. Per quanto possibile saranno limitati lo scarico e lo stoccaggio temporaneo di sedimento sulle aree colonizzate.

In questo paragrafo si rende quindi conto dello stato delle due praterie anche attraverso un'analisi storica recente delle variazioni subite. Come nel 2009, nel corso del 2010 sono quindi stati eseguiti:

- rilievi di dettaglio in immersione con autorespiratore con assunzione di *markers*, 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 3.21 sono riportati i transetti lungo i quali sono state eseguite specifiche misure sulle praterie.

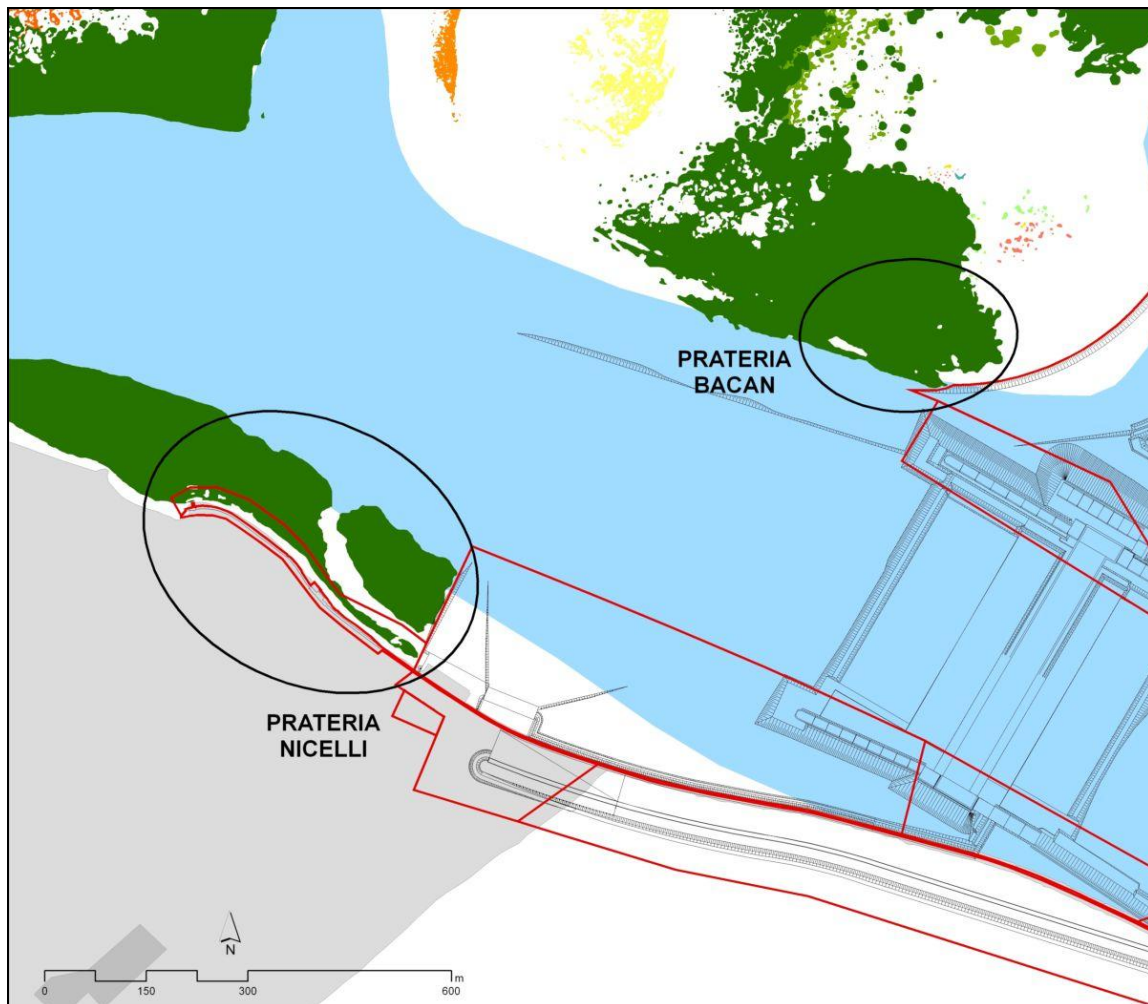


Figura 3.18 - Praterie della bocca di porto di Lido oggetto di un rilievo di dettaglio.



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



Figura 3.19 –Rilievi fotografici della prateria a *Cymodocea nodosa* situata nel bassofondo del Bacan.



Figura 3.20 –Rilievi fotografici della spalla della diga sud ai margini dell'aeroporto Nicelli.

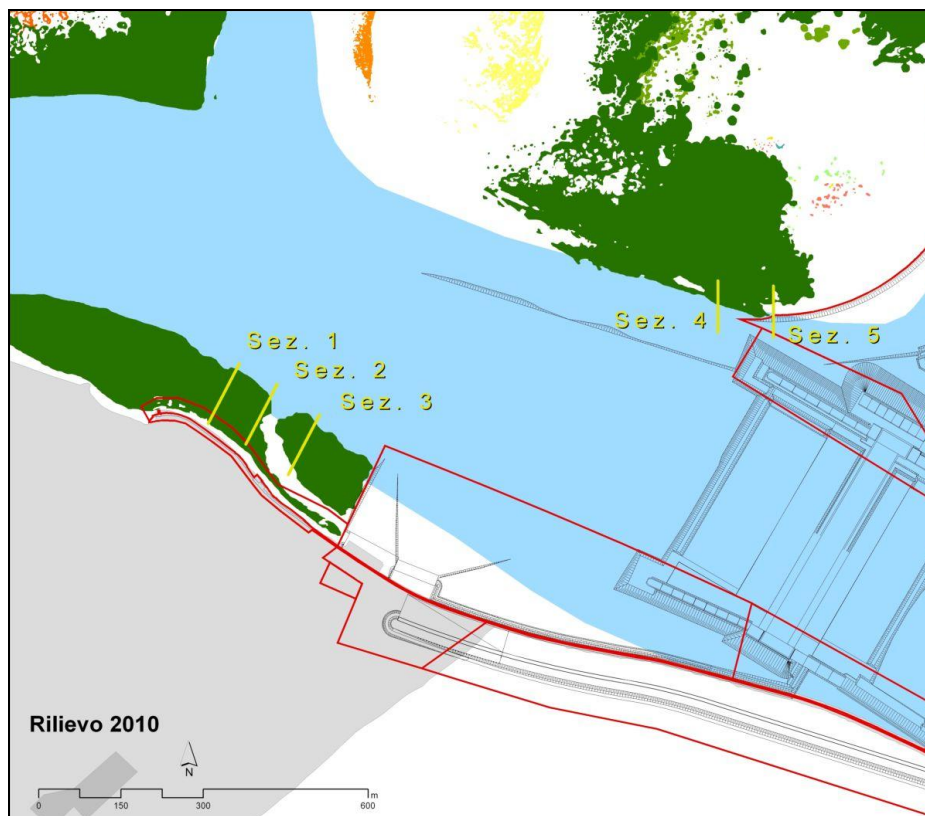


Figura 3.21 – Transetti lungo i quali sono stati eseguiti in immersione specifici controlli delle due praterie.

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

L'esame storico della prateria situata nella punta estrema del basso fondale del Bacan, basato su immagini fotografiche e specifiche mappature, ha evidenziato, a partire dagli anni 50, una regressione dell'estensione che sembrerebbe dovuta in gran parte a dinamismi naturali presenti nella bocca di porto, poiché non è nota l'esecuzione di interventi diretti sulla morfologia dell'area.

L'esame delle immagini fotografiche dagli anni 50 ad oggi ha rilevato una sensibile riduzione della prateria e un progressivo arretramento del margine rivolto verso la bocca di porto (fig. 3.22). Dagli anni 50 al 2003, anno del rilievo *ante operam*, la prateria in oggetto è variata circa da 60 ha a 16 ha.

Negli anni successivi le immagini fotografiche e i rilievi in campo eseguiti nei monitoraggi B.6.72 (B/1-6), pur non rilevando più mutamenti a livello di macro-scala, hanno evidenziato però dinamiche di medio-piccola scala nella prateria, sia nei settori più periferici verso i margini del canale, sia verso i bassofondi e nelle aree retrostanti la nuova isola in realizzazione.

Un raffronto tra gli anni 2003-2010, mirato a caratterizzare i dinamismi del margine della prateria esposto a possibili impatti delle opere in realizzazione indica un trend non uniforme. L'evoluzione del limite della prateria più esposto alle opere in realizzazione può essere schematizzato nelle tre differenti modalità dei tratti A, B e C, indicati nella figura 3.23:

- nel tratto A la prateria rimane relativamente stabile e negli ultimi anni non si evidenziano significative variazioni, sia in senso espansivo che regressivo; proseguendo verso est, in direzione della punta più estrema della prateria, le dinamiche sono più complesse; il margine della prateria presenta delle sinuosità e sono presenti processi colonizzativi negli spazi che nel 2009 erano stati ipotizzati in possibile espansione per la presenza di limitate coperture;

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

- il settore B, corrispondente al tratto di prateria che più si avvicina al canale e alle opere, si caratterizza, negli ultimi 2-3 anni, per una sostanziale tenuta del margine. Quest'ultimo resta però in regressione rispetto ai limiti del periodo 2003-2007;
- nel settore C il trend del margine varia da stabile a progressivo man mano che ci si allontana dalla zona più esposta al canale. Si registra una chiara espansione del margine in direzione est, soprattutto negli ultimi due anni.

La tendenza osservata negli ultimi anni circa un graduale espansione del margine est della prateria in oggetto è in accordo con quanto si osserva in tutta l'area del Bacan ad est della prateria che, dopo la realizzazione dell'isola, risulta parzialmente protetta dai flussi mareali. Come si rileva dalle mappe di sintesi in figura 3.24, appare evidente, sia nel confronto a breve termine (2009-2010) sia a medio termine (2003-2010), come l'area del bacan presenti, negli ultimi anni, dinamiche significative, che in prevalenza sono di espansione delle patch vegetazionali. Come segnalato, oltre ad un ampliamento del margine est della prateria oggetto di controllo, sono in espansione anche le numerose piccole patch vegetazionali a *Cymodocea nodosa*; si ricorda poi la presenza nel 2010 di ciuffi della specie *Zostera marina*, che da oltre un decennio risultava assente nell'area.

Come nel 2009, lungo il margine del canale dove la prateria è maggiormente esposta ai possibili impatti, sono stati percorsi in immersione alcuni tratti paralleli al margine e due transetti, che dal margine posto sul canale si addentrano perpendicolarmente alla prateria per un centinaio di metri (fig. 3.25).



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

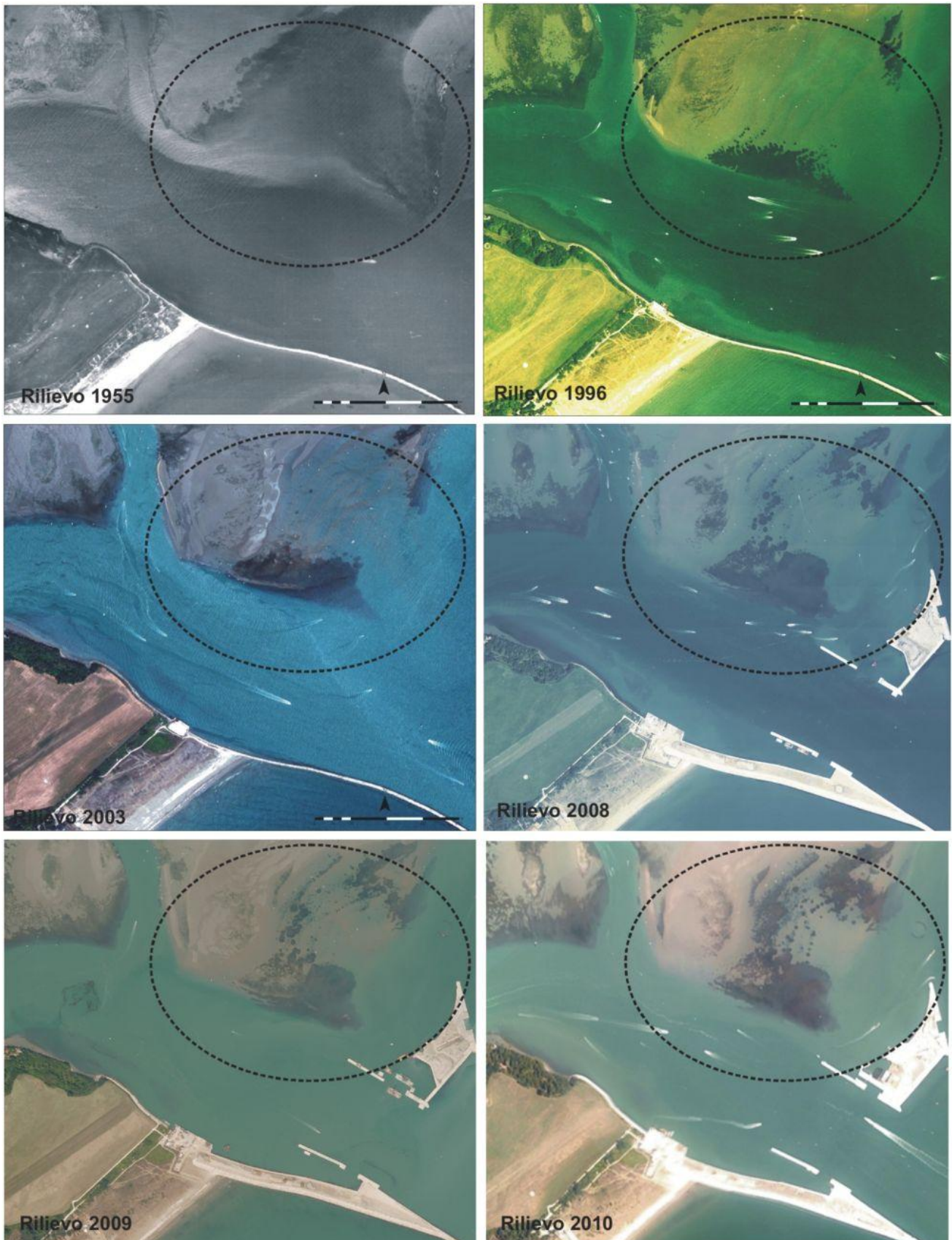


Figura 3.22 – Rilievo fotografico della prateria del Bacan tra il 1955 e 2010. La linea tratteggiata delimita l'area oggetto di indagine.

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

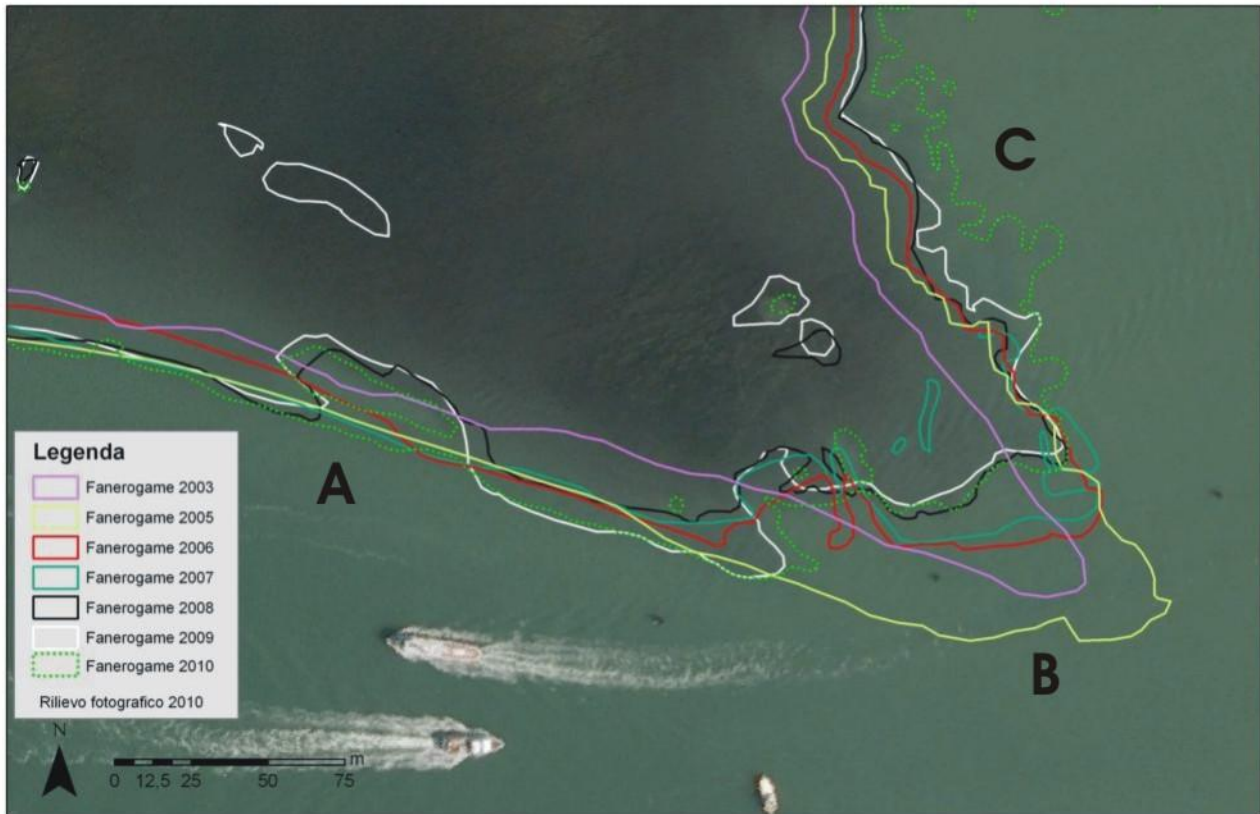


Figura 3.23 - Dettaglio dei margini tra gli anni 2005 e 2010 del tratto della prateria del Bacan ritenuto più esposto ai possibili impatti per la realizzazione delle opere. I limiti degli anni 2003-2007 fanno riferimento ad immagini fotografiche mentre quelli del 2008-2010 ad una combinazione di immagini fotografiche e di markers rilevati in immersione con attrezzatura ARA lungo il margine.

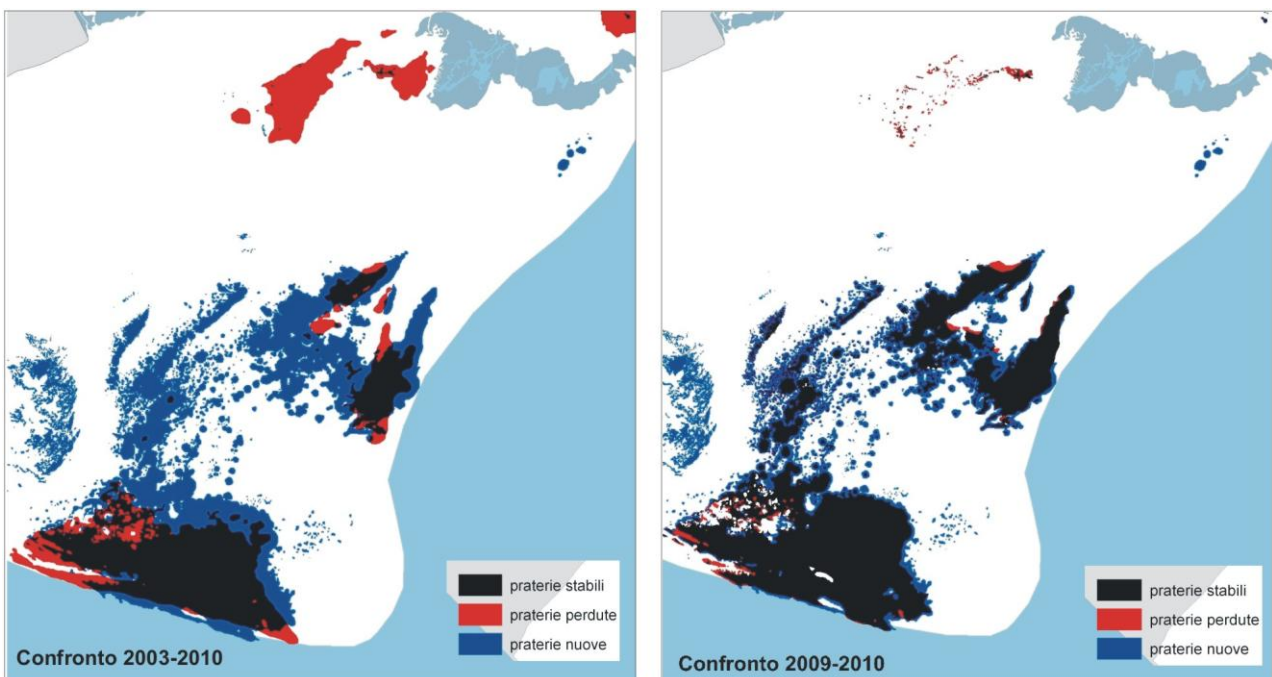


Figura 3.24 - Variazioni delle coperture a fanerogame marine avvenute tra il 2003 e il 2010 e il 2009 e 2010.



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

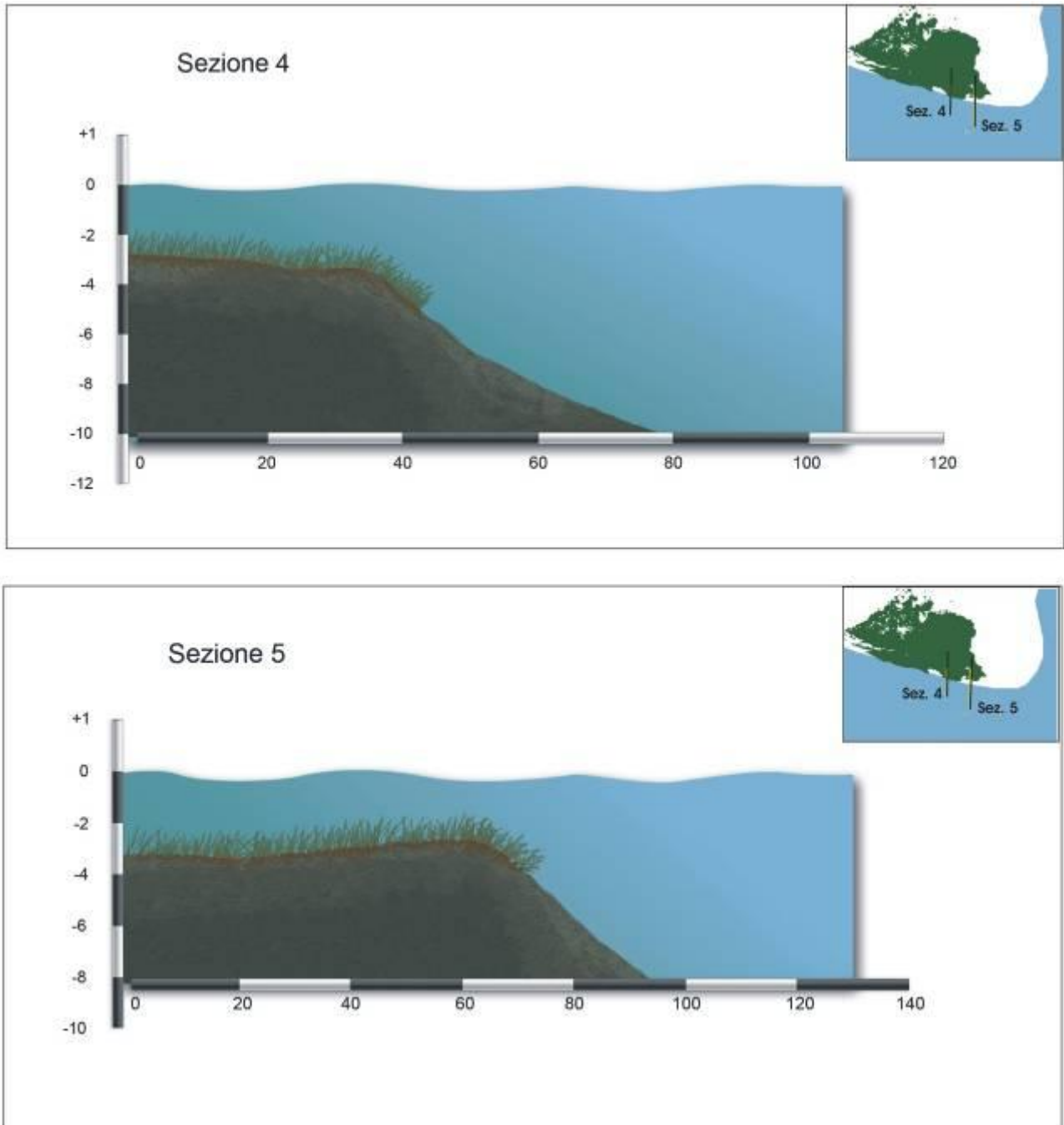


Figura 3.25 – Schema semplificato della tipologia del limite delle praterie lungo due transetti. Per la realizzazione del profilo si è fatto riferimento ai più recenti dati batimetrici multibeam del 2001 e rilievi in campo con profondimetro del 2010.

Riferendosi allo schema di figura 3.26, il margine della prateria è prevalentemente di tipo a “limite netto”. È interessante rilevare che, lungo il margine sinuoso riferibile alla zona A della figura 3.23, l’ipotesi di una fase espansiva di ciuffi isolati e con basso grado di copertura segnalato nel 2009, trova conferma nei rilievi in immersione del 2010 che hanno registrato uno stato uniforme e continuo della prateria.

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

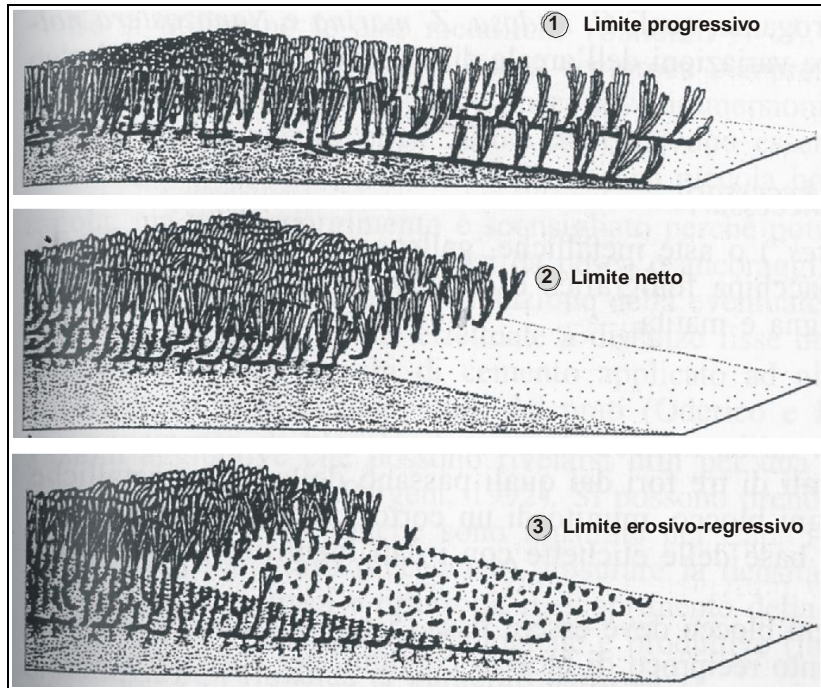


Figura 3.26 – Schema semplificato delle tipologie del limite delle praterie mutuato da Pergent *et al.* (1995) per *Posidonia oceanica*.

L'assenza di evidenti tipologie "erosivo-regressive" è conseguenza anche del fatto che il margine della prateria spesso coincide con il brusco cambio di pendenza quando, dal fondale di 2-3 m di profondità (con inclinazione minima), si passa bruscamente ad inclinazioni anche di 30-45 gradi nel bordo canale. In alcuni tratti del margine, dove la pendenza non è eccessiva e non si innescano processi erosivi, si notano dei margini progressivi, con alcuni rizomi che si protendono per 30-50 cm verso il bordo inclinato del canale (Fig. 3.27).

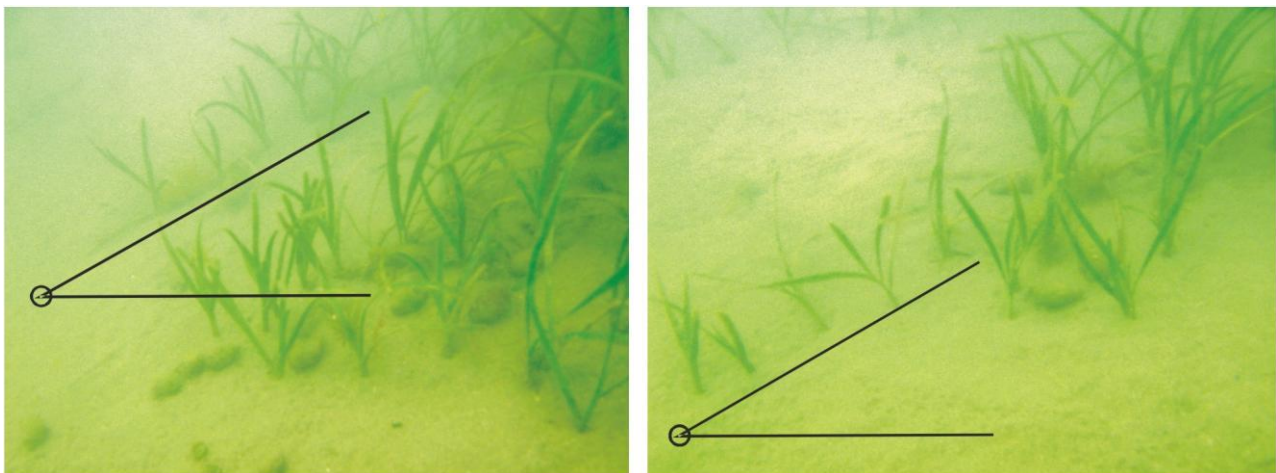


Figura 3.27 – Esempi di rizomi che si protendono verso il margine inclinato del canale.

Dove invece sono presenti processi erosivi, nel margine del canale si rilevano evidenti situazioni di stress con rizomi orizzontali fuori dal sedimento e colonizzati da organismi epifiti (Fig. 3.28).

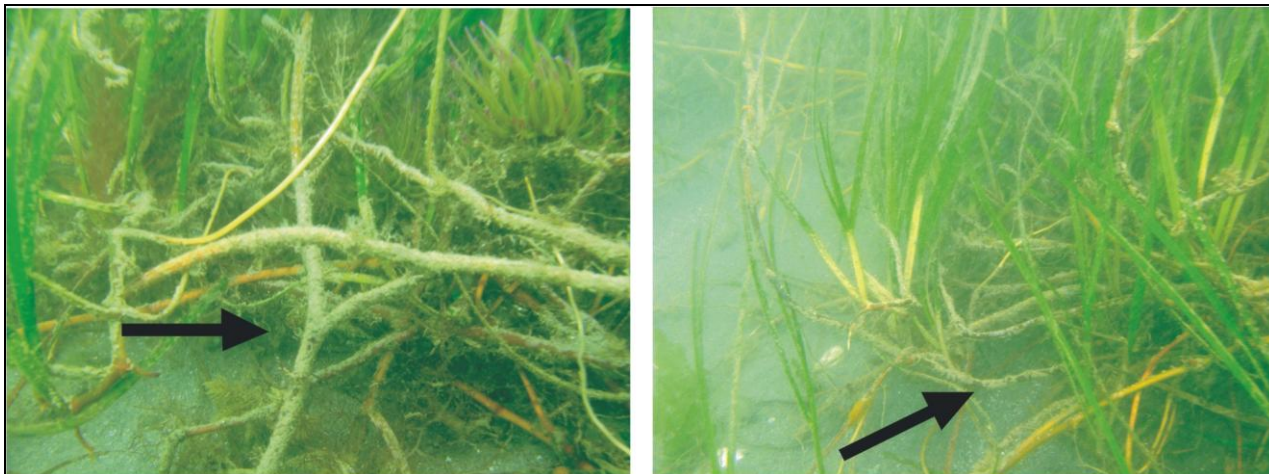


Figura 3.28 - Esempi di rizomi orizzontali fuori dal sedimento e colonizzati da organismi epifiti.

Quando le profondità diventano eccessive (4-5 m) o le pendenze si fanno accentuate (circa 40-45 gradi), il margine della prateria si interrompe rapidamente.

I rilievi in immersione lungo il margine hanno evidenziato che, su pendenze del fondale quasi nulle, la prateria si interrompe su quote di 3,5-4,0 m, mentre quando la prateria giunge sino al bordo del canale le fanerogame si interrompono rapidamente, indipendentemente dalla quota batimetrica. È ragionevole ritenere che, rispetto alla prateria posta alla base del molo sud (Nicelli), in questa il margine sia strettamente correlato alla pendenza del fondale del vicino canale, piuttosto che alla profondità.

Le immersioni lungo i due transetti hanno evidenziato una prateria monospecifica a *Cymodocea nodosa*, uniforme e con grado di copertura sempre elevato (classe 4); le densità sono invece variate in relazione alla profondità del fondale, con valori più bassi verso il margine e più elevati verso l'interno.

I rilievi in immersione del margine della prateria posto lungo il lato canale non hanno rilevato fenomeni di erosione o scalzamento dei ciuffi fogliari (visibili con rizomi e radici fuori del sedimento) oltre a quelli che si possono trovare sul margine pendente del canale per effetto dell'erosione. Come negli altri anni, percorrendo in immersione il margine della prateria, in più punti su quote dell'ordine di 2-3 m di profondità è stata rilevata la presenza del mollusco *Pinna nobilis*, specie iscritta nell'elenco delle specie protette [allegato IV dir. 92/43 CEE, 1992] (fig. 3.29).



Figura 3.29 - 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, avvenuto nel corso del 2009-2010, ha riguardato il vecchio muro che decorre approssimativamente dall'attuale piarda del cantiere di S. Nicolò fino ai dossi alberati in corrispondenza dell'insenatura a livello della meda luminosa. L'intervento ha interessato anche il ripristino dell'adiacente scogliera che si trovava in condizioni di elevato degrado (massi spesso crollati ai piedi della diga) o era talvolta assente, per uno spessore variabile o comunque di alcuni metri (fig. 3.30).

Dal piede di questa scogliera sino ad una distanza di 100-120 m, su fondali francamente sabbiosi profondi tra 1 e 4/5 metri, si estende una prateria a fanerogame marine, prevalentemente costituita da *Cymodocea nodosa*.



Figura 3.30 - Immagini della diga sud di Lido e del retrostante vecchio muro.

Per questo settore della bocca di porto non sono disponibili immagini fotografiche degli anni 50 utili per stabilire i limiti e l'estensione della prateria. La prima definizione certa dei limiti di quest'ultima risale al rilievo *ante operam* del 2003, che ha esaminato i fondali delle tre bocche di porto sino a profondità massime di 4/5 m. Dal rilievo del 2003 si desume che la prateria in oggetto aveva una superficie complessiva di 13 ha estendendosi al lato del molo foraneo per una lunghezza di 1200-1300 m ed una larghezza di 120-130 m (fig. 3.31). Negli anni successivi, con l'esecuzione dei lavori alla bocca di porto, la prateria ha progressivamente ridotto la propria estensione a causa delle opere in realizzazione, degli interventi accessori adiacenti e degli impatti di cantieri.

Tenuto conto che i dati progettuali dell'intervento di ripristino del molo nel tratto antistante l'aeroporto Nicelli interessavano un tratto di circa 400 m di lunghezza e 25-30 m di larghezza della prateria in oggetto, a partire dal 2008 sono stati avviati specifici controlli in immersione con attrezzatura ARA, lungo il perimetro della prateria in oggetto e lungo tre transetti (fig. 3.32).

Le cartografie degli ultimi anni, realizzate sulla base di immagini fotografiche e rilievi in campo, evidenziano come la riduzione di estensione della prateria si sia verificata principalmente tra il 2003 e il 2005 (fig. 3.33). Le più elevate perdite di areali sono localizzate dall'attuale piarda di S. Nicolò verso il mare e sono dovute alla realizzazione di opere fisse e alle attività dei mezzi nautici che hanno operato su battenti di 3-4 m. Per quanto attiene invece la prateria che dall'attuale piarda si estende verso l'interno della laguna, si rileva una sostanziale stabilità sia nell'estensione, sia nei limiti verso il canale. Le variazioni che si rilevano lungo il margine devono essere interpretate considerando anche un possibile errore, stimabile in 2-3 metri e dovuto a più fattori:

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

- la precisa definizione del limite a mare può, solo in parte, far ricorso ad immagini fotografiche aeree per la limitata trasparenza dell'acqua e della profondità in cui si trova la prateria (3-5 m);
- il possibile errore del sistema di rilevazione GPS-sommozzatore; la strumentazione posta in superficie e collegata al subacqueo in immersione che percorre il margine, non sempre mantiene una corretta verticalità a causa della corrente e delle onde.

I rilievi dal 2008 al 2010 evidenziano una sostanziale stabilità sia negli areali, sia nei limiti della prateria dopo le riduzioni avvenute nei primi anni dei lavori. La copertura della prateria negli ultimi anni tre anni (2008-2010) rimane nell'ordine di 9,1 ha, estendendosi per una lunghezza di circa 900 m e una larghezza massima di 120-130 m, dalla piarda di S. Nicolò sino ai dossi alberati in corrispondenza dell'insenatura posta a livello della meda luminosa (fig. 3.31).

Anche nei rilievi del 2010 la prateria risulta costituita per oltre il 90-95% dalla sola rizofita *Cymodocea nodosa*, con un margine che varia dalla tipologia a "margine netto" a "margine progressivo" (fig. 3.34). La presenza di *Zostera marina* è ridotta e limitata al tratto di prateria posto a nord-est della piarda e ai margini del canale. Del tutto sporadica, come nei rilievi del 2008 e del 2009 è la presenza di *Nanozostera noltii* che si rinviene solo a spot e su quote di 3-4 m.

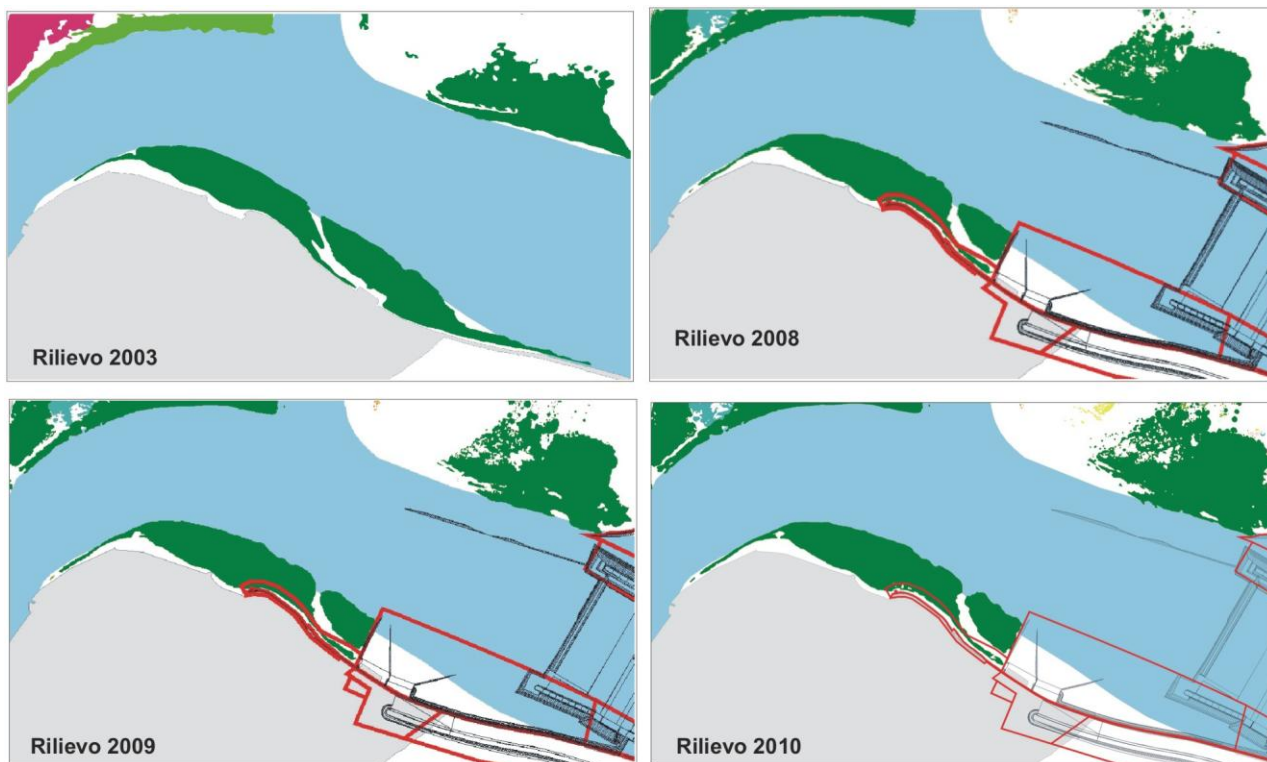


Figura 3.31 – Estensione della prateria negli anni 2003 e 2010. Dal 2008 è riportata l'impronta delle opere (in nero) e le aree in consegna alle ditte (in rosso) per la realizzazione dei lavori e movimentazione dei mezzi.



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



Figura 3.32 – 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.



Figura 3.33 – Dettaglio dei margini tra gli anni 2003 e 2010 del tratto della prateria del Bacan ritenuto più esposto ai possibili impatti per la realizzazione delle opere. I limiti degli anni 2003-2007 fanno riferimento ad immagini fotografiche mentre quelli del 2008-2010 ad una combinazione di immagini fotografiche e di markers rilevati in immersione con attrezzatura ARA lungo il margine.

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

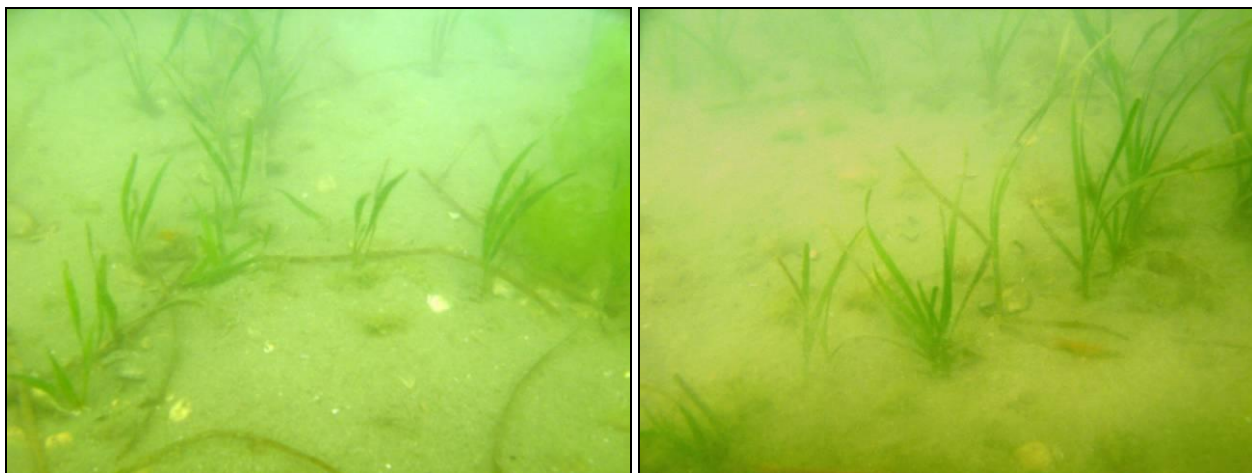


Figura 3.34 – Rizomi di *Cymodocea nodosa* in espansione dal margine della prateria.

In tre distinti tratti della prateria sono stati eseguiti, come nel 2008 e 2009, percorsi lungo transetti perpendicolari alla diga sud allo scopo di valutarne lo stato (grado di densità, tipologia delle piante, ecc.) e la variabilità spaziale (fig. 3.35). I percorsi in immersione hanno evidenziato come la prateria abbia sempre una tipologia continua ed uniforme, con una sola marcata interruzione a livello del transetto 3, in corrispondenza di un approfondimento del fondale simile ad un canale.

Le densità dei ciuffi fogliari è apparsa confrontabile con quella dei precedenti controlli del 2008 e del 2009 (da 350 e 600 ciuffi/m<sup>2</sup>); lungo il transetto questo parametro varia in base alla posizione e soprattutto alla profondità. Le densità dei ciuffi della prateria nei tratti prossimi al molo foraneo è superiore a quella misurata dove le profondità sono più pronunciate. Il margine della prateria è in gran parte “netto” o “progressivo” e, dove il fondale è orizzontale o debolmente inclinato, le piante non si rinvergono oltre i 4-5 m di profondità. In questi siti, in mancanza di fattori antropici, l’assenza o la rarefazione della prateria è da collegare alle caratteristiche della colonna d’acqua o a fattori idrodinamici. Quando ci si avvicina al margine del canale e l’inclinazione si accentua, la prateria termina in modo repentino con il cambio di pendenza. Tale situazione si verifica prevalentemente in prossimità della Meda Rossa, quando il margine della prateria lambisce le bricole che delimitano il canale.

Dalle osservazioni condotte in questi anni nelle tre bocche di porto è emerso come, in presenza di substrati orizzontali o debolmente inclinati, la prateria non oltrepassi mai i 4-5 m mentre, sul margine di canale dove il cambio di pendio è brusco (40-45 gradi), la quota batimetrica diventa un fattore secondario e risulta prevalente il fattore inclinazione. A questo si aggiunge, per la prateria considerata, anche il mutato regime idrodinamico oramai tipico del canale e non attenuato come nel fondale adiacente.

A circa un anno dal ripristino della diga in oggetto, le perdite di prateria sono apparse conformi a quanto si poteva dedurre dal progetto. La perdita della prateria è limitata solo ai fondali adiacenti alla diga ricostituita, per un tratto di alcuni metri, oltre i quali inizia poi la prateria a *Cymodocea nodosa* che mantiene integra la sua funzionalità ecosistemica.

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

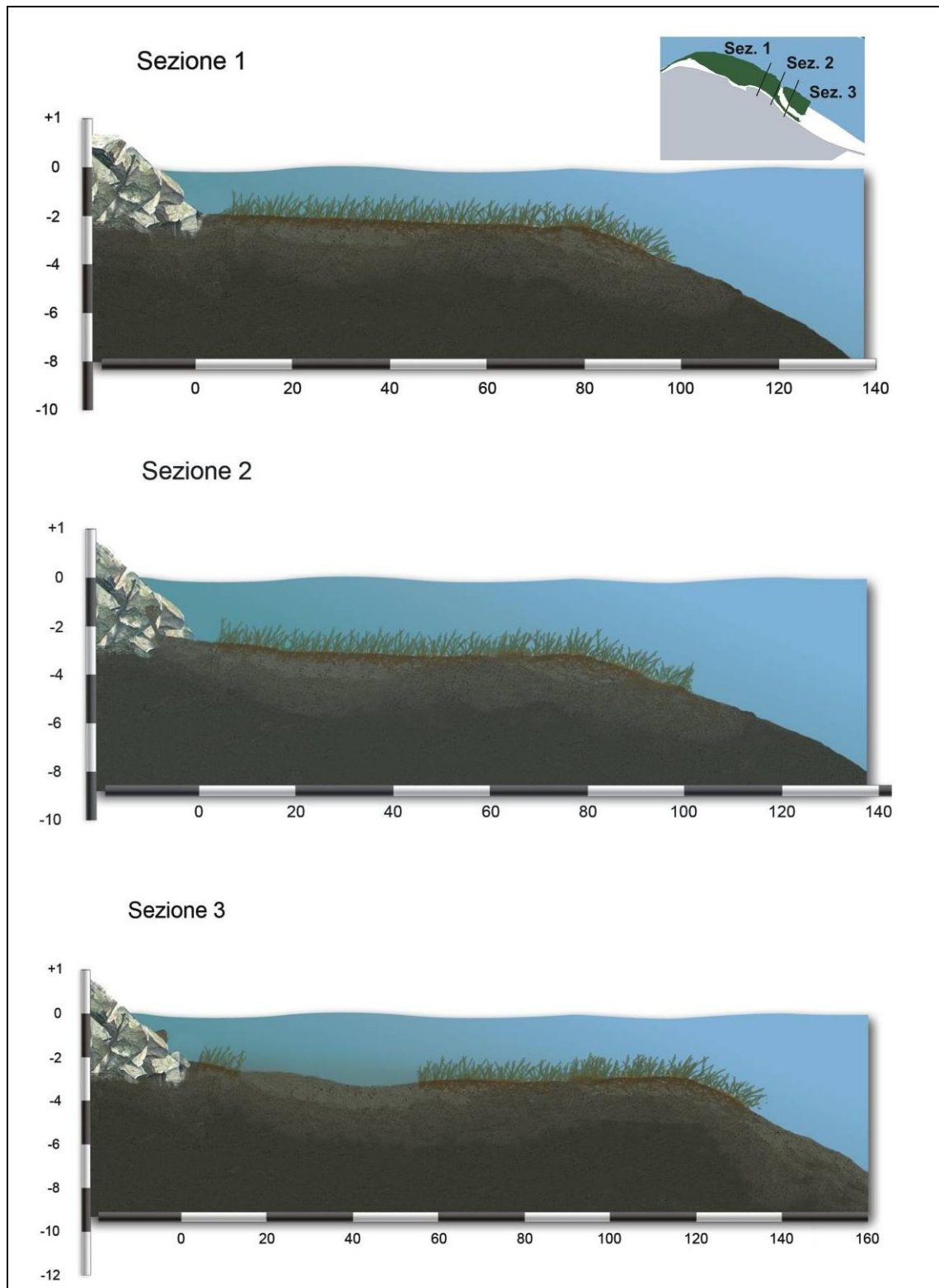


Figura 3.35 – Schema semplificato della tipologia del limite delle praterie lungo tre transetti. Per la realizzazione del profilo si è fatto riferimento ai più recenti dati batimetrici multibeam del 2001 e rilievi in campo con profondimetro del 2010.

## 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 2010 e il 2011 nelle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

Va ricordato come la modificazione più o meno marcata dei parametri ambientali (come torbidità, idrodinamismo, sedimentazione, ecc.) possa determinare non solo variazioni delle dinamiche di crescita o di colonizzative delle fanerogame marine, ma anche alterazioni nella struttura e composizione delle comunità vagili ed epifite ad esse associate.

Ciò premesso, per quanto concerne gli indicatori di riferimento delle fanerogame marine nei 18 siti di campionamento delle tre bocche di porto, il confronto con i dati dello studio di riferimento B.6.78/I (anno 2003) indica come ci siano situazioni di **attenzione-criticità** solo in relazione ai parametri dell'epifitismo dei ciuffi fogliari, dal momento che sono stati registrati, per più campagne, valori non in linea con quelli della soglia di riferimento, a Malamocco (in estate) e Chioggia (in primavera ed estate soprattutto) (fig. 4.1 e 4.2).

In merito ai parametri "guida" dello stato delle praterie (es. grado di copertura, estensione, densità e lunghezza dei ciuffi), solo per alcune stazioni e limitatamente ad alcune stagioni sono stati rilevati valori inferiori ai range, ma questi ultimi sono spesso rientrati nei limiti attesi già a partire dalla campagna successiva.

Le variazioni emerse nel confronto tra i dati relativi agli Studi B.6.72 e a quello di riferimento *ante operam* (2003) sono state valutate considerando come le aree oggetto del monitoraggio possano essere sottoposte, oltre al possibile impatto derivante dalla realizzazione delle opere mobili alle bocche, anche ad una serie di fattori naturali o non legati alle opere stesse come:

- a) gli impatti antropici che possono modificare le caratteristiche chimico-fisiche e trofiche della colonna d'acqua o alterare l'idrodinamica, il piano sedimentario e la morfologia locale (scavi, dragaggi, infrastrutture fisse o mobili, allevamenti del *Ruditapes*, utilizzo ricreativo delle aree di bocca);
- b) il diverso andamento meteo climatico nelle stagioni o nell'anno rispetto al periodo *ante operam*;
- 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 è stata segnalata, di volta in volta, la presenza di valori degli indicatori non rientranti negli intervalli di riferimento dello studio *ante operam* (fig. 4.1 e 4.2) e nel caso di una variazione associabile ad una perdita di qualità eco-sistemica, nella campagna successiva è stata condotta un'analisi più approfondita al fine di verificare l'eventuale rientro, o meno, nei limiti attesi.

Nel presente monitoraggio gli indicatori legati allo stato generale 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; per le limitate riduzioni osservate, inoltre, 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]).

In riferimento al presente monitoraggio di sorveglianza, ci si è comunque allertati molto prima che si raggiungesse questo livello di criticità, predisponendo una soglia di attenzione pari a una riduzione del 10-20% dei principali parametri. Sino al presente monitoraggio (2010), per il grado di copertura e la densità delle praterie non sono mai state registrate riduzioni di questo ordine di



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

grandezza, se non a livello locale e per cause non direttamente imputabili alle opere in realizzazione alla bocche.

Nella maggior parte dei casi, infatti, il valore dell'indicatore è rientrato nell'intervallo atteso per la stagione di riferimento o in quello dell'intera annualità; solo la stazione M6 a partire dalla campagna estiva è stata sostituita dal sito M6-bis in seguito ad un arretramento del margine della prateria, causato probabilmente da un intervento di natura antropica (ovvero uno sversamento di sedimento limoso-argilloso al di sopra della prateria originale, vedi par. 3.1.3).

I parametri legati alla fenologia delle praterie ed in particolare al ciuffo fogliare (come la lunghezza delle lamine, la lunghezza della ligula, il LAI e il numero di foglie per ciuffo) hanno presentato valori talvolta altalenanti nei mesi ed in alcuni casi anche inferiori ai range guida, ma questi eventi si sono più volte verificati anche nei precedenti anni di monitoraggio senza mai presentarsi con una regolarità e/o in particolari stazioni delle bocche di porto. Nello specifico, per quanto riguarda le elevate lunghezze della ligula, talvolta registrate in alcune stazioni, è ragionevole considerarle una risposta della pianta a possibili fenomeni di seppellimento causati da fenomeni di sedimentazione naturale o indotti.

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 apparsi sempre nella norma in tutte le bocche di porto e in tutte le stazioni.

È di più difficile interpretazione, invece, lo stato della comunità epifitica delle fanerogame marine in quanto, come già verificatosi nei monitoraggi B.6.72 B/2-B/5, anche quest'anno sono state osservate differenze rispetto allo stato di riferimento. Le variazioni registrate comunque sembrano essersi attenuate nelle bocche di porto di Lido e Malamocco, mentre sono ancora evidenti in quella di Chioggia (fig. 4.1 e 4.2).

Nella bocca di porto di Lido sono stati talvolta registrati valori inferiori ai range dello studio di riferimento per i parametri inerenti la biodiversità delle epifite (numero di specie totale e medio per ciuffo) e la biomassa, ma non per il ricoprimento. Le analisi statistiche, che valutano l'intera struttura della comunità epifitica, hanno rilevato la presenza di differenze statisticamente significative per l'analisi multivariata (ANOSIM). Queste differenze sono dovute ad un calo del numero di specie (-47% macroalghe e -31% zoobenthos tra il 2003 e il 2010) e a variazioni di abbondanza relativa di alcune specie; rispetto allo stato *ante operam* aumenta, infatti, il ricoprimento medio percentuale delle macroalghe e dello zoobenthos (rispettivamente da 18,5% a 30,7% e da 4,7% a 17,7%) e diminuisce quello delle diatomee bentoniche (da 16,2% a 10,6%).

Nelle praterie delle bocche di porto di Malamocco e soprattutto di Chioggia, nel confronto con lo studio *ante operam* le differenze inerenti la componente epifitica sono più evidenti, poiché interessano con maggior frequenza soprattutto i parametri relativi alla biodiversità (numero di specie totale e medio per ciuffo). Come segnalato in precedenza, però, queste variazioni sono in accordo con quanto osservato nei monitoraggi precedenti (Studi B.6.72 B/2-B/5). Le analisi statistiche multivariate confermano l'esistenza di differenze nell'epifitismo nelle praterie a *Cymodocea nodosa* che vedono, rispetto allo studio B.6.78/I:

- una riduzione del numero di specie delle macroalghe (-49% a Malamocco e -59% a Chioggia) e dello zoobenthos (-36% a Malamocco e -33% a Chioggia);
- un aumento delle abbondanze delle macroalghe (da 23,0% a 37,3% a Malamocco e da 23,3% a 32,8% a Chioggia) e dello zoobenthos (da 8,4% a 9,3% a Malamocco e da 11,1% a 11,8% a Chioggia);
- il decremento delle diatomee bentoniche che si riducono del 59% a Malamocco e del 24% a Chioggia.

Analizzando la situazione dal punto di vista dei gruppi funzionali algali, rispetto allo stato *ante*

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

*operam* si nota, per tutte le bocche, una riduzione del numero delle specie a tallo eretto e, per quanto riguarda le abbondanze, si segnala una diminuzione soprattutto delle *turf algae* ed un contemporaneo aumento delle incrostanti calcaree.

Tra il presente monitoraggio e quello del 2003, il limitato decremento del numero di taxa delle *encrusting layer* e il loro marcato incremento in termini di ricoprimento, unitamente al calo delle *erect layer* e *turf layer*, sembrerebbero in accordo con quanto riportato in letteratura [Lavery *et al.*, 2007] in merito alla relazione tra epifitismo ed incremento dell'idrodinamismo: le specie incrostanti, infatti, sono più resistenti all'abrasione di quanto non lo siano quelle *erect layer* e *turf layer*.

D'altro canto, un aumento dell'idrodinamismo dovrebbe indurre anche un incremento delle abbondanze delle "epifite" sulle lamine fogliari, a seguito soprattutto della riduzione del grazing, e non un loro decremento [Larkum *et al.*, 2006; Shanz *et al.*, 2007].

La riduzione delle diatomee suggerisce come tra le possibili cause da considerare per spiegare le differenze riscontrate vi siano anche le particolari condizioni meteo climatiche del 2003. Per quanto riguarda la temperatura dell'aria, infatti, gli anni dal 2000 al 2004 sono stati più caldi rispetto alla media del periodo 1962-1999 e, in particolare, le temperature medie degli anni 2002 e 2003 sono risultate tra le più elevate dell'ultimo quarantennio [MAG. ACQUE, 2005d]. 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), proprio il periodo in cui si è assistito ad un sensibile incremento delle abbondanze della componente algale delle diatomee bentoniche nello studio *ante operam*.

Pur non disponendo di dati oggettivi per confermare variazioni dell'idrodinamismo, questa ipotesi deve 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.

Una maggior frequenza temporale nei campionamenti della comunità epifitica, associata ad una più frequente verifica nei siti, potrebbe aiutare a chiarire quali siano i fattori biotici e/o abiotici che influenzano le dinamiche dell'epifitismo.

In relazione all'estensione delle praterie, i rilievi in campo hanno evidenziato una situazione differente tra le bocche.

Nella bocca di porto di Lido l'estensione delle praterie è in incremento rispetto agli ultimi due monitoraggi (+9,1 ha, +6,6 ha) e anche rispetto lo studio *ante operam* (+12,5 ha); nella bocca di Malamocco le praterie appaiono stabili negli ultimi due anni (-0,5 ha, +3,6 ha) e in netto incremento rispetto allo studio *ante operam* (+116,8 ha) mentre, nelle praterie della bocca di Chioggia, si registra una regressione sia nel confronto con gli ultimi due anni (-6,3 ha, -17,6 ha) sia rispetto allo studio di riferimento (-61,7 ha). Nello specifico di quest'ultima bocca di porto, l'analisi cartografica dal 2003 al 2010 evidenzia come gran parte delle variazioni siano localizzate in praterie a *Cymodocea nodosa* coincidenti o vicine agli allevamenti del *Ruditapes*. A sud-ovest della bocca di porto, le perdite di copertura a fanerogame riguardano prevalentemente *Zostera marina*.

Per la bocca di porto di Lido nel confronto a lungo termine (2003-2010) si rileva un progressivo incremento delle praterie a *Cymodocea nodosa* mentre in quello a breve termine (2009-2010) si rilevano dinamiche significative per le praterie delle tre specie nell'area posta a nord-ovest della nuova isola in realizzazione: *Cymodocea nodosa* registra aumenti degli areali già esistenti mentre *Nanozostera noltii* presenta incrementi puntiformi in aree dove i battenti idrici sono minori e le emersioni frequenti. Interessante, ma da confermare nel proseguo dei monitoraggi, è l'eventuale



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

presenza di nuclei di *Zostera marina*, segnalata nell'area negli anni 90 e mai rinvenuta negli anni successivi.

Nella bocca di porto di Malamocco tra il 2009 e il 2010 si rileva un incremento di *Zostera marina*, anche se con limitato grado di copertura, a nord dell'ottagono di Alberoni. Nelle altre aree di questa bocca di porto non si rilevano incrementi o regressioni di significativa estensione delle praterie a fanerogame e le variazioni osservate hanno infatti un carattere limitato e diffuso.

Per le aree delle bocche di porto direttamente interessate dagli interventi in realizzazione, come già rilevato negli ultimi anni di monitoraggio, non si evidenziano ulteriori perdite nelle **aree di pertinenza delle opere**. Nel confronto con la mappatura del 2003, le perdite in queste aree sono stimabili in 7,4 ha (ripartiti in 0,8 ha a Lido, 2,3 ha a Malamocco e 4,3 ha a Chioggia).

Nelle **aree in consegna ai cantieri** non si rilevano significativi perdite di praterie rispetto al precedente anno; rispetto al 2003 le perdite nelle aree di competenza dei cantieri sono stimabili in 7,2 ha per le tre bocche (ripartiti in 4,2 ha a Lido, 0,4 ha a Malamocco e 1,6 ha a Chioggia).

Nelle aree di pertinenza delle opere le perdite sono una diretta conseguenza della realizzazione delle opere in progetto, mentre nelle aree in consegna ai cantieri le perdite sono dovute alle attività collegate agli interventi: opere accessorie (piarde), movimentazione di massi, smantellamento di parti dei moli, interventi di ripristino, transito di mezzi nautici che originano torbidità sui fondali sino a 4-5 m.

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

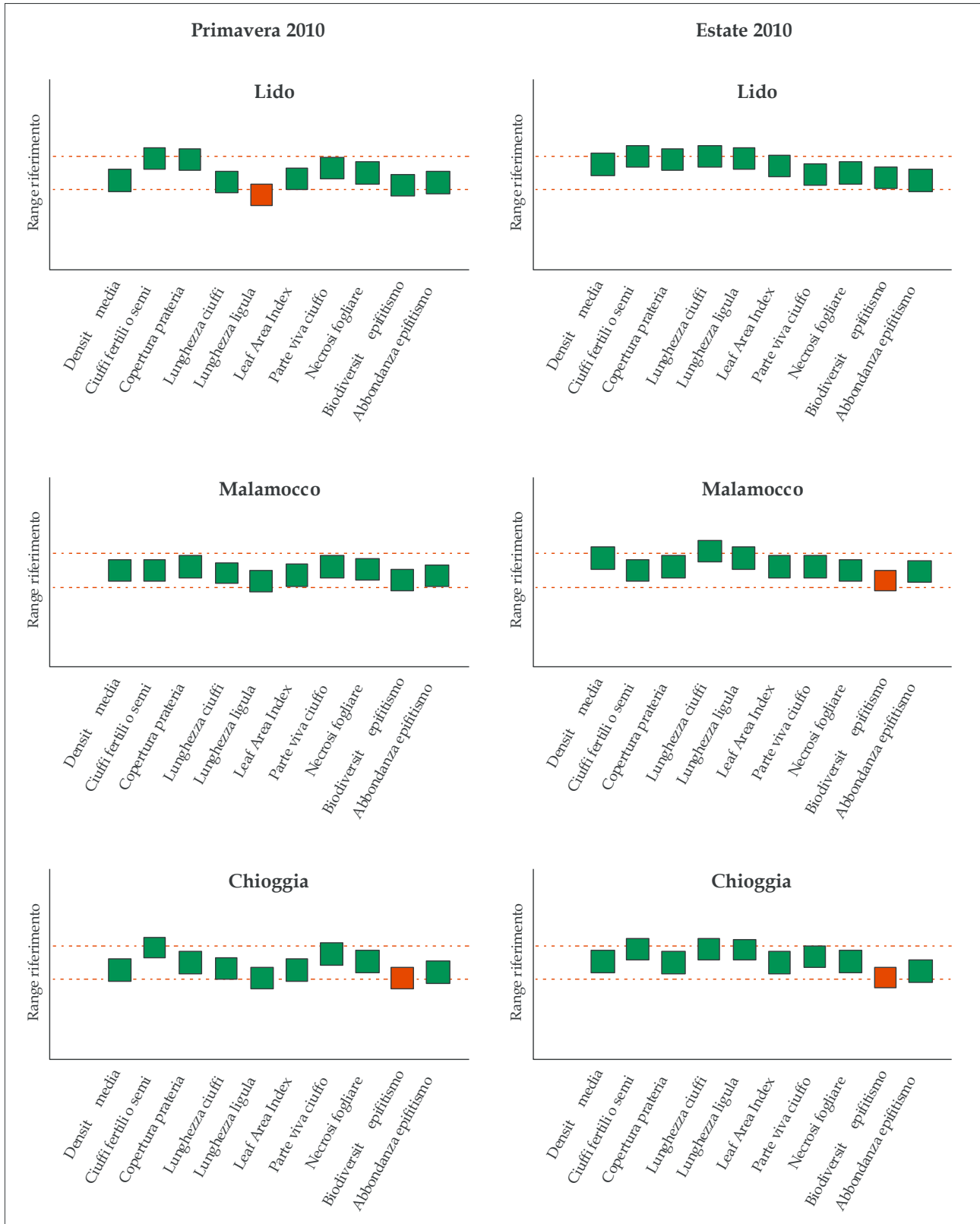


Figura 4.1 - Grafici di sintesi dei valori degli indicatori rilevati in ogni singola bocca di porto rispetto allo stato di riferimento per le campagne primaverile ed estiva.

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

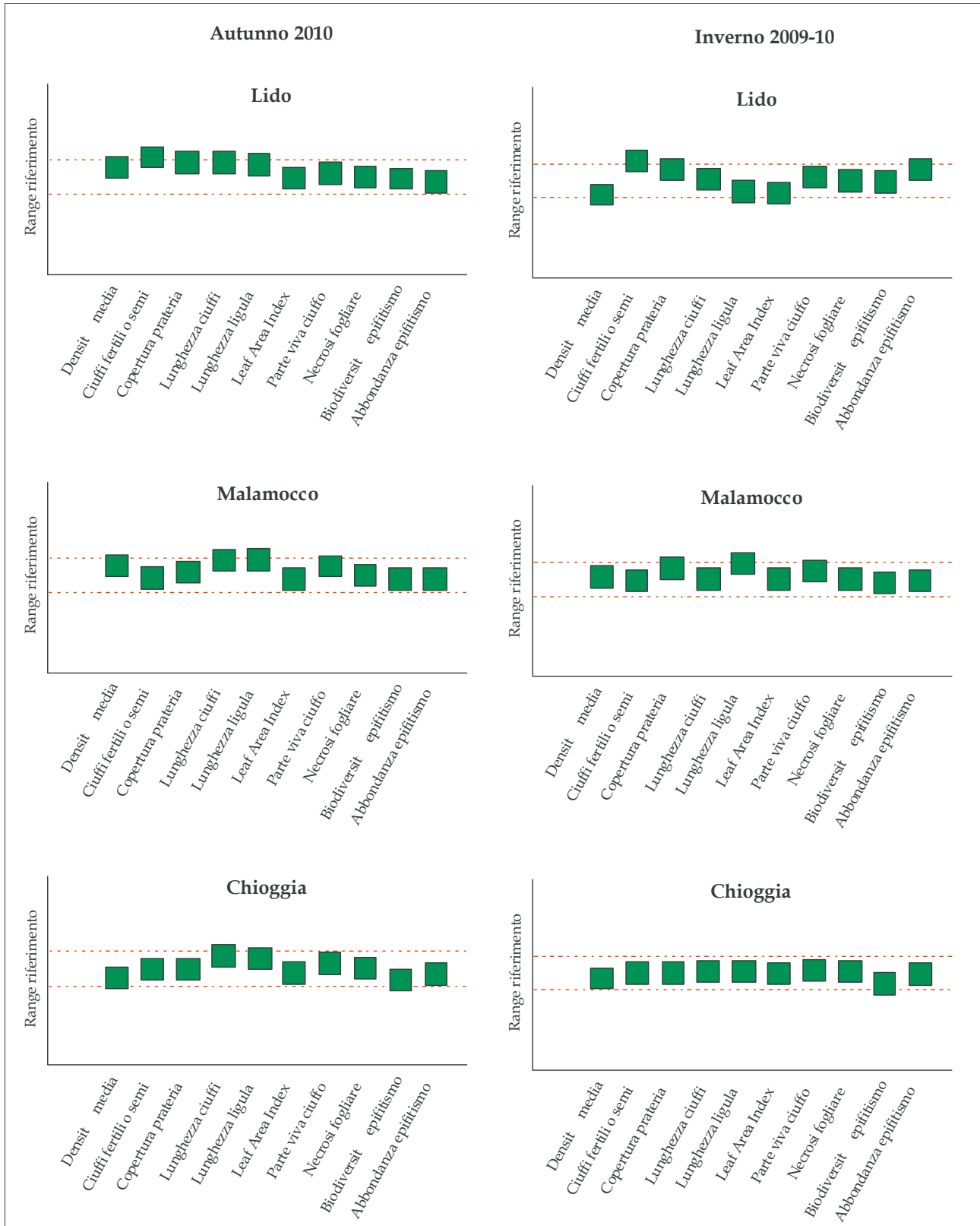


Figura 4.2 - Grafici di sintesi dei valori degli indicatori rilevati in ogni singola bocca di porto rispetto allo stato di riferimento per le campagne autunnale ed invernale.

## 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.
- Ballesteros E., 1987. Structure and dynamics of the leaf phytoepiphytes of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in Tossa de Mar (Catalonia, Western Mediterranean). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural* 54, 13-30.
- 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.
- Borum J., Duarte C.M., Krause-Jensen D., Greve T.M., 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. Publisher: The M&MS project. Settembre: 2004. <http://www.seagrasses.org>
- 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.
- Buia, M.C., Mazzella, L., 1991. Reproductive phenology of the Mediterranean seagrasses *Posidonia oceanica* (L.) Delile, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascher. and *Zostera noltii* Hornem. *Aquat. Bot.* 40, 343-362.
- 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.
- Cardoso, P.G., Raffaelli, D., and Pardal, M.A., 2008. The impact of extreme weather events on the seagrass *Zostera noltii* and related *Hydrobia ulvae* population. *Mar Poll Bull* 56:483-492.
- 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.
- Curiel D., Marzocchi M., Solazzi A., Bellato A., 1996. Vegetazione algale epifita di fanerogame marine nella laguna di Venezia (Bacino di Malamocco). *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, 46: 27-38.

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

- Curiel D., Miotti C., Marzocchi M., 2008 - Valutazioni generali sul fitobenthos degli affioramenti rocciosi del Nord Adriatico. Riunione scientifica annuale GRUPPO DI LAVORO "ALGOLOGIA" Abano Terme (Padova), 14-15 novembre 2008.
- Curiel D., Rismondo A., Miotti C., Checchin E., Dri C., Cecconi G., Cerasuolo C., Marzocchi M., 2010 - Le macroalghe degli affioramenti rocciosi (tegnùe) del litorale veneto. Soc. Ven. Sc. Nat. - Vol. 35
- EC (2000) Council Directive for a Legislative Frame and Actions for the Water Policy, 2000/60/EC, Official Journal of the E.C. 22/12/2000.
- 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).
- Dolch, T. and Reise, K., 2009. Long-term displacement of intertidal seagrass and mussel beds by expanding large sandy bedforms in the northern Wadden Sea. *Journal of Sea Research*, 63(2): 93-101.
- Gambi M.C., Dappiano M., 2003. Manuale di metodologia di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biologia Marina Mediterranea* 10.
- 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.
- Irving A.D., 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*. Spring 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 di Venezia - SGS. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 2003. Studio B.6.78/I – Attività di monitoraggio alle bocche di porto – controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Mappatura di dettaglio

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

delle fanerogame marine nell'area delle bocche di porto. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - SELC - Consulente S. Ciavatta, 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA, 2005. 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 di Pianificazione Operativa. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2009. Studio B.6.72 B/4 - 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA - CNR-ISMAR, 2009. MELa4. OP/416. Monitoraggio di mantenimento delle conoscenze sullo stato delle acque e del macrobenthos. Relazione Finale - Attività C.8. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 2010 - Attività di monitoraggio ambientale della laguna di Venezia. Mantenimento delle conoscenze sullo stato delle acque e delle macrofite MELa5 (2009-

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

- 2011). Mappatura delle fanerogame e delle macroalghe in laguna di Venezia - aggiornamento al 2009-2010. Rapporto delle attività di campo del primo anno (I anno: 2009). Prodotto dal Concessionario: Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2010. Studio B.6.72 B/5 - 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. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2011. Studio B.6.72 B/6 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Marbà N., Cebrian J., Susana E., Duarte C.M., 1996. Growth patterns of western Mediterranean seagrasses: species-specific responses to seasonal forcing. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 133, 203-215.
- Martínez-Crego B., Prado P., Alcoverro T., Romero J., 2010. Composition of epiphytic leaf community of *Posidonia oceanica* as a tool for environmental biomonitoring. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 88: 199-208.
- Mazzella L., Scipione M.B., Buia M.C., 1989. Spatio-temporal distribution of algal and animal communities in a *Posidonia oceanica* meadow. *PSZN: Marine Ecology*: 10, 107 e 129.
- Mazzella L., Scipione M.B., Gambi M.C., Buia M.C., Lorenti M., Zupo V., Cancemi G., 1993. The Mediterranean seagrass system of *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa*. A comparative overview. *MEDCOAST 93*, November 2-5, 1993, Antalya, Turkey.
- Mazzella L., Guidetti P., Lorenti M., Buia M. C., Zupo V., Scipione M. B., Rismondo A., Curiel D., 1998. Biomass partitioning in adriatic seagrass ecosystems (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 35: 562- 563.
- Moore K.A.. 2004 - Influence of seagrasses on water quality in shallow regions of the lower chesapeake bay. *Journal Coastal Research* 45: 162-178.
- Orfanidis S., Panayotidis P., Ugland K.I., 2011 - Ecological Evaluation Index continuous formula (EEI-c) application: a step for-ward for functional groups, the formula and reference condition values. *Mediterranean Marine Science*, 12(1) 199-231.
- Pérez M., Romero J., 1994. Growth Dynamics, Production, and Nutrient Status of the Seagrass *Cymodocea nodosa* in a Mediterranean Semi-Estuarine Environment. *Mar. Ecol.*, 15(1): 51-64.
- Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée* 54: 3-29.
- Pignatti S., 1953. Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale, con particolare riguardo alla vegetazione litoranea. *Arch. Bot.*, 29 (1): 1-25, (2): 65-98, (3): 129-175.
- Pignatti S., 1966. La vegetazione alofita della Laguna Veneta. *Mem. Is. Ven. Sc. Lett. Arti.*, 33: 1-74.
- Rasmussen E., 1973. Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark). *Ophelia* 11, 1-495.
- Reusch, T.B.H., Ehlers, A., Hämmerli, A. and Worm, B., 2005. Eco-system recovery after climatic extremes enhanced by genotypic diversity. *Proc Natl Acad Sci USA* 102: 2826-2831.
- 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.
- Romero J., 1988. Biomass seasonal variation of leaf epiphytes of *Posidonia oceanica* along a depth

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

gradient in Medes Islands. *Oecologia Aquatica*, 9: 19-25.

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 intertidale 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., 1973. I consorzi a fanerogame nel Golfo di Trieste. *Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti.*, 131: 459-502.

Sfriso A., Facca C., Ghetti P. F., 2009 - Validation of the Macrophyte Quality Index (MaQI) set up to assess the ecological status of Italian marine transitional environments. *Hydrobiologia*, 617(1), 117-141.

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

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

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

Van der Graaf S., Jonker I., Herlyn M., Kohlus J., Vinther H.F., Reise K., de Jong D., Dolch T., Bruntse G., de Vlas J., 2009. Quality Status Report 2009. Thematic Report No. 2. Seagrass. WADDEN SEA ECOSYSTEM No. 25. Common Wadden Sea Secretariat. Trilateral Monitoring and Assessment Group. <http://www.waddensea-secretariat.org/>

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

Zharova N., Sfriso A., Voinov A., Pavoni B., 2001. Simulation model for the annual fluctuation of the Eelgrass (*Zostera marina*) biomass in the Venice lagoon., *Aquatic Botany*, 70: 135-150.

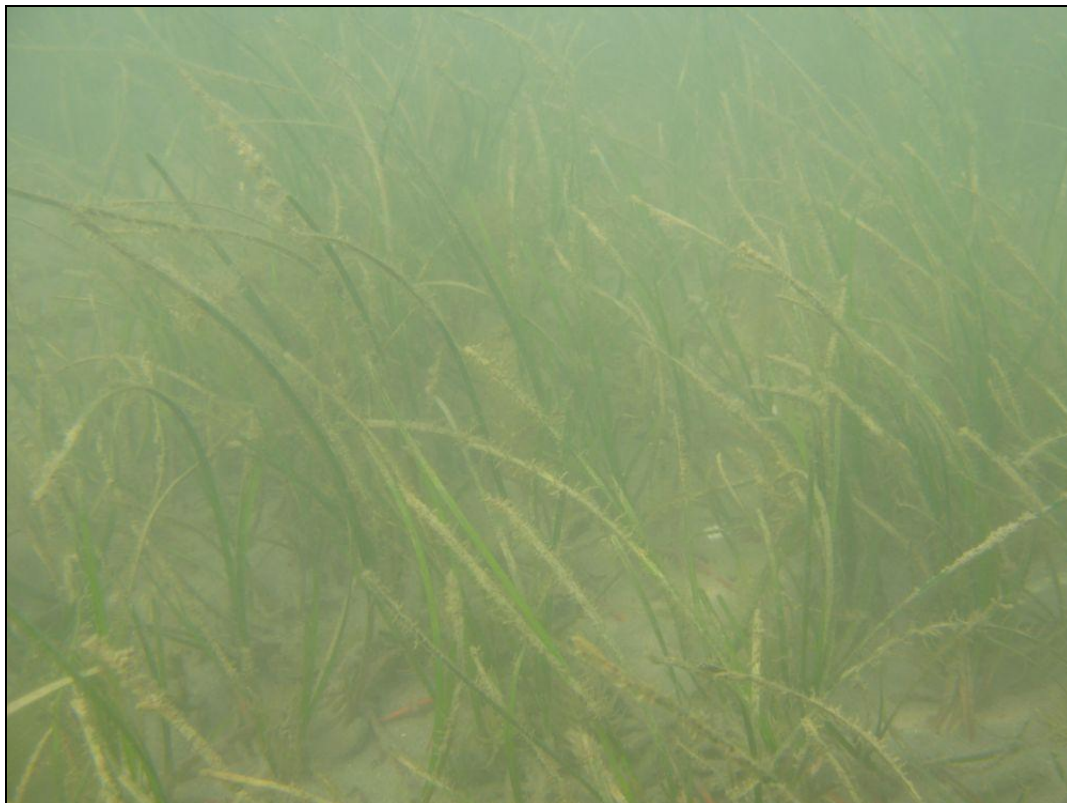
Zharova N., Sfriso A., Pavoni B., Voinov A. 2008. Analysis of annual fluctuations of *C. nodosa* in the Venice lagoon: a modeling approach, *Ecological Modelling*, 216: 134-144.



**ALLEGATO FOTOGRAFICO**

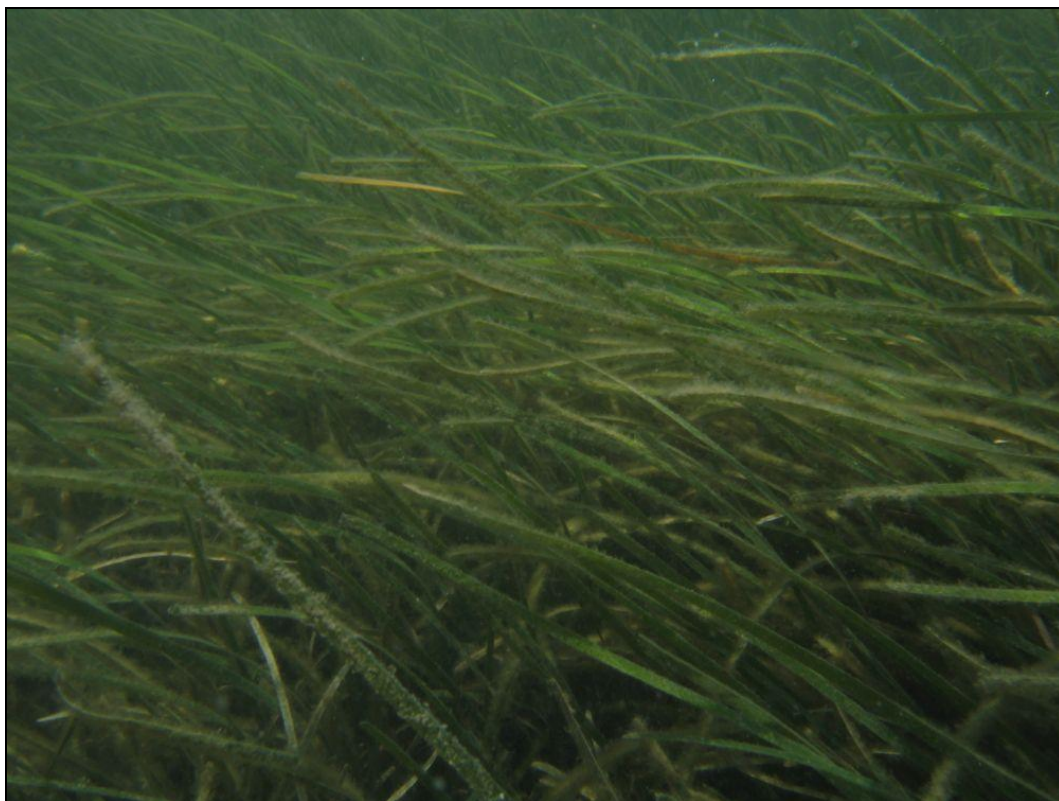


**Lido, maggio 2010:** prateria di *Cymodocea nodosa*.



**Malamocco, luglio 2010:** prateria di *Cymodocea nodosa*.

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



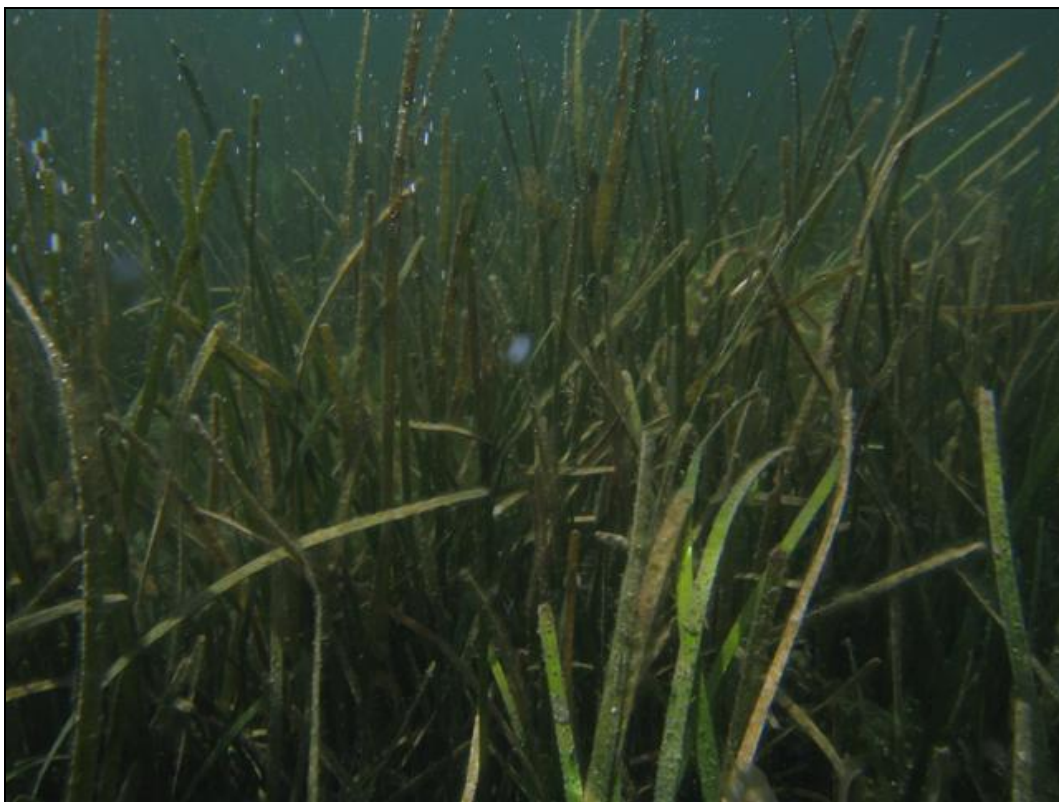
**Malamocco, luglio 2010:** prateria di *Cymodocea nodosa*.



**Chioggia, maggio 2010:** prateria di *Cymodocea nodosa*.



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



**Malamocco, Luglio 2010.** Stazioni M6 e M6-bis: dettaglio della stazione M6 (in alto), sostituita a partire dalla campagna estiva (luglio 2010), dalla M6-bis (in basso), a causa di un arretramento del margine della prateria.

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



**Malamocco, febbraio 2011. Stazione M6:** dettaglio della stazione M6, sostituita a partire dalla campagna estiva, dalla M6-bis, a causa di un arretramento del margine della prateria.



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



**Malamocco, febbraio 2011. Stazione M6:** particolare di una zolla di sedimento prelevato in corrispondenza della stazione M6. All'interno del campione (composto quasi esclusivamente da limo-argilla) non sono stati rinvenuti resti di fanerogame.



**Malamocco, voli aerei estate 2009 ed estate 2010. Stazioni M6 e M6-bis:** particolare dell'area di campionamento dove sono localizzate le stazioni M6 e M6-bis. È visibile (nel 2010) l'area dove è stato sversato sedimento limoso-argilloso, che è andato a ricoprire completamente la prateria presente.

CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI  
**APPENDICE: TABELLE E GRAFICI**

Tabella A.1 – Stazioni Lido 1-2bis-3-4-5-6: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relativamente allo Studio B.6.72 B/6 (anno 2010-11). Lo studio B.6.78/I raccoglie i dati del 2003.

	B.6.78	L1	L1	L1	L1	B.6.78	L2-bis	L2-bis	L2-bis	L2-bis	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 <sup>2</sup> )	794-1119	806	927	902	794	784-1432	642	921	605	539	1321-2697	1392	1717	1662	1128
Densità <i>Z.marina</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0-37	0	0	0	0	0-37	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0-27	0	0	0	0	0-12	0	0	0	0	0-5	59	81	9	12
Copertura prateria ( % )	70-80	90	100	100	100	90-100	100	100	100	90-100	90-100	100	100	100	100
Altezza ciuffi ( cm )	30,9-45,1	20,1	69,1	44,7	35,3	20,6-42,6	24,3	56,8	39,3	25,8	17,7-41,7	18,4	58,3	47,0	25,9
Altezza ligula ( cm )	6,1-11,8	4,8	11,0	7,2	8,0	7,8-10,3	5,9	10,0	7,8	7,2	6,5-8,6	4,4	9,1	8,4	7,5
N. foglie/ciuffo	1,3-4,4	3,0	3,3	1,9	1,4	1,3-2,7	3,0	2,9	1,7	1,4	1,4-3,5	2,9	3,3	2,0	1,4
LAI (Leaf Area Index)	0,5-6,0	0,6	5,2	1,6	0,8	0,5-3,8	0,6	3,1	0,7	0,3	0,7-9,9	0,9	7,3	3,0	0,8
% parte viva ciuffo	88,4-99,9	99,5	99,5	99,5	99,3	92,3-99,7	99,5	99,6	99,4	98,9	98,3-99,9	99,5	99,6	99,6	99,2
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	16	14	15	19	11-36	19	14	19	16	13-30	15	14	18	20
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	9,8-16,3	9,6	9,4	12,6	12,9	8,2-17,5	13,8	11,8	13,4	12,7	9,0-17,5	11,9	12,2	15,1	17,0
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,076-0,818	0,626	0,635	0,540	0,507	0,082-0,486	0,677	0,427	0,601	0,729	0,109-0,743	0,692	0,677	0,737	0,922
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	7,6-81,8	62,6	63,5	54,0	50,7	8,2-48,6	67,7	42,7	60,1	72,9	10,9-74,3	69,2	67,7	73,7	92,2
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	11,4-209,2	40,8	12,4	31,8	85,4	20,2-232,3	29,5	8,2	42,2	274,0	2,4-313,9	44,1	10,9	33,5	324,8

	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 <sup>2</sup> )	1225-1931	1659	2229	1674	1733	704-1107	744	1237	887	769	775-1429	787	1172	639	481
Densità <i>Z.marina</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0-22	0	0	0	0	0-3	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0	530	59	369	143	0-130	0	0	0	0	0	0	6	3	0
Copertura prateria ( % )	100	100	100	100	100	80-90	100	100	100	90	90	100	100	90-100	80-90
Altezza ciuffi ( cm )	19,6-56,8	21,1	40,9	56,4	31,8	22,7-44,2	26,7	58,8	46,1	25,3	24,3-60,9	29,3	65,0	44,2	26,5
Altezza ligula ( cm )	6,4-10,2	5,5	9,9	10,2	7,8	6,6-9,6	6,5	14,5	9,9	8,5	7,2-10,9	8,0	10,3	8,7	6,4
N. foglie/ciuffo	1,4-3,4	2,7	2,7	1,8	1,4	1,2-3,5	2,7	2,7	1,7	1,3	1,3-4,3	2,7	3,2	1,9	1,7
LAI (Leaf Area Index)	0,6-7,0	1,2	5,0	3,9	1,6	0,5-3,4	0,7	3,9	1,4	0,4	0,6-6,4	0,9	5,2	1,1	0,4
% parte viva ciuffo	98,2-99,8	99,2	98,1	99,4	99,3	98,3-99,6	99,1	99,4	99,3	98,5	95,5-99,9	99,5	99,5	99,4	98,9
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	9-27	15	17	18	14	12-25	13	15	18	21	16-35	15	16	19	18
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	6,8-13,9	9,4	10,0	16,0	8,2	8,5-16,1	9,4	9,7	14,6	14,8	10,2-18,5	9,7	11,6	13,8	13,7
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,114-0,328	0,415	0,520	0,507	0,392	0,172-0,440	0,422	0,357	0,304	0,671	0,090-0,682	0,318	0,483	0,422	0,413
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	11,4-32,8	41,5	52,0	50,7	39,2	17,2-44,0	42,2	35,7	30,4	67,1	9,0-68,2	31,8	48,3	42,2	41,3
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	3,3-172,3	15,3	4,2	13,5	119,0	5,8-209,4	2,7	2,9	5,8	55,8	9,0-207,1	18,3	11,9	13,5	72,1

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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella A.8), 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 A.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 <sup>2</sup> )	868	1228	986	1457	1203	2061	1373	2108	732	1429	787	1438
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	109	0	0	0	0	0	6	0	28
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	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 A.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 <sup>2</sup> )	884	1147	874	1194	1159	1593	1345	1832	744	822	595	837
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	12	0	0	0	0	0	6	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella A.8), 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 A.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 <sup>2</sup> )	1029	1342	1290	1584	1333	2310	1324	2031	918	1054	949	1392
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	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 A.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 <sup>2</sup> )	949	1187	980	1600	1392	2220	1652	2155	918	1175	1039	1367
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella A.8), 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 A.6 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/5.

	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 <sup>2</sup> )	694	1004	1091	1469	1023	1488	1476	2015	716	1101	778	1144
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0	0	0	65	0	6	81	502	0	0	0	3
Copertura prateria (%)	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	22,8	67,2	23,0	80,3	25,6	71,6	24,4	54,9	24,5	63,4	35,2	83,3
Lunghezza ligula (cm)	5,9	12,2	6,8	14,2	5,7	11,9	6,1	11,6	7,9	12,4	8,8	14,1
N. foglie/ciuffo	1,4	3,3	1,3	3,1	1,4	3,6	1,4	3,1	1,2	3,0	1,3	3,0
LAI (Leaf Area Index)	0,4	4,4	0,5	8,8	0,7	7,9	1,2	7,7	0,4	4,0	0,7	6,3
% parte viva ciuffo	97,7	99,7	98,3	99,5	98,5	99,6	96,2	99,7	97,7	99,0	98,5	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	14	22	15	18	14	23	13	18	10	20	14	18
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	9,2	14,3	10,8	12,4	10,0	15,2	9,2	13,2	8,0	13,1	9,9	10,8
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,357	0,704	0,366	0,456	0,416	0,575	0,335	0,670	0,305	0,732	0,297	0,546
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	35,7	70,4	36,6	45,6	41,6	57,5	33,5	67,0	30,5	73,2	29,7	54,6
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	7,7	145,9	3,7	67,5	5,3	99,8	2,9	186,5	1,3	47,6	6,3	13,0

Tabella A.7 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Lido durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/6.

	Bocca di porto di Lido											
	L1		L2-bis		L3		L4		L5		L6	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	794	927	539	921	1128	1717	1659	2229	744	1237	481	1172
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0	0	0	0	9	81	59	530	0	0	0	6
Copertura prateria (%)	90	100	90-100	100	100	100	100	100	90	100	80-90	100
Lunghezza ciuffi (cm)	20,1	69,1	24,3	56,8	18,4	58,3	21,1	56,4	25,3	58,8	26,5	65,0
Lunghezza ligula (cm)	4,8	11,0	5,9	10,0	4,4	9,1	5,5	10,2	6,5	14,5	6,4	10,3
N. foglie/ciuffo	1,4	3,3	1,4	3,0	1,4	3,3	1,4	2,7	1,3	2,7	1,7	3,2
LAI (Leaf Area Index)	0,6	5,2	0,3	3,1	0,8	7,3	1,2	5,0	0,4	3,9	0,4	5,2
% parte viva ciuffo	99,3	99,5	98,9	99,6	99,2	99,6	98,1	99,4	98,5	99,4	98,9	99,5
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	19	14	19	14	20	14	18	13	21	15	19
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	9,4	12,9	11,8	13,8	11,9	17,0	8,2	16,0	9,4	14,8	9,7	13,8
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,507	0,635	0,427	0,729	0,677	0,922	0,392	0,520	0,304	0,671	0,318	0,483
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	50,7	63,5	42,7	72,9	67,7	92,2	39,2	52,0	30,4	67,1	31,8	48,3
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	12,4	85,4	8,2	274,0	10,9	324,8	4,2	119,0	2,7	55,8	11,9	72,1

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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella A.8), 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 A.8 - 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 <sup>2</sup> )	794-1119	784-1432	1321-2697	1225-1931	704-1107	775-1429
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0-12	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0-37	0-37	0	0	0-22	0-3
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

## CORILA

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

Tabella A.9 – Stazioni Malamocco 1-2-3-4-5-6/6bis: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relativamente allo Studio B.6.72 B/6 (anno 2010-11). 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 <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	992-1801	995	1829	1655	1107	1225-2189	1345	1758	1606	1699
Densità <i>Z.marina</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	220-326	632	322	394	443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0-56	0	0	0	0	0-25	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0-37	6	0	0	0	0-230	0	0	0	0	0	0	9	0	6
Copertura prateria ( % )	80	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Altezza ciuffi ( cm )	26,3-46,5	58,9	49,7	40,8	46,4	18,5-74,7	24,4	76,4	62,2	24,9	12,1-46,8	20,7	51,9	50,3	32,3
Altezza ligula ( cm )	6,3-8,4	12,0	7,8	8,1	8,4	6,7-13,6	6,4	12,7	12,5	7,7	4,8-9,3	5,7	9,3	9,5	8,0
N. foglie/ciuffo	3,8-4,2	4,2	3,8	4,4	3,4	1,5-3,9	3,5	3,1	2,0	1,3	1,7-3,8	3,4	3,2	1,8	1,7
LAI (Leaf Area Index)	0,7-2,3	5,2	1,8	2,0	1,9	0,7-13,1	1,1	9,7	4,4	0,6	0,4-8,8	1,2	6,2	2,6	1,5
% parte viva ciuffo	93,8-97,8	99,1	99,1	99,4	99,0	97,2-99,9	99,3	99,7	99,4	99,2	95,2-99,8	99,4	98,7	99,4	99,3
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	11	14	18	11	15-33	20	14	23	22	15-36	15	13	16	16
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	9,0-19,5	7,0	9,7	14,1	9,2	11,7-19,1	12,8	9,3	17,7	14,1	12,2-19,3	11,3	8,7	13,0	13,2
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,045-0,089	0,289	0,504	0,357	0,324	0,105-0,889	0,627	0,529	0,313	0,339	0,181-0,883	0,367	0,620	0,322	0,731
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	4,5-8,9	28,9	50,4	35,7	32,4	10,5-88,9	62,7	52,9	31,3	33,9	18,1-88,3	36,7	62,0	32,2	73,1
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	1,7-7,8	1,6	4,2	3,9	18,1	5,6-178,0	9,6	4,8	5,9	31,4	2,4-169,5	10,8	1,6	8,4	126,6

	B.6.78	M4	M4	M4	M4	B.6.78	M5	M5	M5	M5	B.6.78	M6	M6-bis	M6-bis	M6-bis
	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	Inverno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	Inverno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
Densità <i>C. nodosa</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	955-1544	1339	1624	1265	1395	1265-1875	1835	2031	1674	1686	1035-1931	1404	1553	1652	1324
Densità <i>Z.marina</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Densità <i>N.noltii</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	136	0	6
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0-124	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0-73	19	0	87	16
Copertura prateria ( % )	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	90-100	100	100
Altezza ciuffi ( cm )	13,9-44,6	20,9	67,0	66,1	34,5	21,1-41,0	16,5	58,8	47,5	17,9	11,6-40,3	17,1	49,6	29,2	16,9
Altezza ligula ( cm )	6,5-9,6	5,8	11,7	13,1	9,7	5,5-8,8	4,2	10,5	9,1	4,9	4,7-8,6	4,9	9,5	7,5	5,6
N. foglie/ciuffo	1,3-3,8	3,0	3,1	1,8	1,2	1,3-4,1	2,8	3,2	1,7	1,6	1,3-4,3	3,0	3,1	1,4	1,2
LAI (Leaf Area Index)	0,3-6,4	1,1	7,5	3,2	1,2	0,9-6,1	0,9	9,4	2,6	0,7	0,4-8,0	0,7	5,5	1,3	0,4
% parte viva ciuffo	95,9-99,9	99,4	99,7	99,5	99,5	97,8-99,8	99,3	99,7	99,7	99,2	95,6-99,9	99,5	98,7	99,0	98,7
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	14-34	17	19	19	22	13-39	19	16	20	21	12-33	14	12	16	19
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	11,2-20,0	12,4	12,7	14,0	14,3	11,2-23,3	13,1	12,7	14,2	14,8	10,5-16,4	8,8	9,2	12,6	13,9
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,166-0,697	0,392	0,509	0,385	0,627	0,139-1,039	0,486	0,844	0,517	0,613	0,130-0,669	0,462	0,469	0,407	0,718
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	16,6-69,7	39,2	50,9	38,5	62,7	13,9-103,9	48,6	84,4	51,7	61,3	13,0-66,9	46,2	46,9	40,7	71,8
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	2,9-828,3	6,1	5,1	6,2	67,0	2,1-181,8	15,0	14,3	10,6	94,4	0,9-166,7	37,9	6,1	8,2	119,1

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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella A.15), 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 A.10 - 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 <sup>2</sup> )	0	0	1510	1559	1243	1299	1048	1234	1783	2120	1401	1423
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	350	384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	15
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	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 A.11 - 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 <sup>2</sup> )	0	0	1451	2223	1460	1835	1011	1504	1832	2502	1039	1848
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	369	561	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella A.15), 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 A.12 - 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 <sup>2</sup> )	0	0	1451	1593	1597	2077	1026	1426	1761	2176	1187	1823
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	273	543	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	0,2	1,9	2,3	17,4	1,8	361,7	3,9	56,8	2,4	83,0	0,3	14,8

Tabella A.13 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/5 (anno 2009-10).

	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 <sup>2</sup> )	0	0	1237	1624	1770	1916	1023	1776	2040	2582	1141	1941
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	363	542,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0	16	0	0	0	99	0	202	0	12	0	68
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	48,2	72,7	24,7	72,8	19,7	45,9	24,3	53,2	14,9	49,4	16,8	58,9
Lunghezza ligula (cm)	8,6	15,0	6,5	12,5	4,9	8,3	7,0	10,1	3,9	8,2	5,3	10,5
N. foglie/ciuffo	3,3	4,7	1,5	3,4	1,5	3,6	1,3	3,2	1,6	3,4	1,4	3,1
LAI (Leaf Area Index)	2,4	5,4	1,0	5,2	1,2	6,3	0,9	6,3	0,8	8,1	0,4	4,5
% parte viva ciuffo	98,1	99,0	98,2	99,1	98,1	99,8	98,2	99,7	97,7	99,1	96,3	99,4
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	19	14	19	11	19	6	16	10	23	9	15
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	5,2	13,2	8,4	11,9	6,4	12,2	4,6	11,9	6,9	15,7	4,3	11,9
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,063	0,592	0,210	0,538	0,345	0,673	0,243	0,580	0,418	0,835	0,368	0,665
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	6,3	59,2	21,0	53,8	34,5	67,3	24,3	58,0	41,8	83,5	36,8	66,5
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	0,1	4,2	2,3	12,9	4,6	111,7	1,0	200,4	4,1	215,4	2,7	26,9

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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella A.15), 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 A.14 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Malamocco durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/6 (anno 2010-11).

	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 <sup>2</sup> )	0	0	995	1829	1345	1758	1265	1624	1674	2031	1324	1652
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	322	632	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0	6	0	0	0	9	0	56	0	0	0	87
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100
Lunghezza ciuffi (cm)	40,8	58,9	24,4	76,4	20,7	51,9	20,9	67,0	16,5	58,8	16,9	49,6
Lunghezza ligula (cm)	7,8	12,0	6,4	12,7	5,7	9,5	5,8	13,1	4,2	10,5	4,9	9,5
N. foglie/ciuffo	3,4	4,4	1,3	3,5	1,7	3,4	1,2	3,1	1,6	3,2	1,2	3,1
LAI (Leaf Area Index)	1,8	5,2	0,6	9,7	1,2	6,2	1,1	7,5	0,7	9,4	0,4	5,5
% parte viva ciuffo	99,0	99,4	99,2	99,7	98,7	99,4	99,4	99,7	99,2	99,7	98,7	99,5
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	11	18	14	23	13	16	17	22	16	21	12	19
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	7,0	14,1	9,3	17,7	8,7	13,2	12,4	14,3	12,7	14,8	8,8	13,9
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,289	0,504	0,313	0,627	0,322	0,731	0,385	0,627	0,486	0,844	0,407	0,718
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	28,9	50,4	31,3	62,7	32,2	73,1	38,5	62,7	48,6	84,4	40,7	71,8
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	1,6	18,1	4,8	31,4	1,6	126,6	5,1	67,0	10,6	94,4	6,1	119,1

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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella A.15), 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 A.15 - 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 <sup>2</sup> )	0	992-1801	1225-2189	955-1544	1265-1875	1035-1931
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	220-326	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0-56	0-25	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

## CORILA

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

Tabella A.16 – Stazioni Chioggia 1bis-2-3bis-4-5-6: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relativamente allo Studio B.6.72 B/5 (anno 2009-10). Lo studio B.6.78/I raccoglie i dati del 2003.

	B.6.78	C1-bis	C1-bis	C1-bis	C1-bis	B.6.78	C2	C2	C2	C2	B.6.78	C3-bis	C3-bis	C3-bis	C3-bis
	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	Inverno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	Inverno	(intervallo)	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
Densità <i>C. nodosa</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	732-1107	1268	1259	1336	977	1609-2155	1147	1479	1290	1187
Densità <i>Z.marina</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	344-546	372	412	428	493	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0-19	28	0	0	0	0	109	53	22	0	0-28	0	0	0	0
Copertura prateria ( % )	80-90	90-100	90-100	100	100	60-100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Altezza ciuffi ( cm )	30,3-57,5	41,4	38,8	55,4	58,0	17,7-77,0	22,4	74,3	57,3	30,2	11,4-33,6	13,7	60,3	41,2	22,0
Altezza ligula ( cm )	7,4-11,2	9,2	7,0	11,8	10,9	6,8-13,8	7,1	14,6	13,6	9,3	4,4-7,4	4,0	11,6	9,7	6,7
N. foglie/ciuffo	3,9-4,8	4,4	3,8	4,2	3,8	1,2-3,6	2,7	2,7	1,8	1,5	1,2-3,9	2,8	3,0	1,6	1,3
LAI (Leaf Area Index)	1,4-5,8	2,5	2,1	3,3	3,4	0,4-6,2	0,9	6,7	2,5	0,7	0,5-8,9	0,5	6,2	1,4	0,5
% parte viva ciuffo	97,9-98,8	98,6	98,8	99,1	99,4	97,5-100	99,1	99,3	98,9	98,7	92,0-99,0	99,3	99,5	98,4	97,6
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	8	14	12	13	19-38	14	13	12	15	12-35	14	11	13	12
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	6,7-14,1	7,2	11,3	8,0	9,3	15,3-17,2	11,2	8,6	10,0	9,0	7,8-14,5	8,4	9,4	9,7	8,2
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,027-0,584	0,127	0,598	0,273	0,488	0,106-0,483	0,620	0,481	0,334	0,398	0,111-0,621	0,413	0,498	0,307	0,456
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	2,7-58,4	12,7	59,8	27,3	48,8	10,6-48,3	62,0	48,1	33,4	39,8	11,1-62,1	41,3	49,8	30,7	45,6
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	2,1-29,6	1,2	5,0	2,9	6,1	2,7-69,5	9,1	2,3	8,8	7,2	0,7-91,5	26,8	3,2	6,5	6,5

	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 <sup>2</sup> )	1206-1519	1249	1457	1271	1249	1085-1383	1091	1420	1290	1318	1045-1423	1194	1538	1172	1225
Densità <i>Z.marina</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> ( ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0	0	0	0	0	0	16	6	0	0	0	0	0	0	0
Copertura prateria ( % )	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Altezza ciuffi ( cm )	16,8-81,6	27,4	95,7	59,5	40,5	16,9-75,8	23,0	75,4	82,6	43,6	19,2-68,8	22,9	83,6	72,5	42,9
Altezza ligula ( cm )	6,9-16,0	8,2	18,5	12,9	11,9	7,8-15,3	6,8	14,0	14,8	10,4	8,1-14,8	6,7	16,1	13,1	11,5
N. foglie/ciuffo	1,4-3,5	3,1	2,8	1,7	1,5	1,1-4,0	2,6	2,7	2,1	1,4	1,1-3,3	2,6	2,8	2,0	1,5
LAI (Leaf Area Index)	0,7-11,9	1,4	10,0	2,6	1,4	0,6-15,1	0,8	7,6	5,0	1,7	0,3-9,1	0,9	9,4	3,5	1,3
% parte viva ciuffo	97,3-99,9	99,6	99,3	99,0	98,9	95,2-99,9	99,5	99,7	99,4	99,1	97,3-100	99,1	99,4	99,2	99,2
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	18	18	19	20	20-42	20	18	18	19	19-44	18	15	18	17
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	13,0-20,6	12,0	13,3	14,4	15,4	13,5-22,6	11,7	11,2	13,9	13,9	13,3-21,4	11,2	9,1	14,8	13,2
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,134-0,583	0,521	0,398	0,448	0,607	0,049-0,747	0,438	0,542	0,462	0,481	0,136-0,661	0,599	0,639	0,429	0,550
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	13,4-58,3	52,1	39,8	44,8	60,7	4,9-74,7	43,8	54,2	46,2	48,1	13,6-66,1	59,9	63,9	42,9	55,0
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	2,7-197,8	8,7	2,1	6,1	39,0	3,2-183,9	20,8	5,2	8,6	88,8	5,3-225,6	21,8	7,2	13,4	144,8

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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella A.22), 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 A.17 - 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 <sup>2</sup> )	0	0	970	1011	1547	2306	977	1252	1200	1293	918	1293
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	295	304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	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 A.18 - 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 <sup>2</sup> )	0	0	1001	1810	1609	2421	1383	1705	1203	1618	1045	1876
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	388	722	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella A.22), 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 A.19 - 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 <sup>2</sup> )	0	0	1060	1476	1764	2784	1423	1649	1175	1717	1218	1256
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	350	586	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	0,1	3,7	0,7	3,0	0,3	6,8	0,8	4,5	4,1	35,6	3,6	89,8

Tabella A.20 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/5 (anno 2009-10).

	Bocca di porto di Chioggia											
	C1		C2		C3-bis		C4		C5		C6	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	967	1714	1259	2173	1237	1888	1132	1618	1051	1398
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	326	450	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0	6	0	112	0	28	0	53	0	37	0	0
Copertura prateria (%)	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	36,9	52,4	20,6	77,4	17,9	72,8	30,9	87,6	27,0	85,2	25,4	77,7
Lunghezza ligula (cm)	7,7	10,8	5,9	15,7	5,4	14,9	8,2	18,3	7,1	17,1	7,4	16,2
N. foglie/ciuffo	3,8	4,5	1,1	3,0	1,4	3,1	1,4	3,1	1,5	3,1	1,4	3,1
LAI (Leaf Area Index)	1,4	3,6	0,5	7,6	0,4	7,7	0,9	7,1	0,8	7,9	1,0	6,5
% parte viva ciuffo	97,6	98,9	98,1	99,6	98,2	99,7	98,3	99,5	98,1	99,6	98,6	99,5
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	10	12	10	19	10	16	17	20	15	22	11	18
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	7,0	8,6	6,2	9,1	5,9	11,3	10,1	12,9	8,9	13,3	8,7	11,8
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,085	0,427	0,251	0,392	0,220	0,591	0,222	0,548	0,288	0,630	0,277	0,432
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	8,5	42,7	25,1	39,2	22,0	59,1	22,2	54,8	28,8	63,0	27,7	43,2
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	0,7	1,5	2,1	13,1	3,7	5,2	1,3	13,6	2,8	50,9	5,1	37,0

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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella A.22), 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 A.21 - Range dei valori dei parametri strutturali rilevati nella bocca di Chioggia durante le quattro campagne stagionali dello Studio B.6.72 B/6 (anno 2010-11).

	Bocca di porto di Chioggia											
	C1		C2		C3-bis		C4		C5		C6	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	977	1336	1147	1479	1249	1457	1091	1420	1172	1538
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	372	493	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	0	28	0	109	0	0	0	0	0	16	0	0
Copertura prateria (%)	90-100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	38,8	58,0	22,4	74,3	13,7	60,3	27,4	95,7	23,0	82,6	22,9	83,6
Lunghezza ligula (cm)	7,0	11,8	7,1	14,6	4,0	11,6	8,2	18,5	6,8	14,8	6,7	16,1
N. foglie/ciuffo	3,8	4,4	1,5	2,7	1,3	3,0	1,5	3,1	1,4	2,7	1,5	2,8
LAI (Leaf Area Index)	2,1	3,4	0,7	6,7	0,5	6,2	1,4	10,0	0,8	7,6	0,9	9,4
% parte viva ciuffo	98,6	99,4	98,7	99,3	97,6	99,5	98,9	99,6	99,1	99,7	99,1	99,4
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	8	14	12	15	11	14	18	20	18	20	15	18
N. taxa medio/ciuffo <sup>(2-3)</sup>	7,2	11,3	8,6	11,2	8,2	9,7	12,0	15,4	11,2	13,9	9,1	14,8
Ricoprimento epifite m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	0,127	0,598	0,334	0,620	0,307	0,498	0,398	0,607	0,438	0,542	0,429	0,639
% ricoprimento <sup>(2-3)</sup>	12,7	59,8	33,4	62,0	30,7	49,8	39,8	60,7	43,8	54,2	42,9	63,9
Biomassa epifite (g p.s./m <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	1,2	6,1	2,3	9,1	3,2	26,8	2,1	39,0	5,2	88,8	7,2	144,8

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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

Quando i valori dei parametri rilevati sono esterni al range dello studio di riferimento (B.6.78, tabella A.22), 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 A.22 - 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 <sup>2</sup> )	0	732-1107	1609-2155	1206-1519	1085-1383	1045-1423
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	344-546	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> lamina fogliare <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>(2-3)</sup>	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 <sup>2</sup> lamina fogliare) <sup>(3-4)</sup>	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/m<sup>2</sup>, per *C. nodosa* in semi/m<sup>2</sup>.

(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.

(4) = Il valore è stato calcolato considerando tutti i ciuffi fogliari.

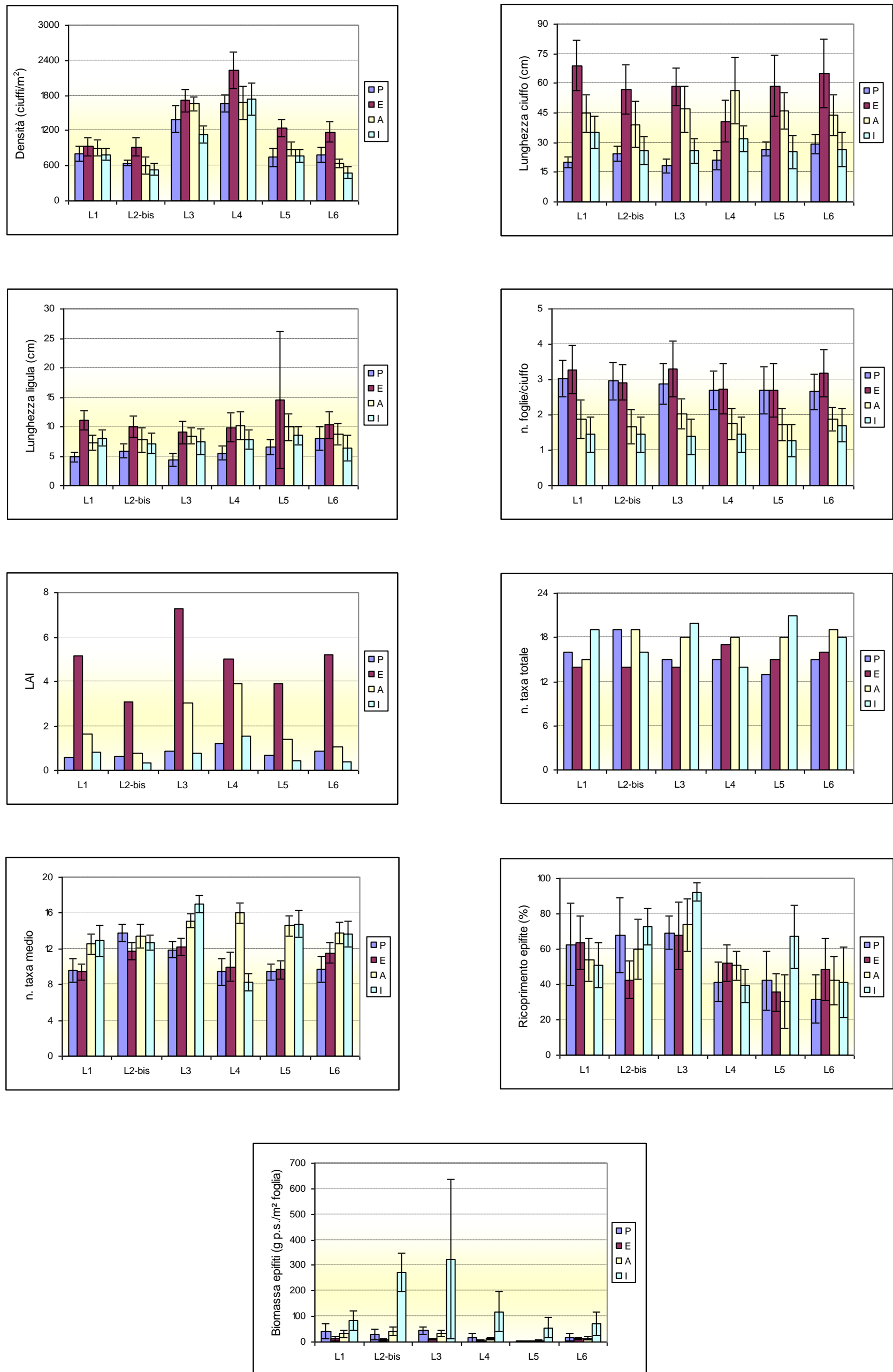


Figura A.1 - Bocca di porto di Lido: rappresentazione grafica e confronto di alcuni indicatori strutturali della Primavera (P), dell'Estate (E), dell'Autunno (A) e dell'Inverno (I) 2010.

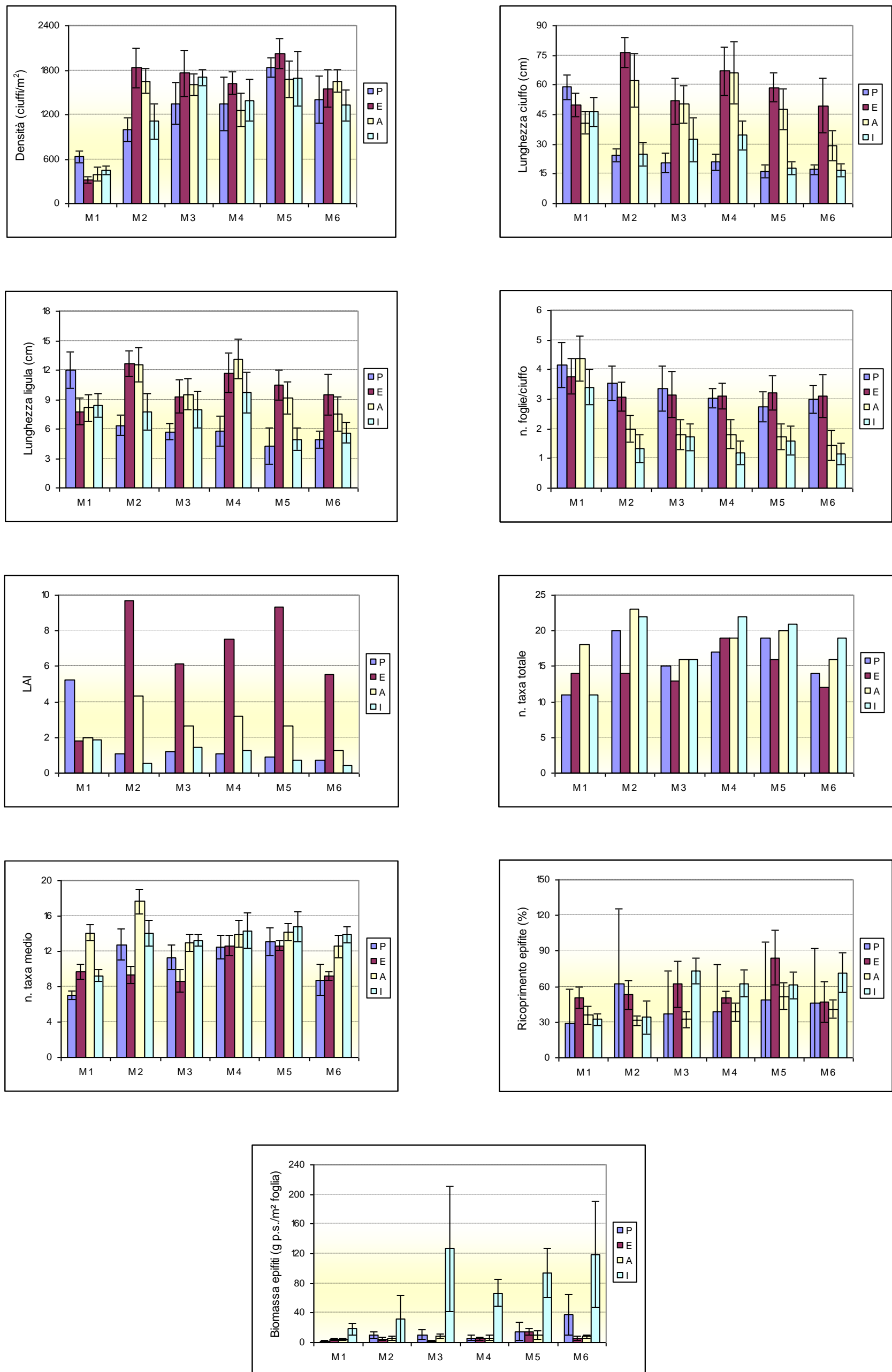


Figura A.2 - Bocca di porto di Malamocco: rappresentazione grafica e confronto di alcuni indicatori strutturali della Primavera (P), dell'Estate (E), dell'Autunno (A) e dell'Inverno (I) 2010. (Dalla campagna estiva di luglio 2010, la stazione Malamocco 6 è stata sostituita dalla stazione Malamocco 6-bis).



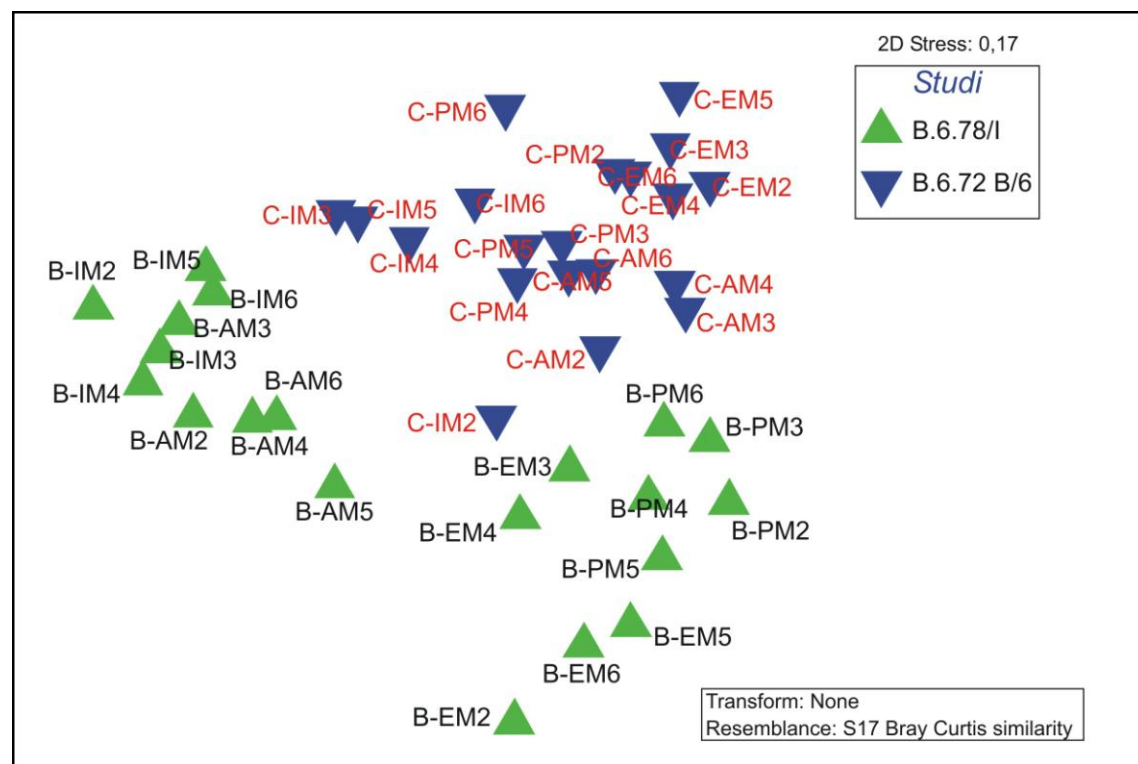


Figura A.3 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento senza trasformazione).

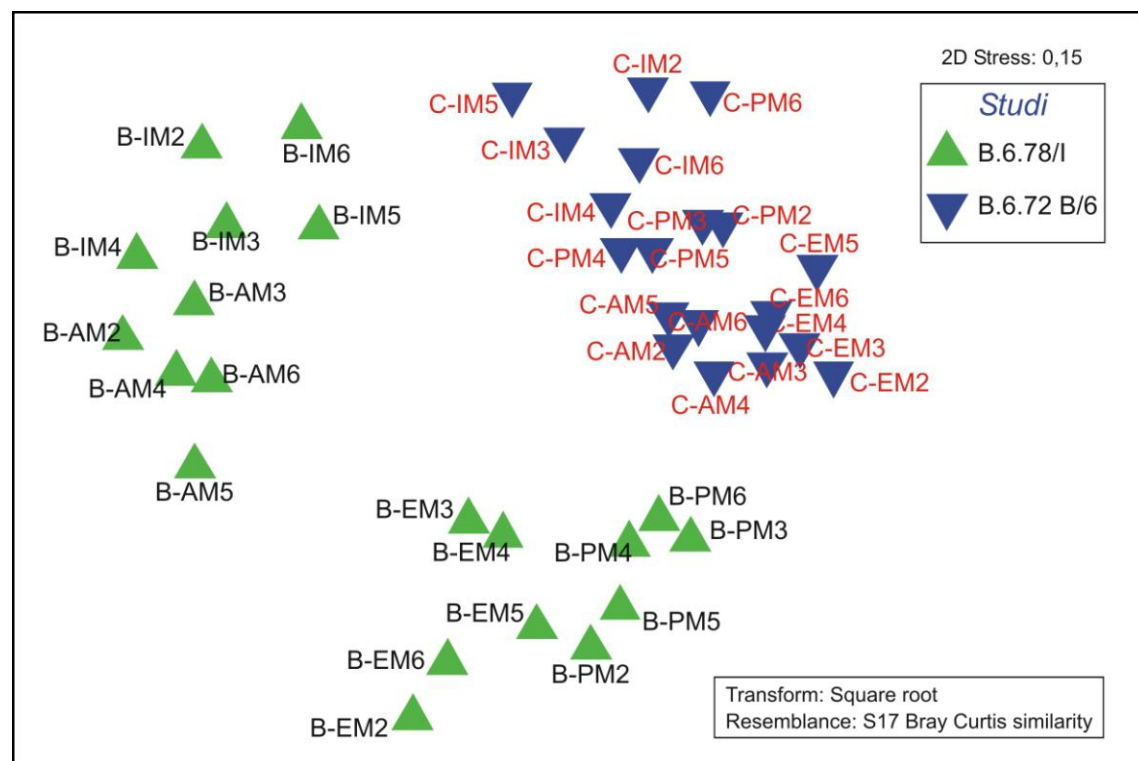


Figura A.4 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata).

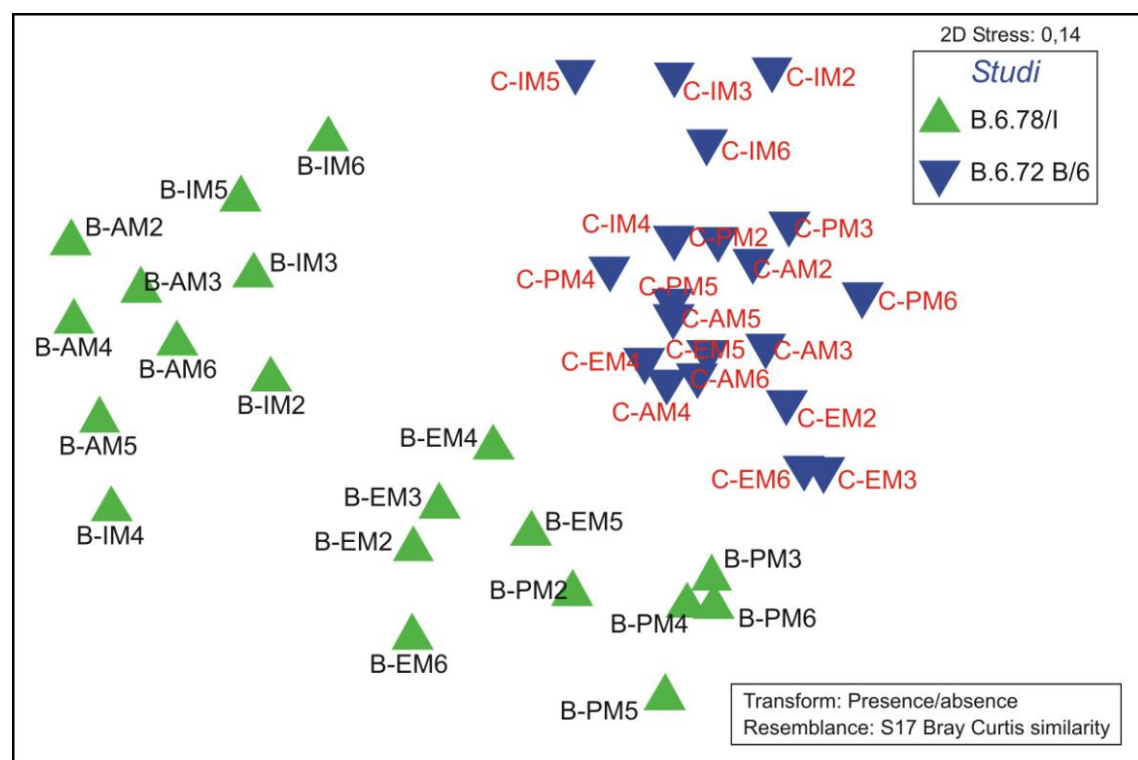


Figura A.5 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (presenza-assenza).

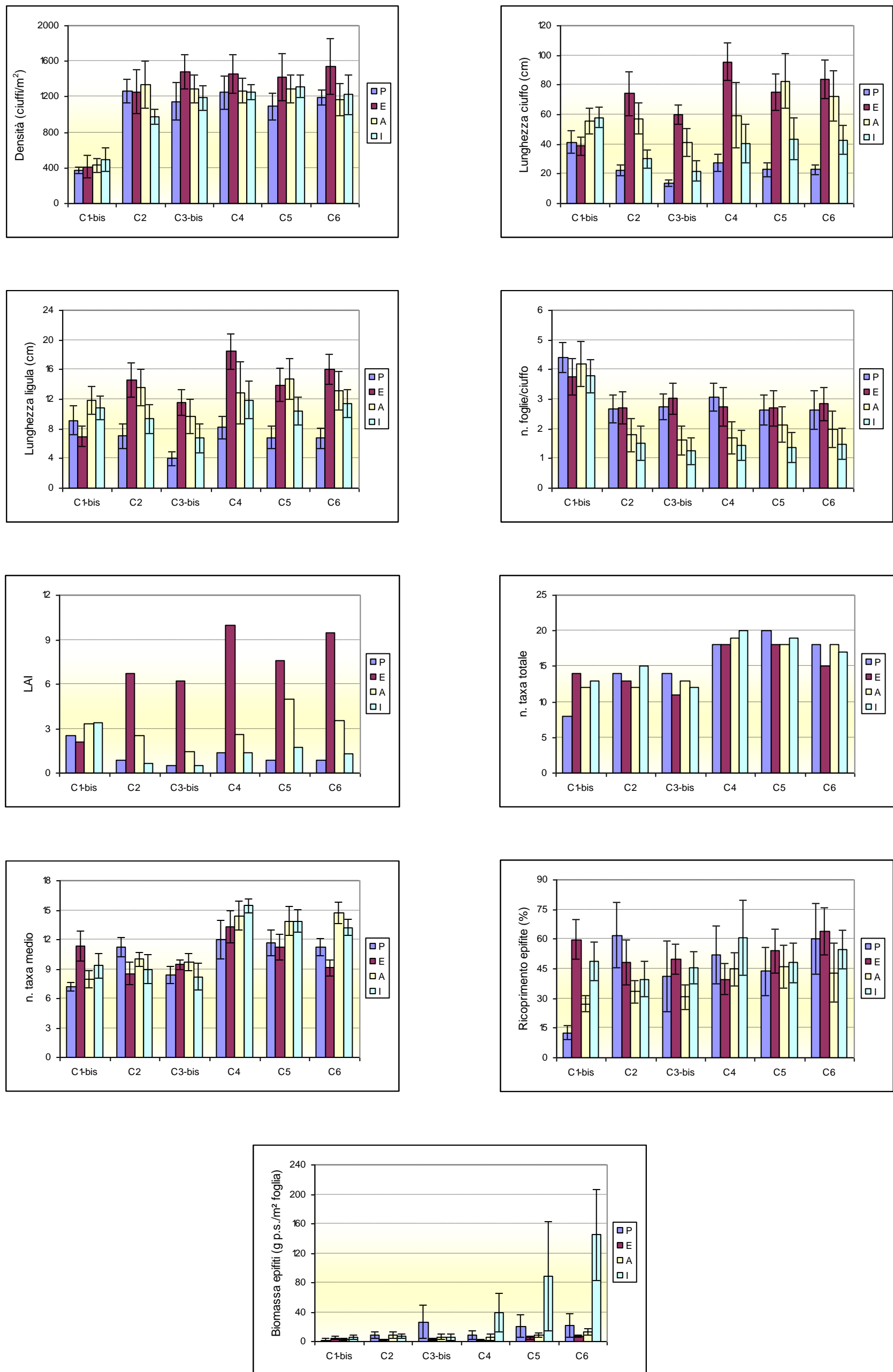


Figura A.6 - Bocca di porto di Chioggia: rappresentazione grafica e confronto di alcuni indicatori strutturali della Primavera (P), dell'Estate (E), dell'Autunno (A) e dell'Inverno (I) 2010.



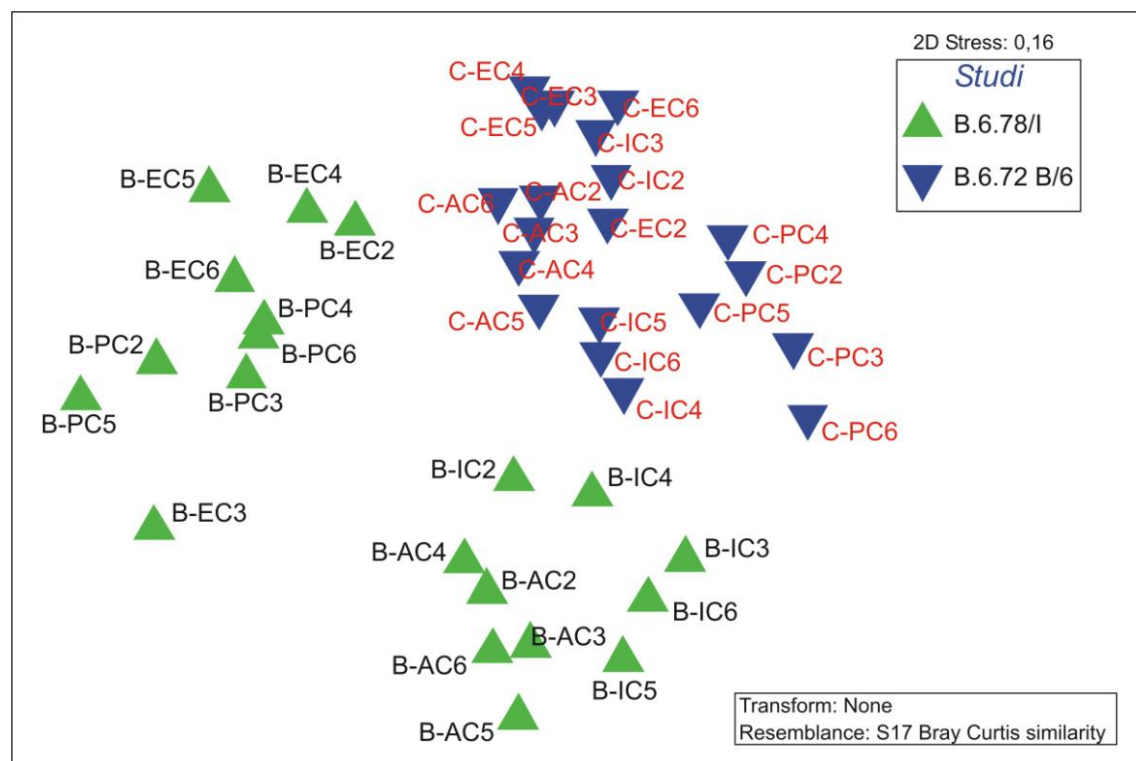


Figura A.7 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento senza trasformazione).

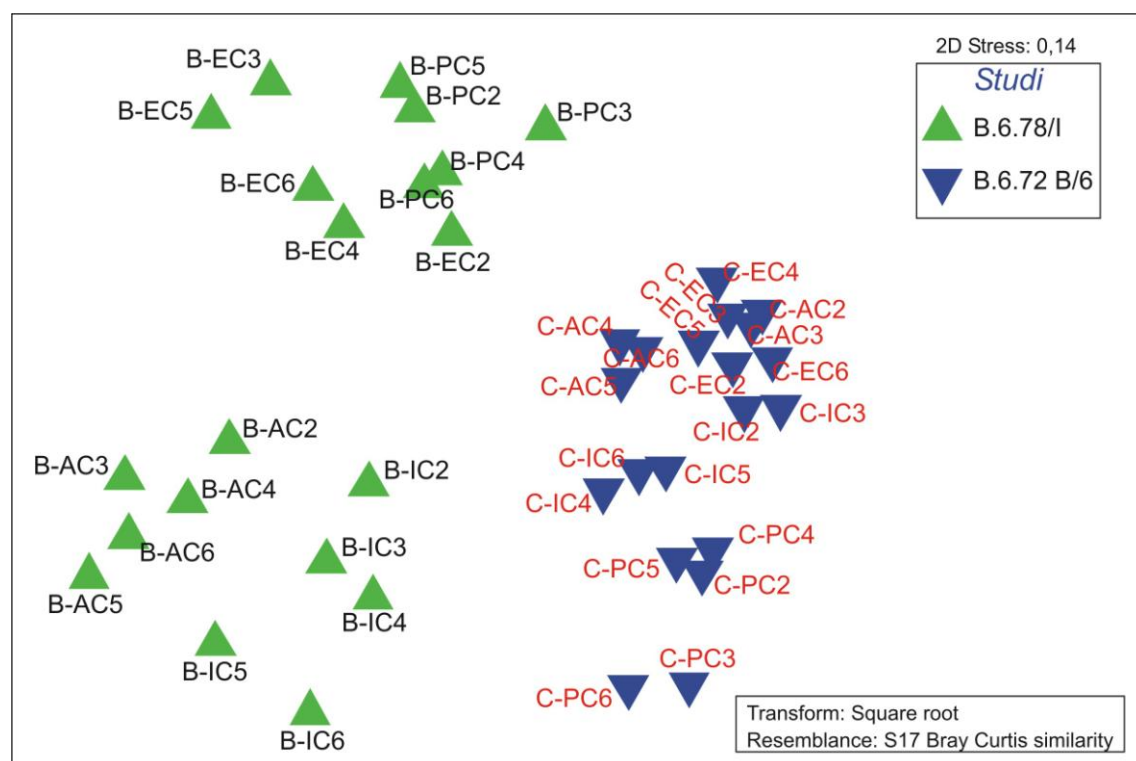


Figura A.8 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata).

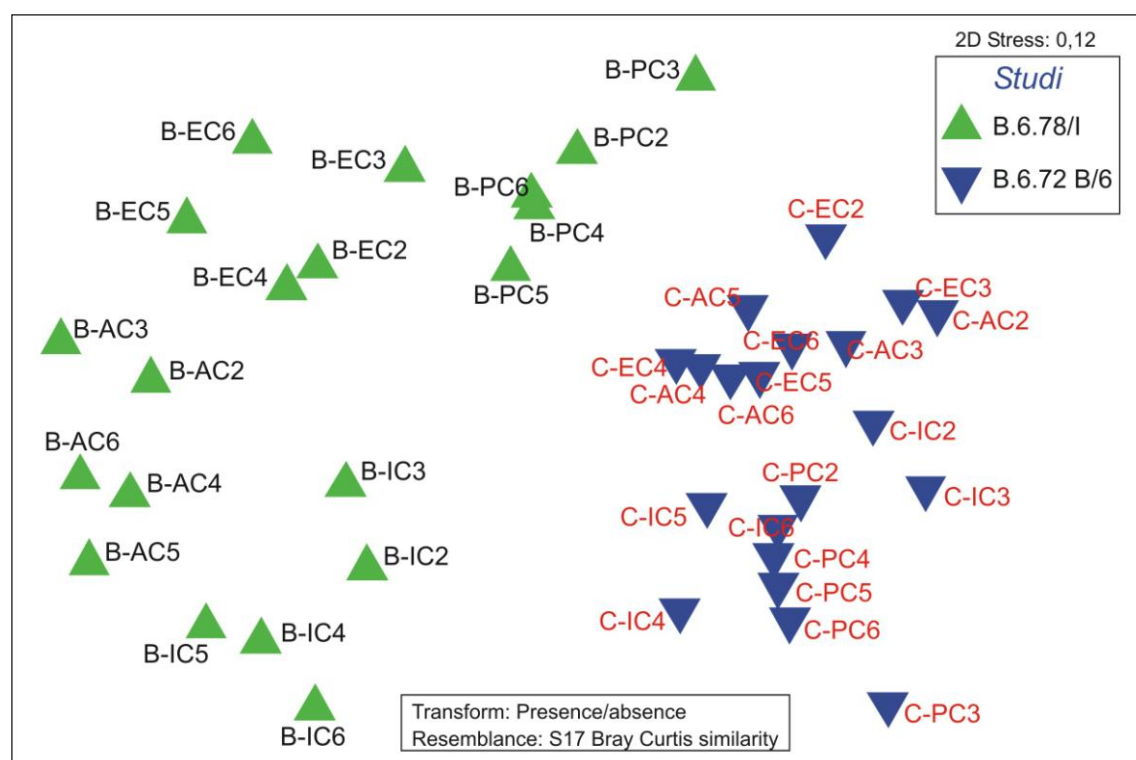


Figura A.9 - MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità epifitica nelle stazioni a *Cymodocea nodosa* (presenza-assenza).

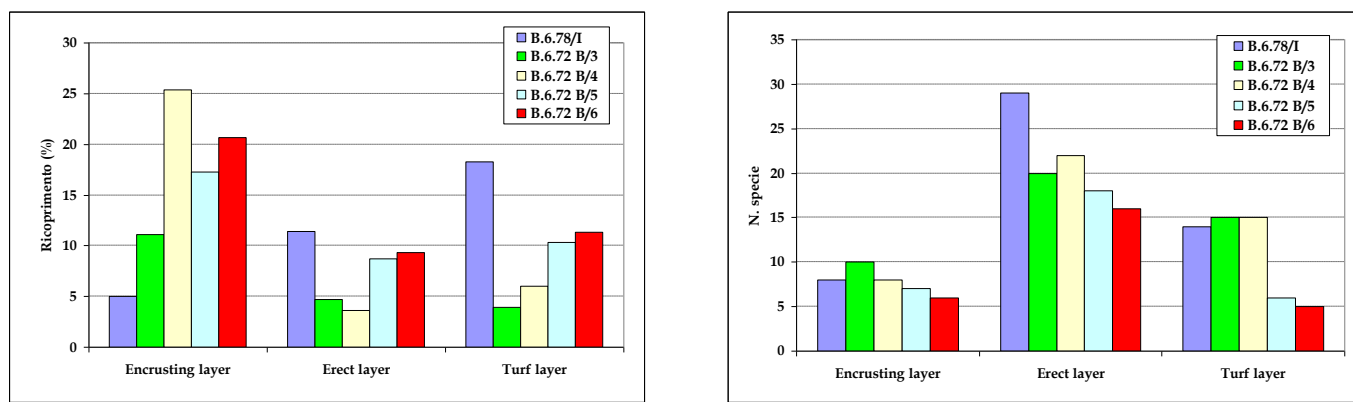


Fig. A.10 - Bocca di porto di Lido: variazioni della comunità epifitica (ripartita nelle tre categorie morfo-funzionali, tra lo studio di *ante operam* e gli ultimi quattro monitoraggi annuali (Studi B.6.78 B/3, B/4, B/5 e B/6).

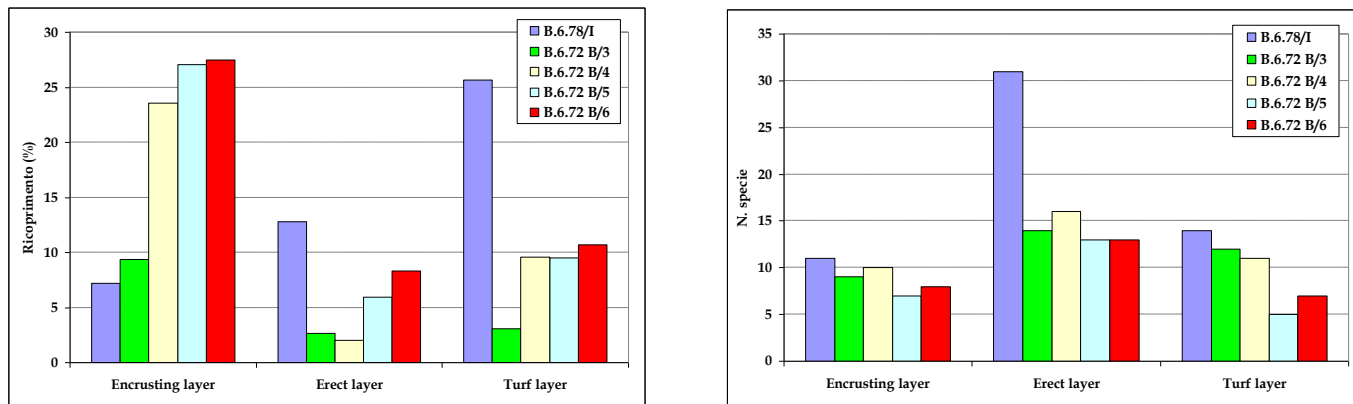


Fig. A.11 - Bocca di porto di Malamocco: variazioni della comunità epifitica, ripartita nelle tre categorie morfo-funzionali, tra lo studio *ante operam* e gli ultimi quattro monitoraggi annuali (Studi B.6.78 B/3, B/4, B/5 e B/6).

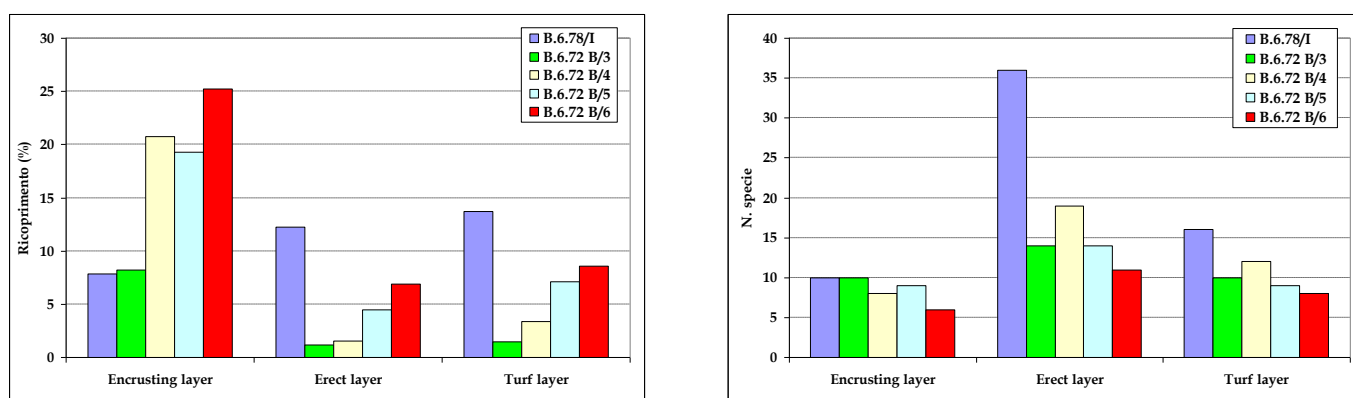


Fig. A.12 - Bocca di porto di Chioggia: variazioni della comunità epifitica, ripartita nelle tre categorie morfo-funzionali, tra lo studio *ante operam* e gli ultimi quattro monitoraggi annuali (Studi B.6.78 B/3, B/4, B/5 e B/6).

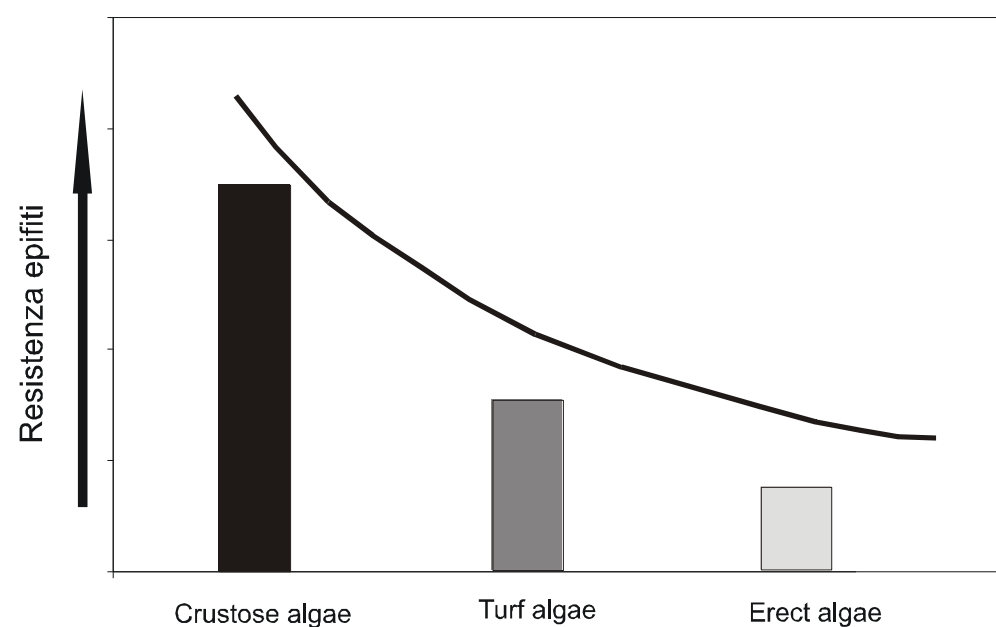


Fig. A.13 - Grado di resistenza delle tre tipologie algali morfo-funzionali a stress dovuti a variazioni dell'idrodinamismo (correnti, onde, ecc.)



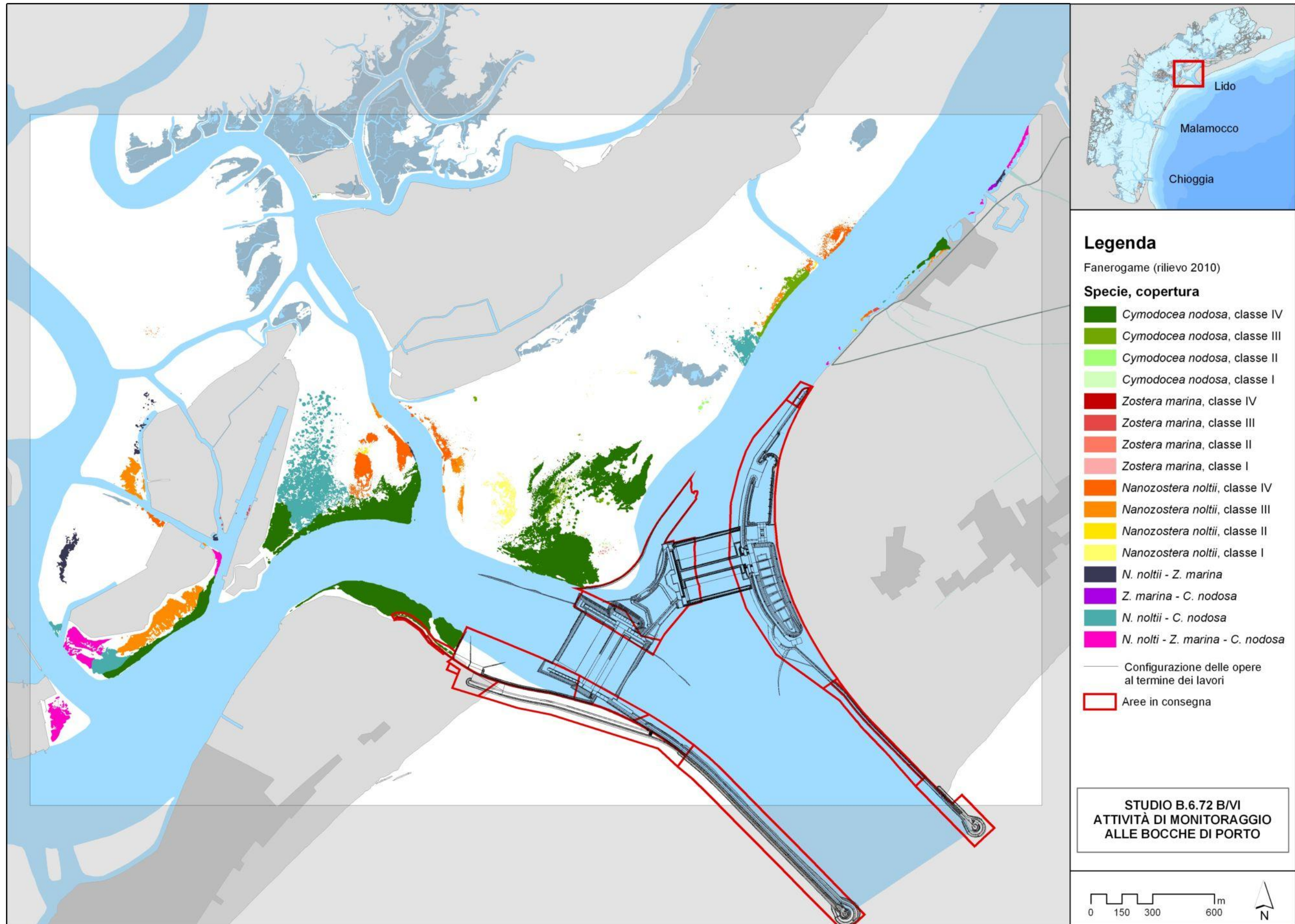


Figura A.14 - Mappatura relativa al 2010 della bocca di porto di Lido.



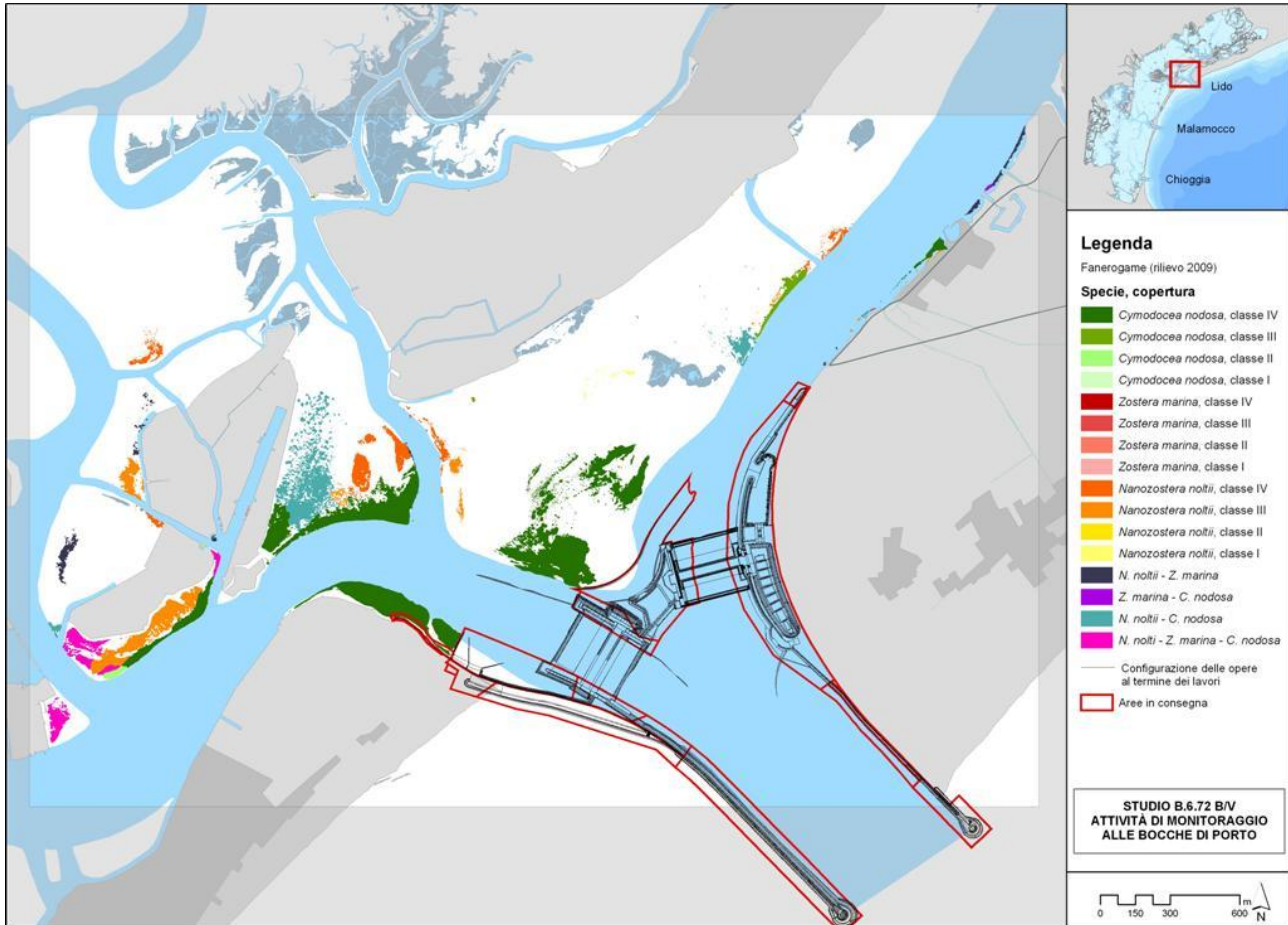


Figura A.15 - Mappatura relativa al 2009 della bocca di porto di Lido.



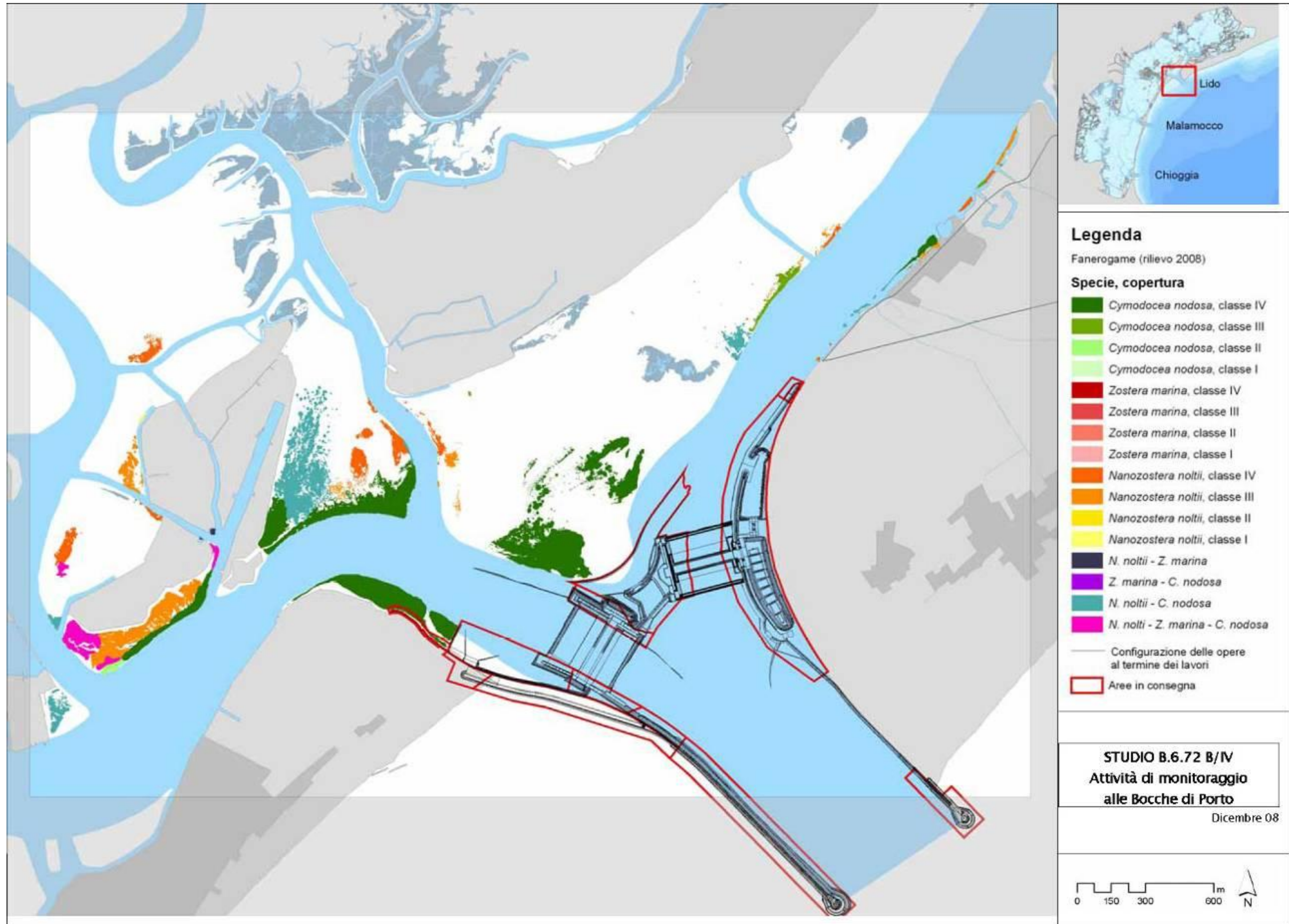


Figura A.16 - Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Lido.



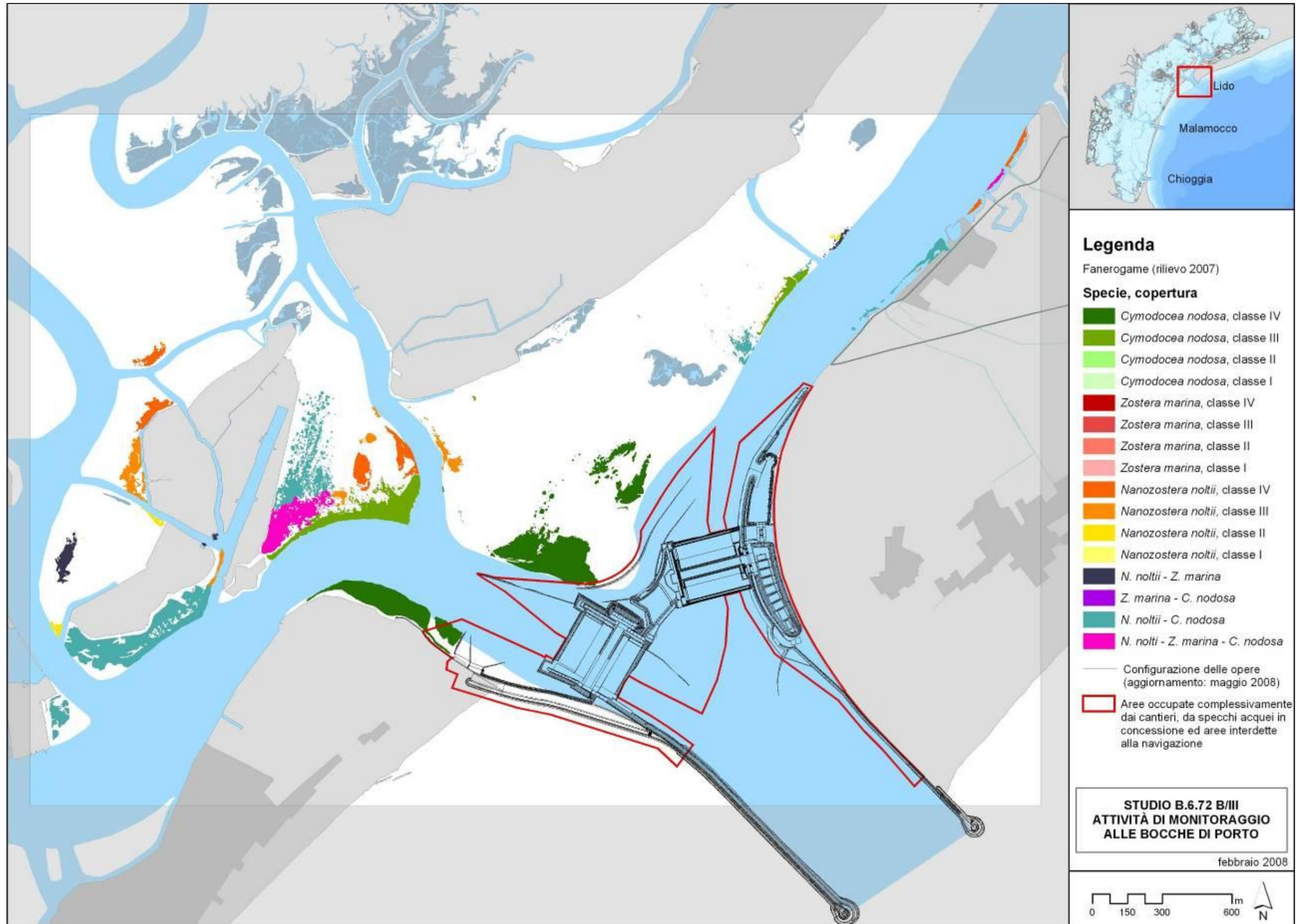


Figura A.17 - Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Lido.



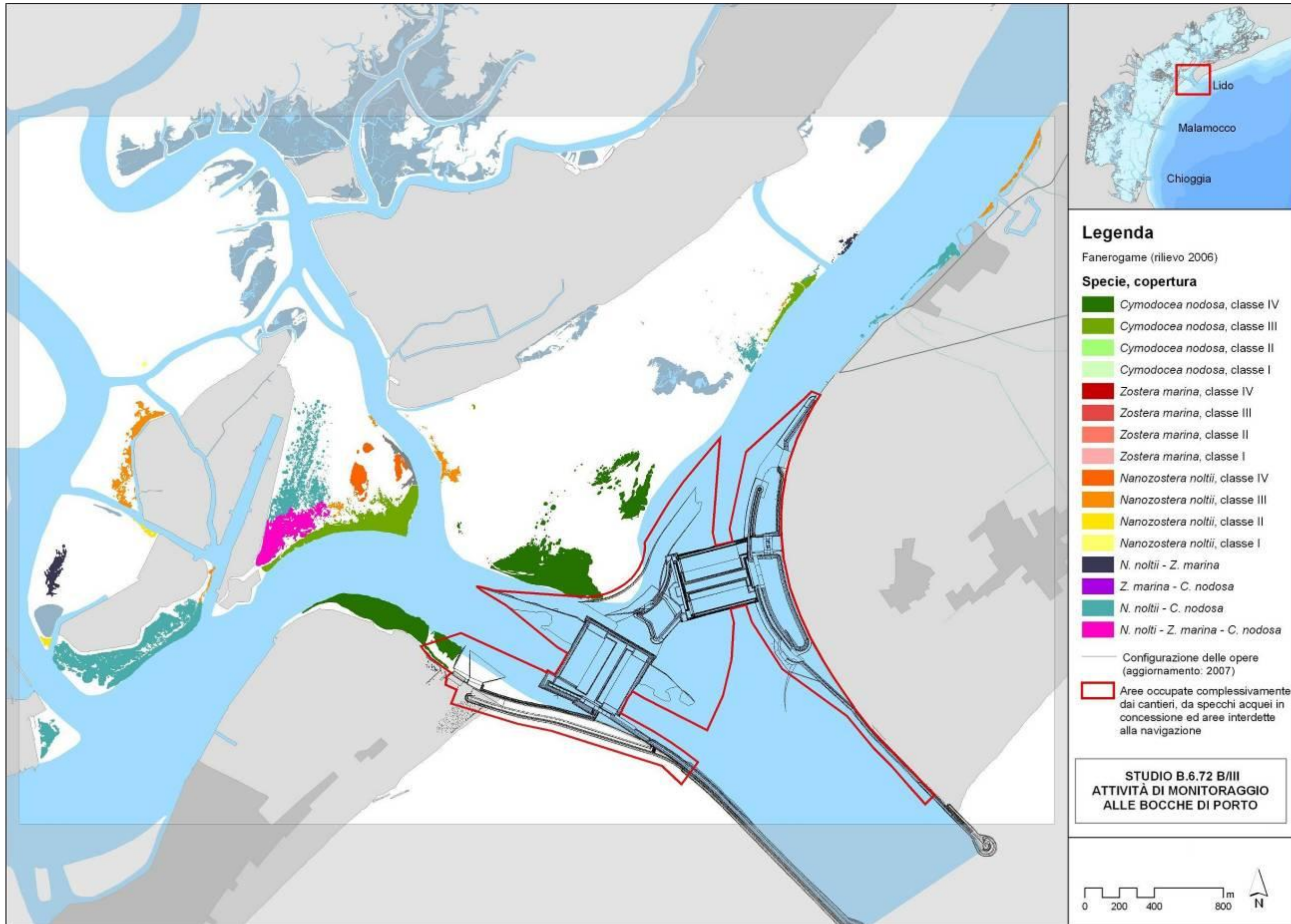


Figura A.18 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Lido.



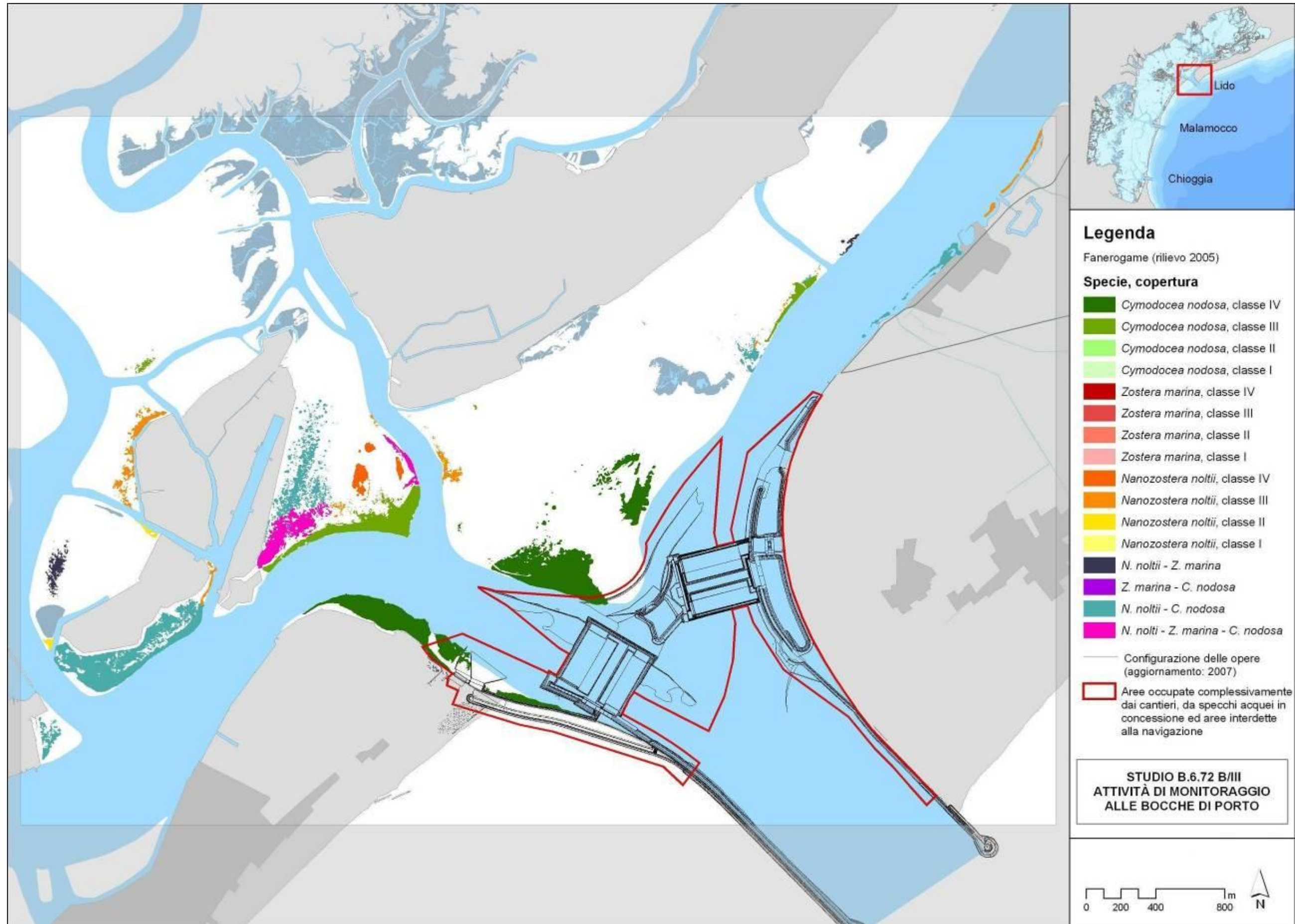


Figura A.19 - Mappatura relativa al 2005 della bocca di porto di Lido.



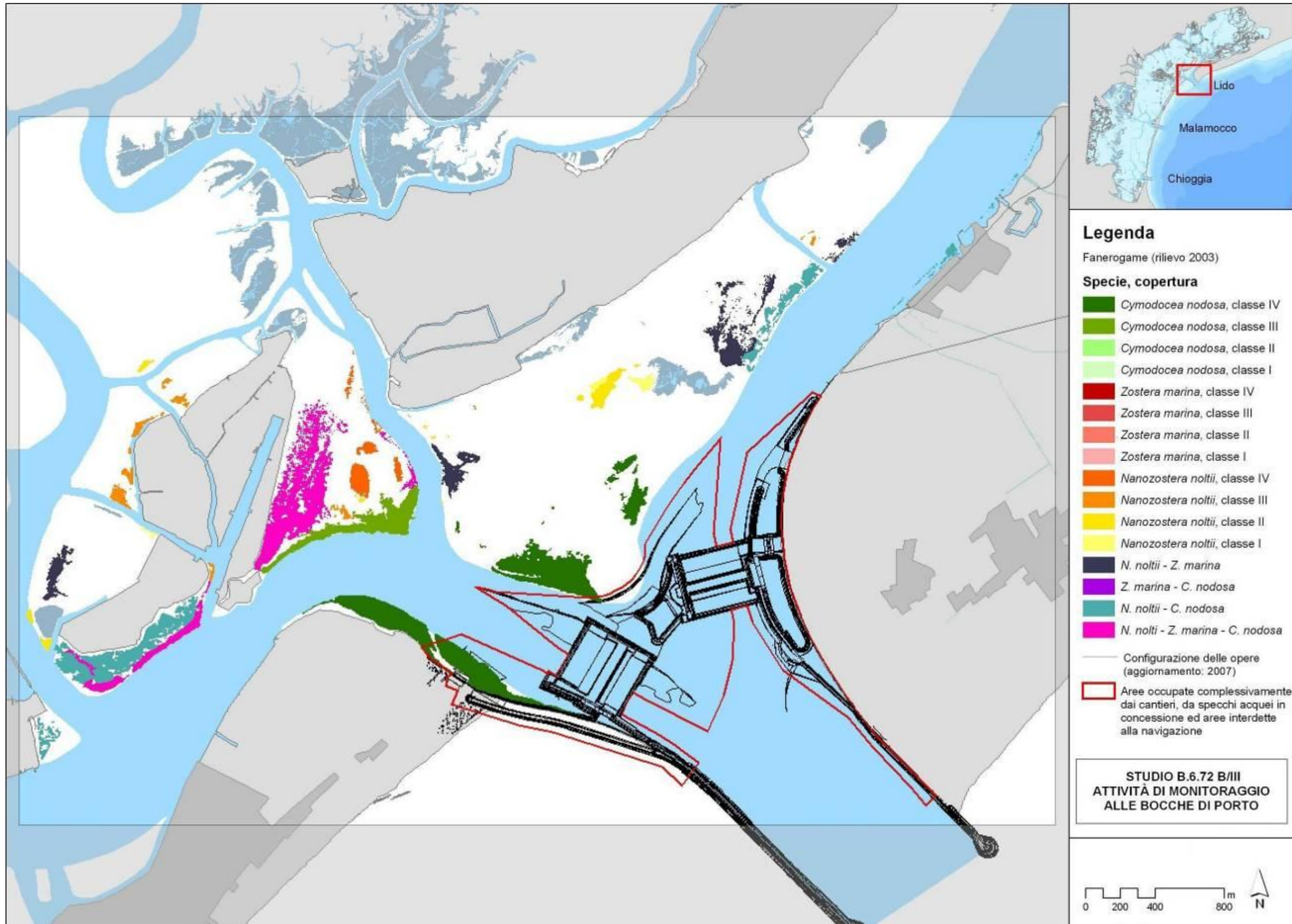


Figura A.20 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Lido.



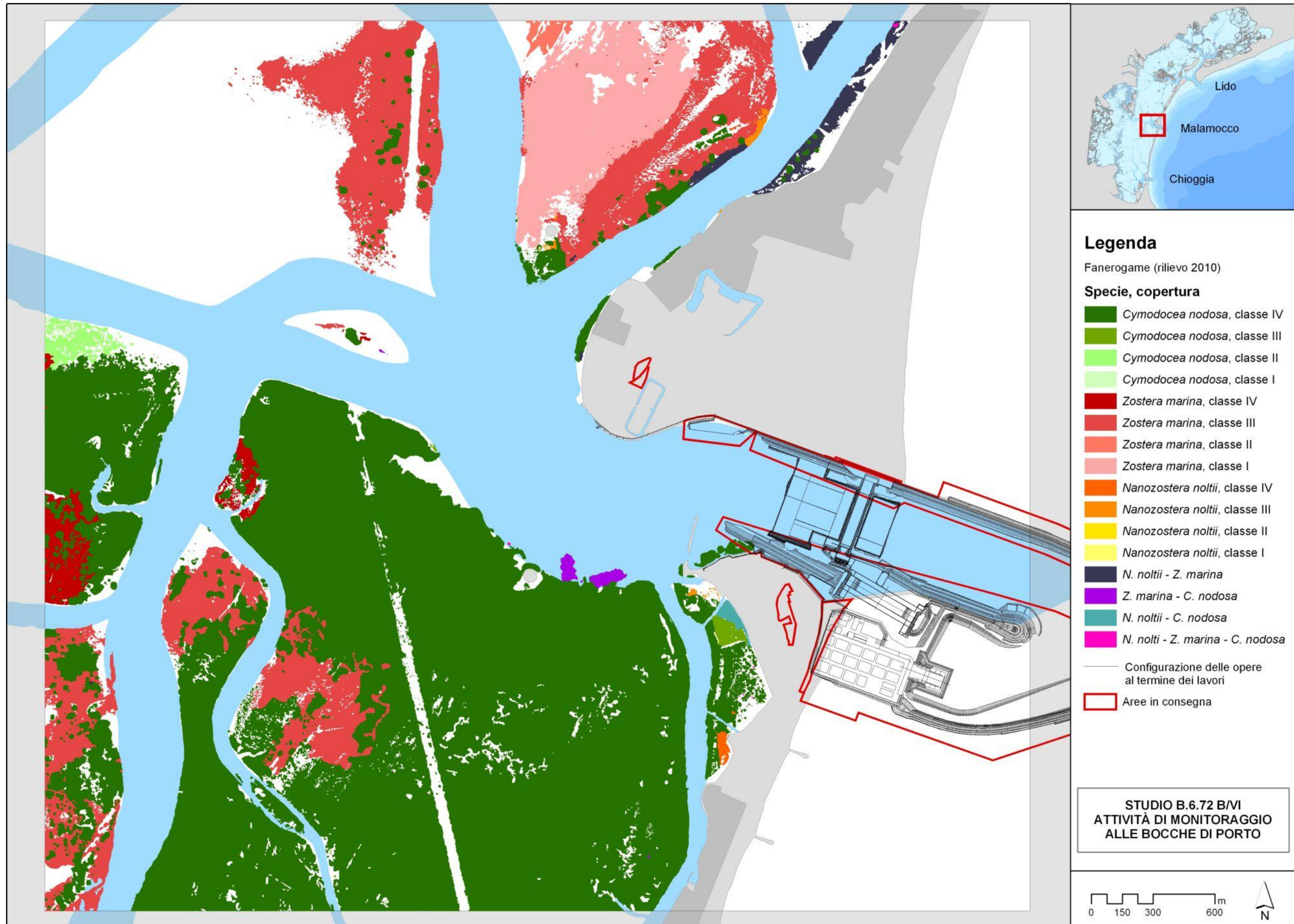


Figura A.21 - Mappatura relativa al 2011 della bocca di porto di Malamocco.



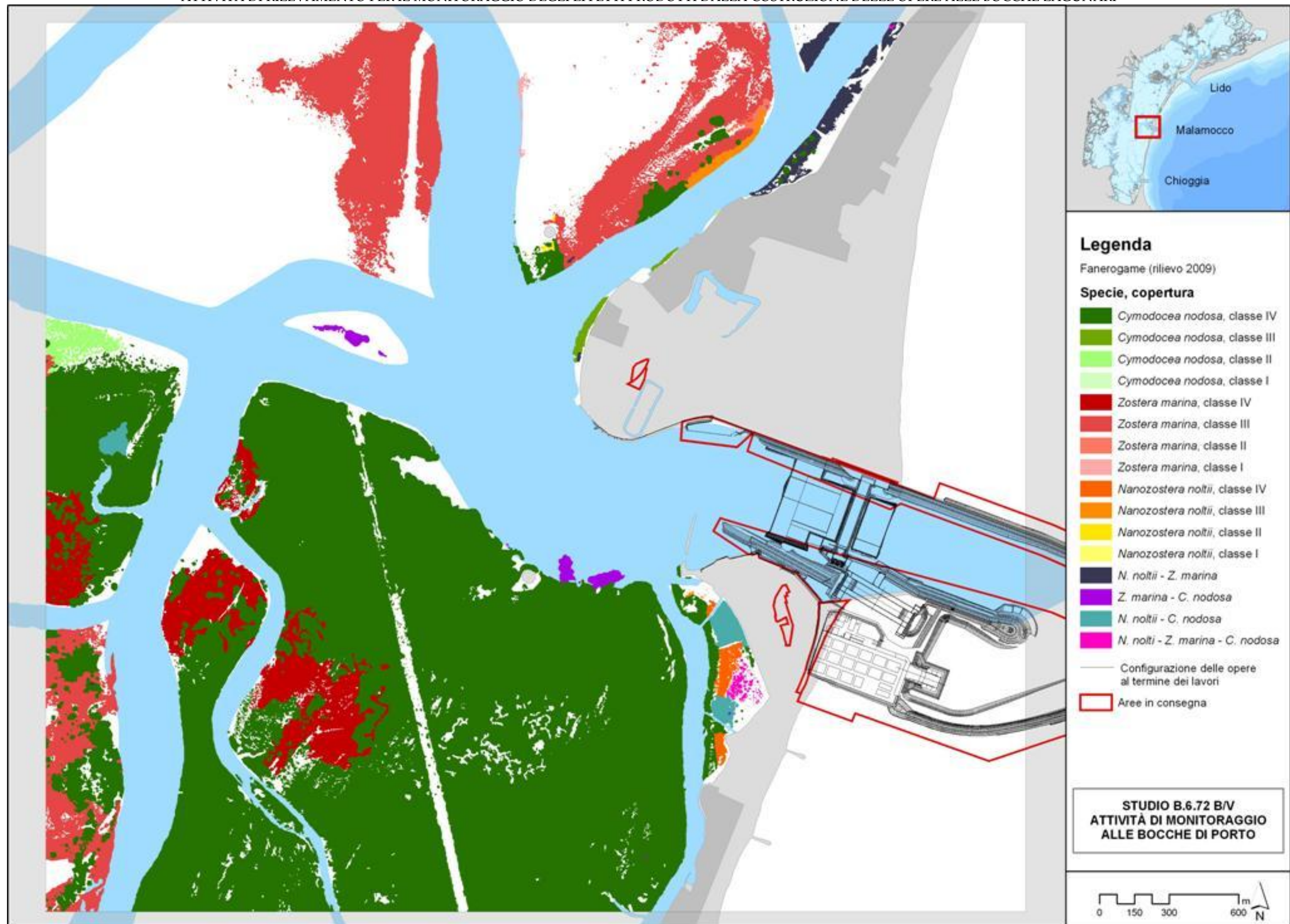


Figura A.22 - Mappatura relativa al 2009 della bocca di porto di Malamocco.



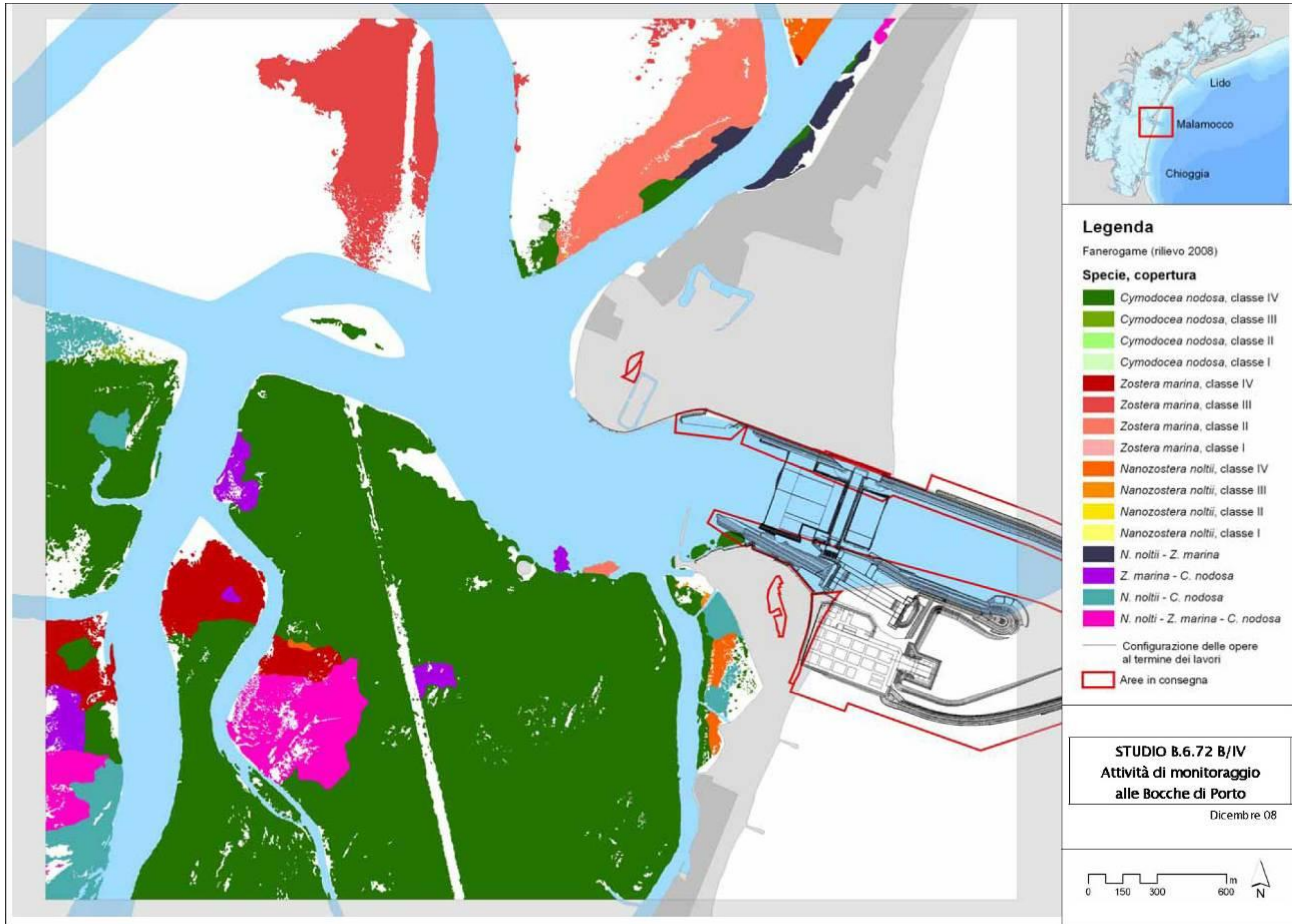


Figura A.23 - Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Malamocco.



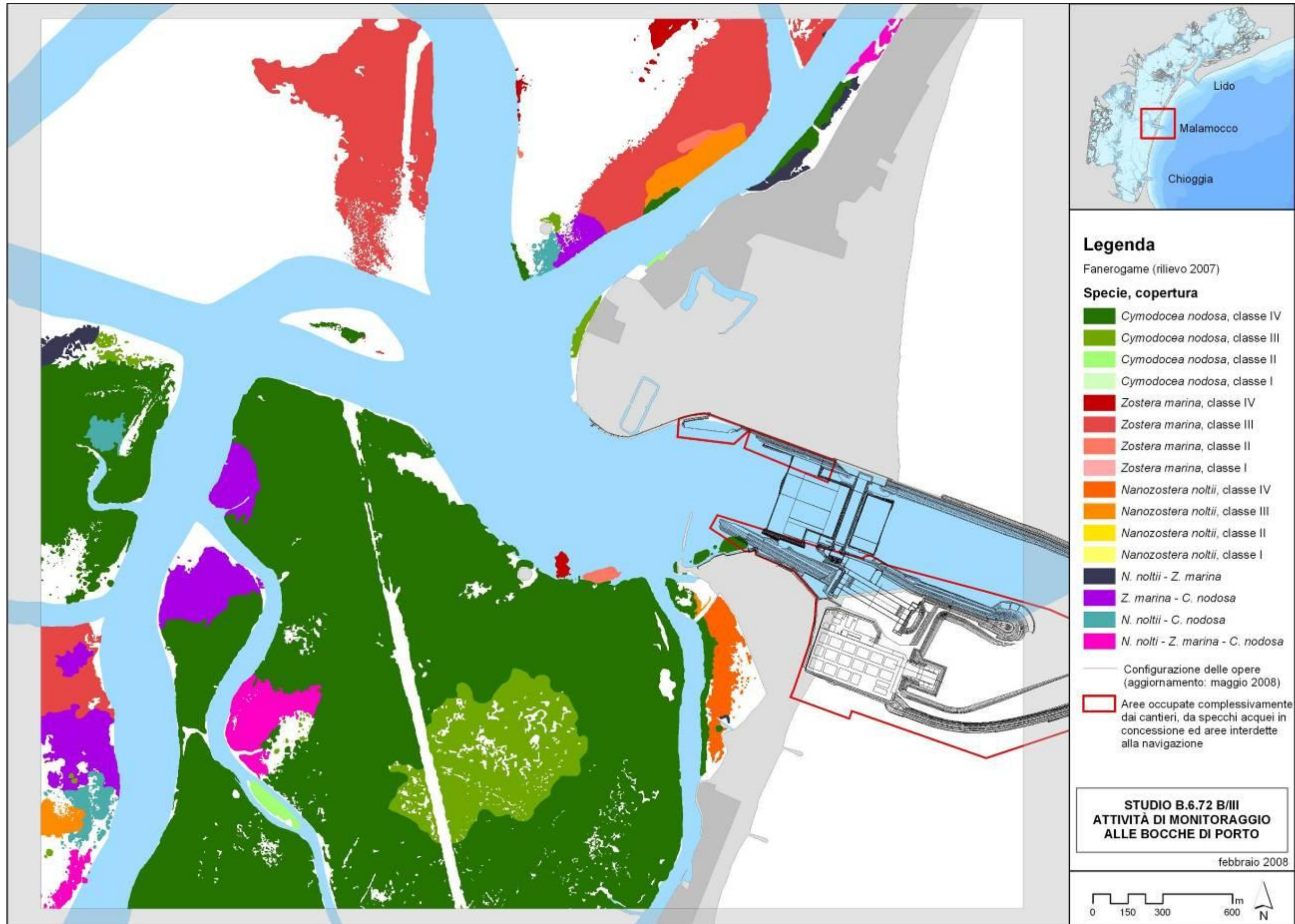


Figura A.24 - Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Malamocco.



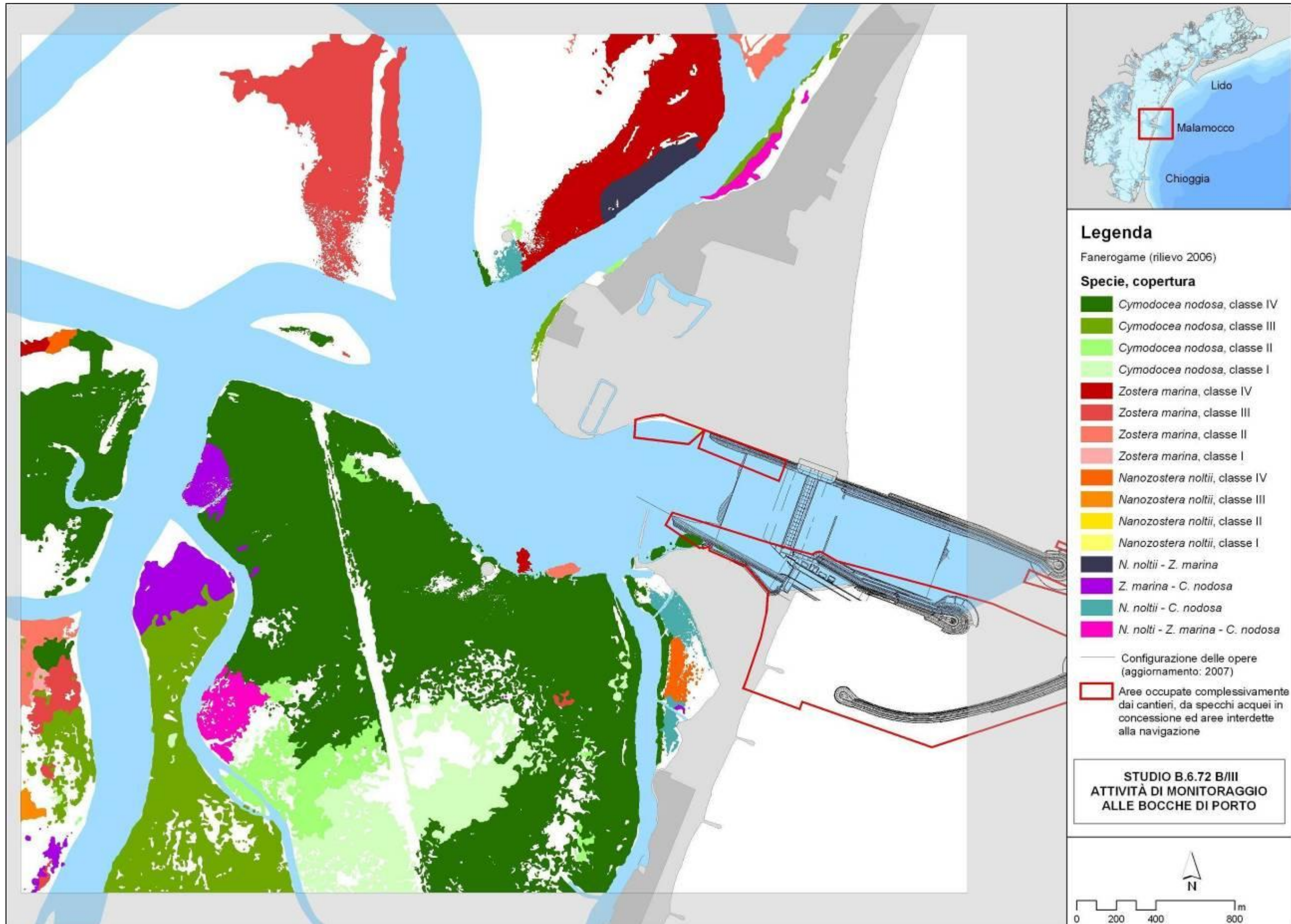


Figura A.25 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Malamocco.



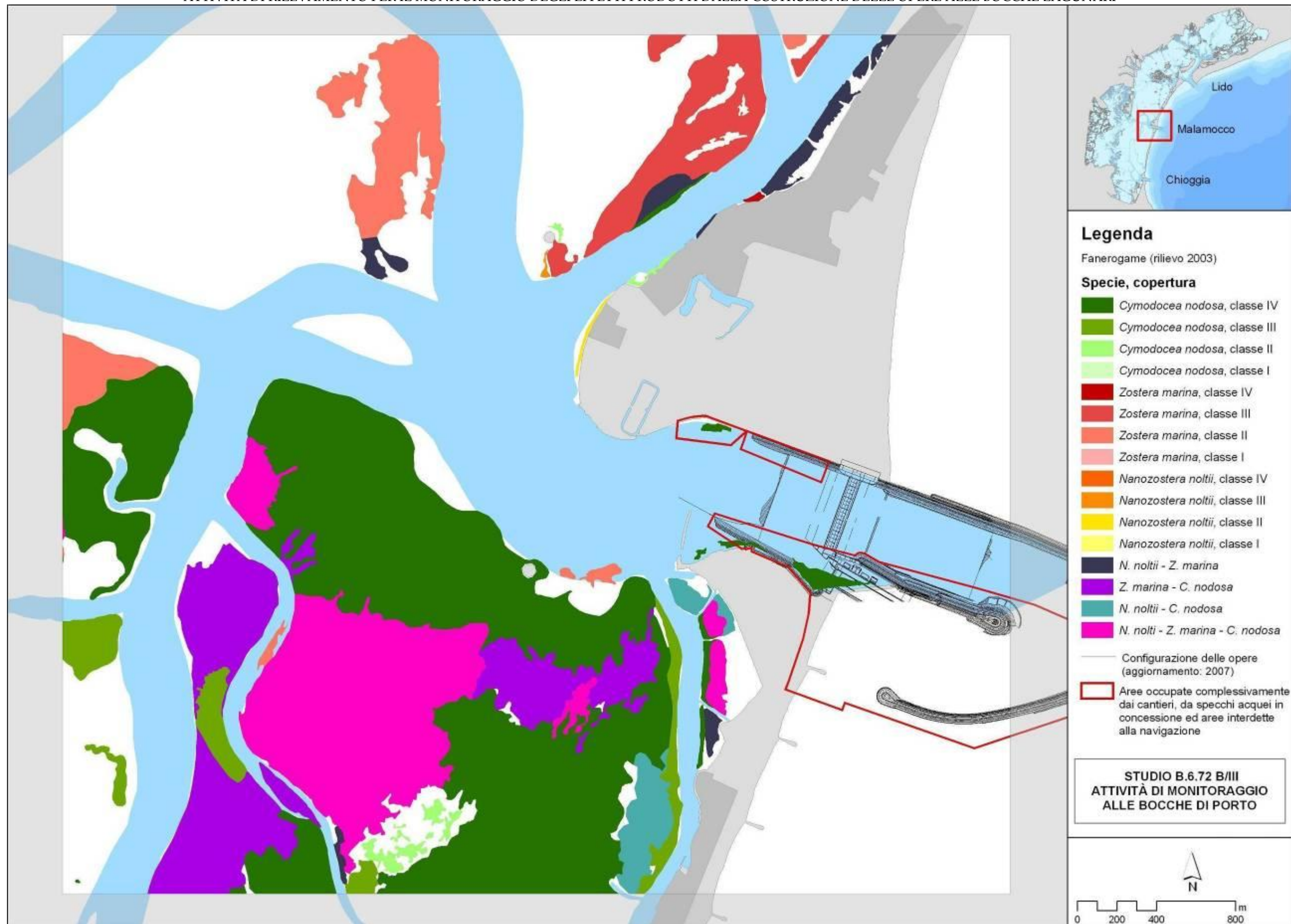


Figura A.26 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Malamocco.



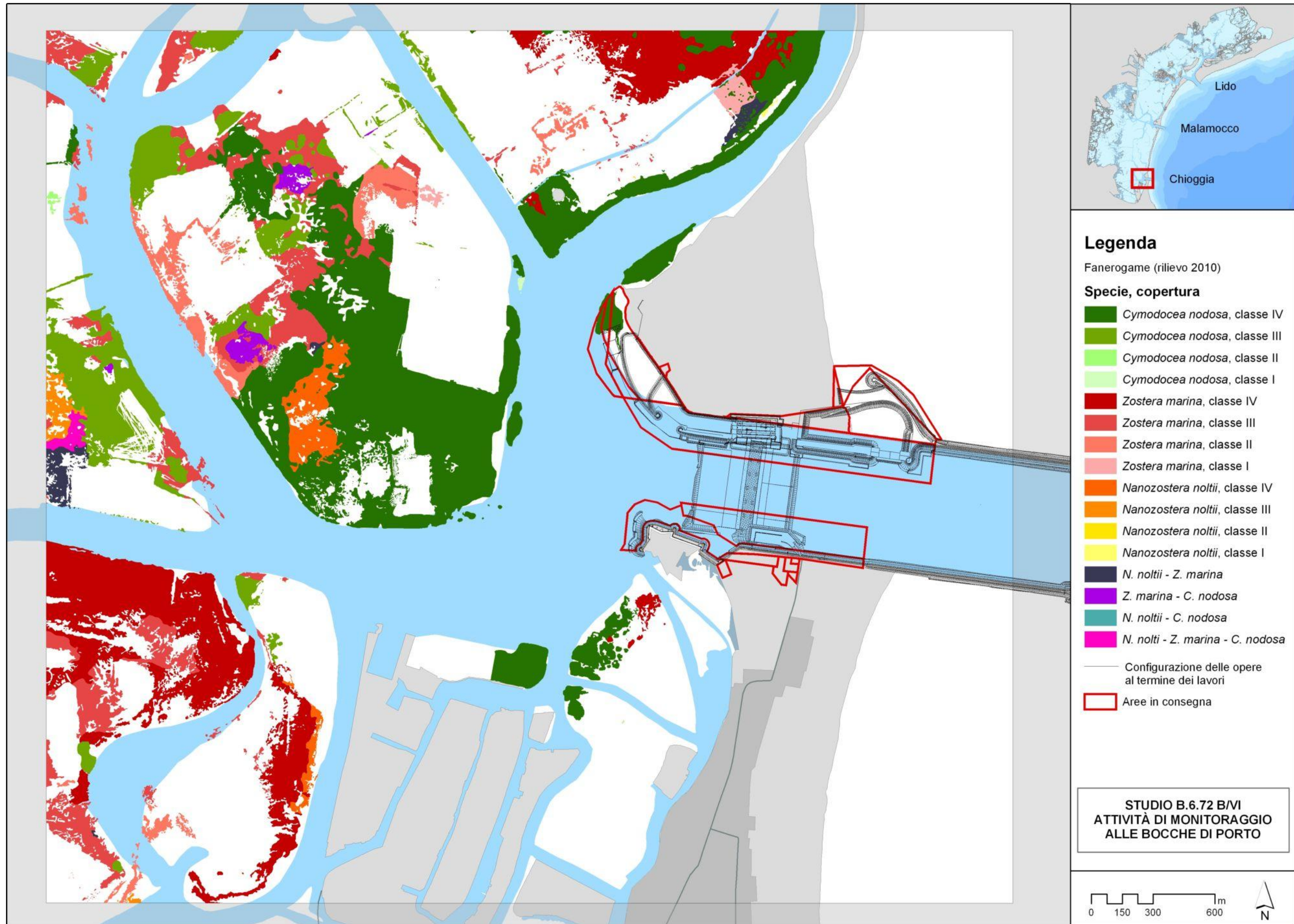


Figura A.27 - Mappatura relativa al 2011 della bocca di porto di Chioggia.



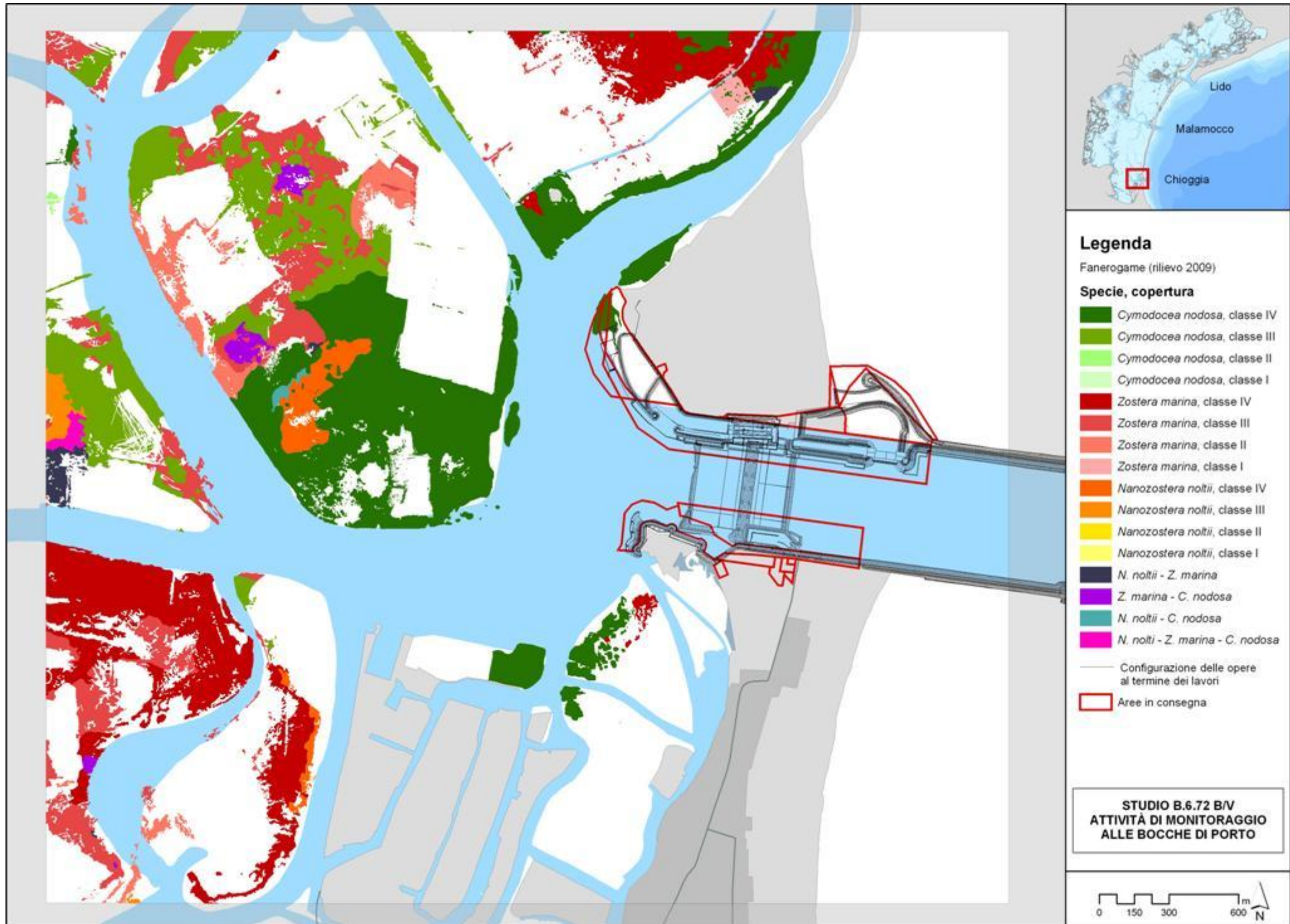


Figura A.28 - Mappatura relativa al 2009 della bocca di porto di Chioggia.



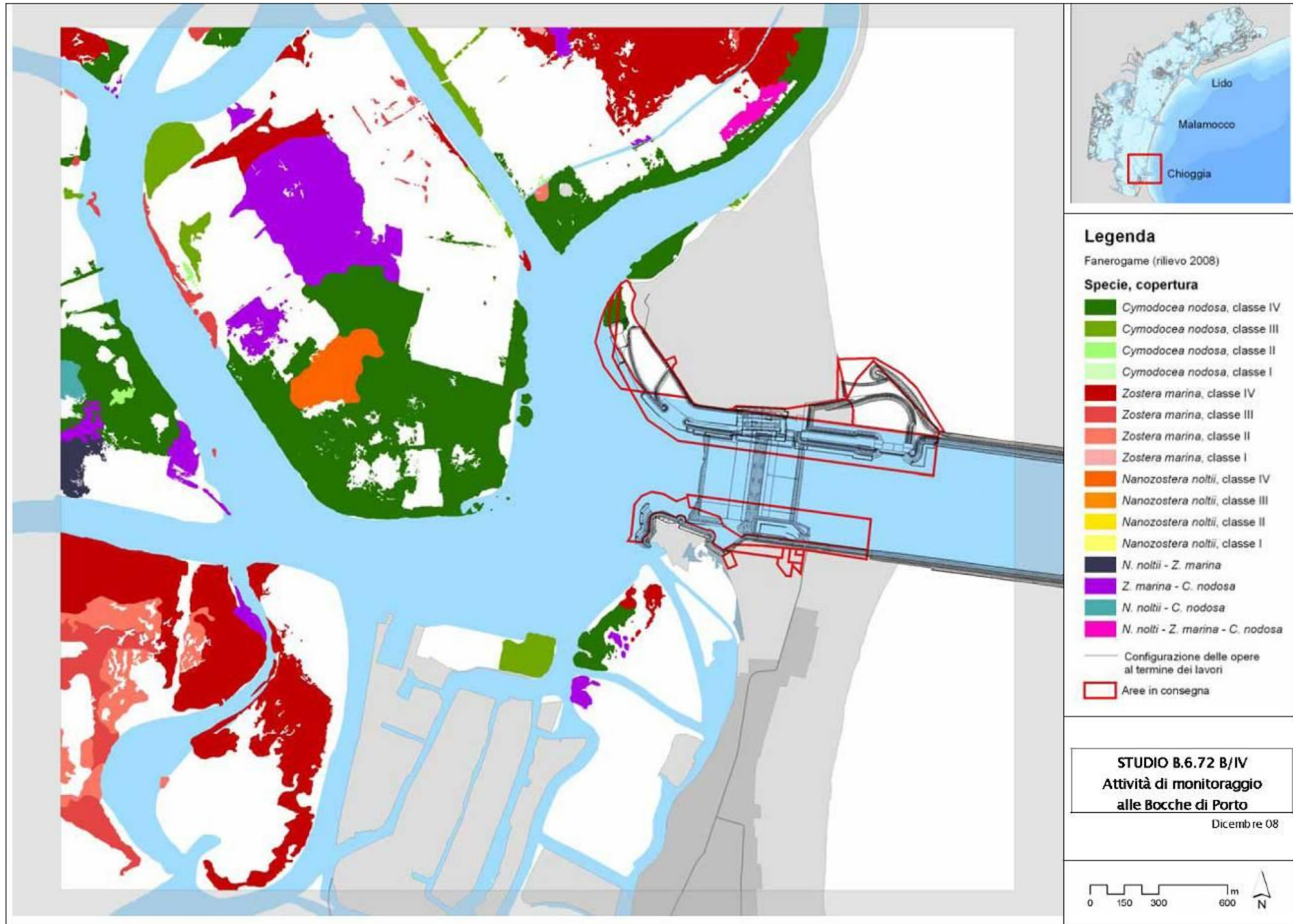


Figura A.29 - Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Chioggia.



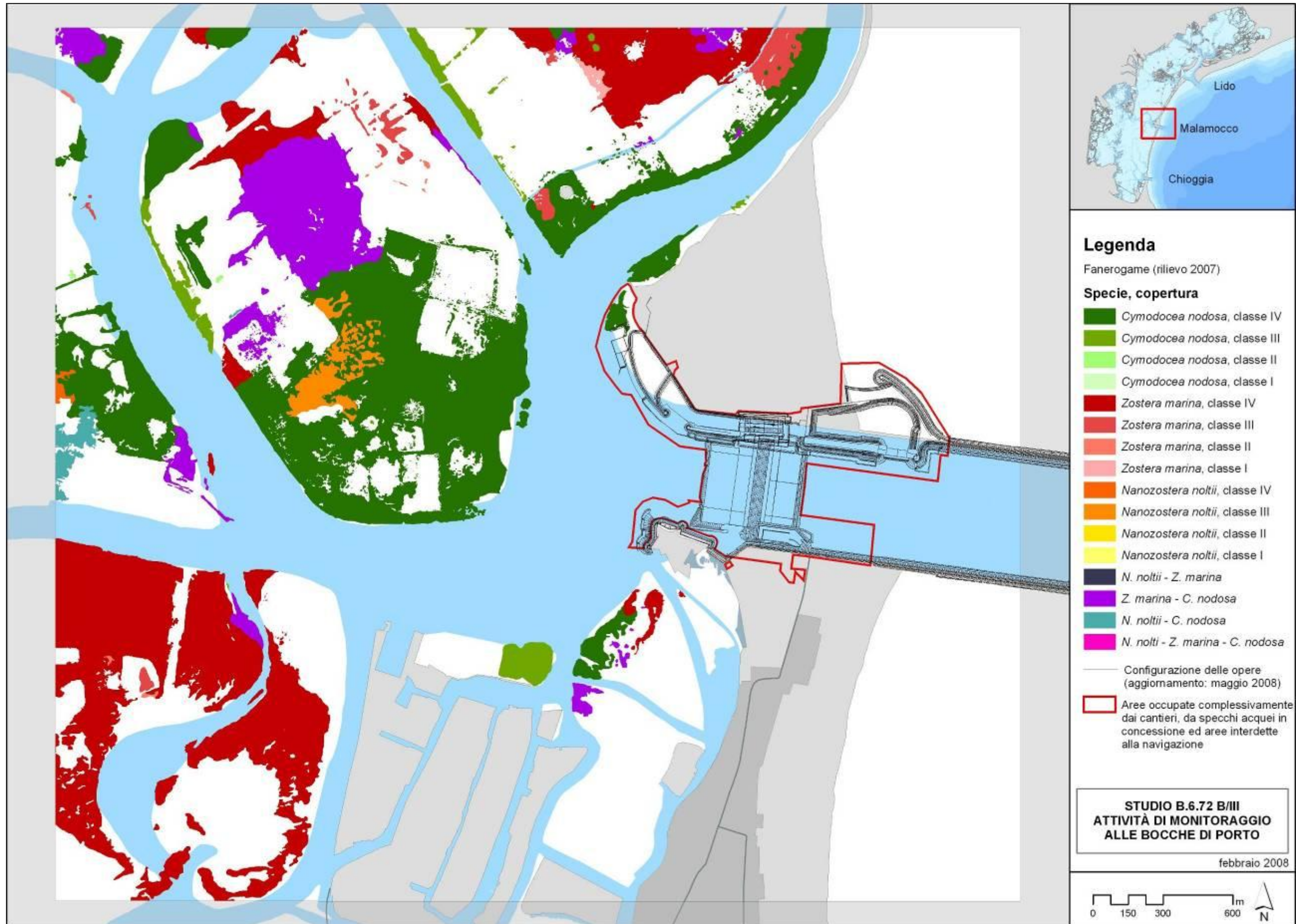


Figura A.30 - Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Chioggia.



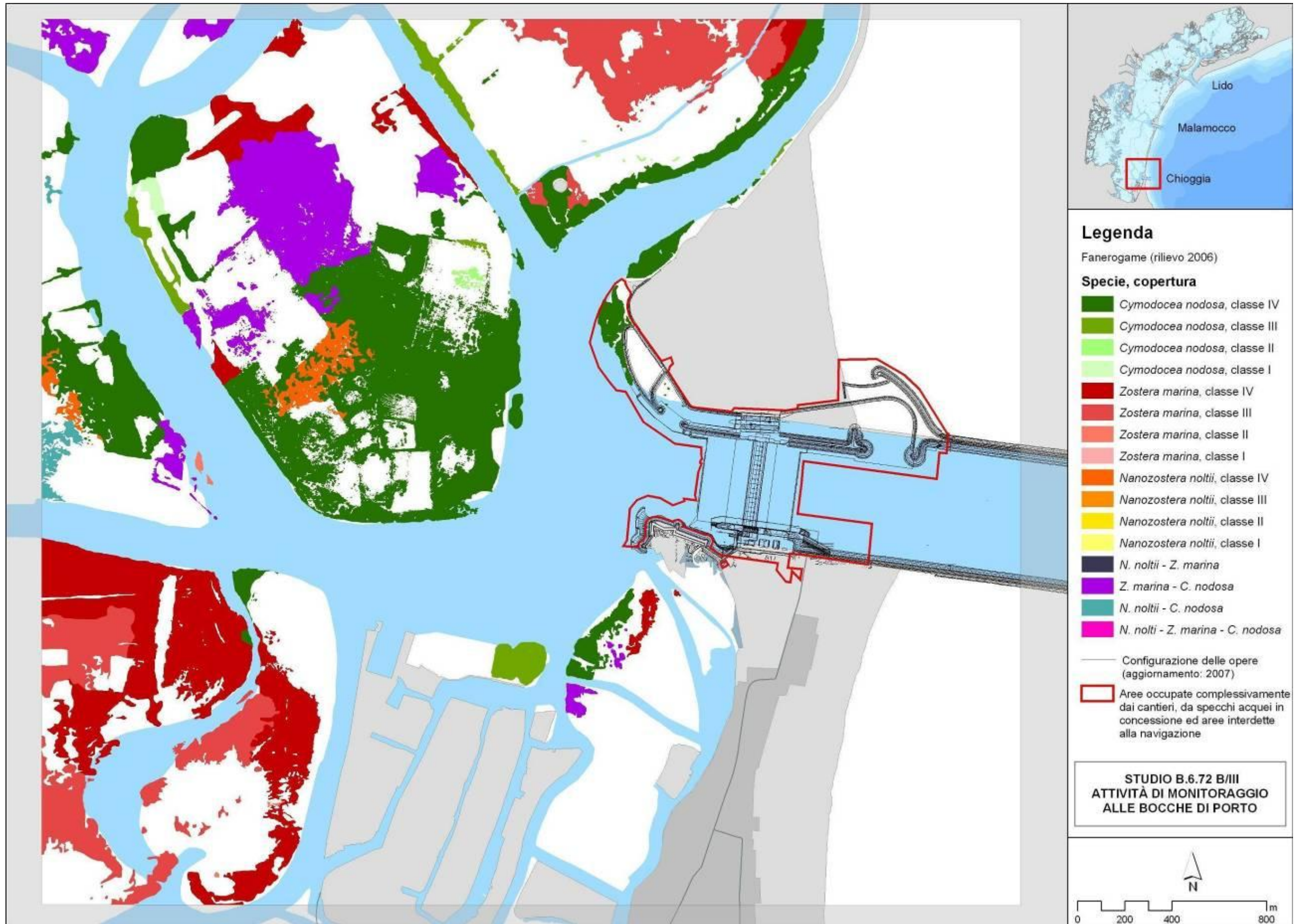


Figura A.31 - Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Chioggia.



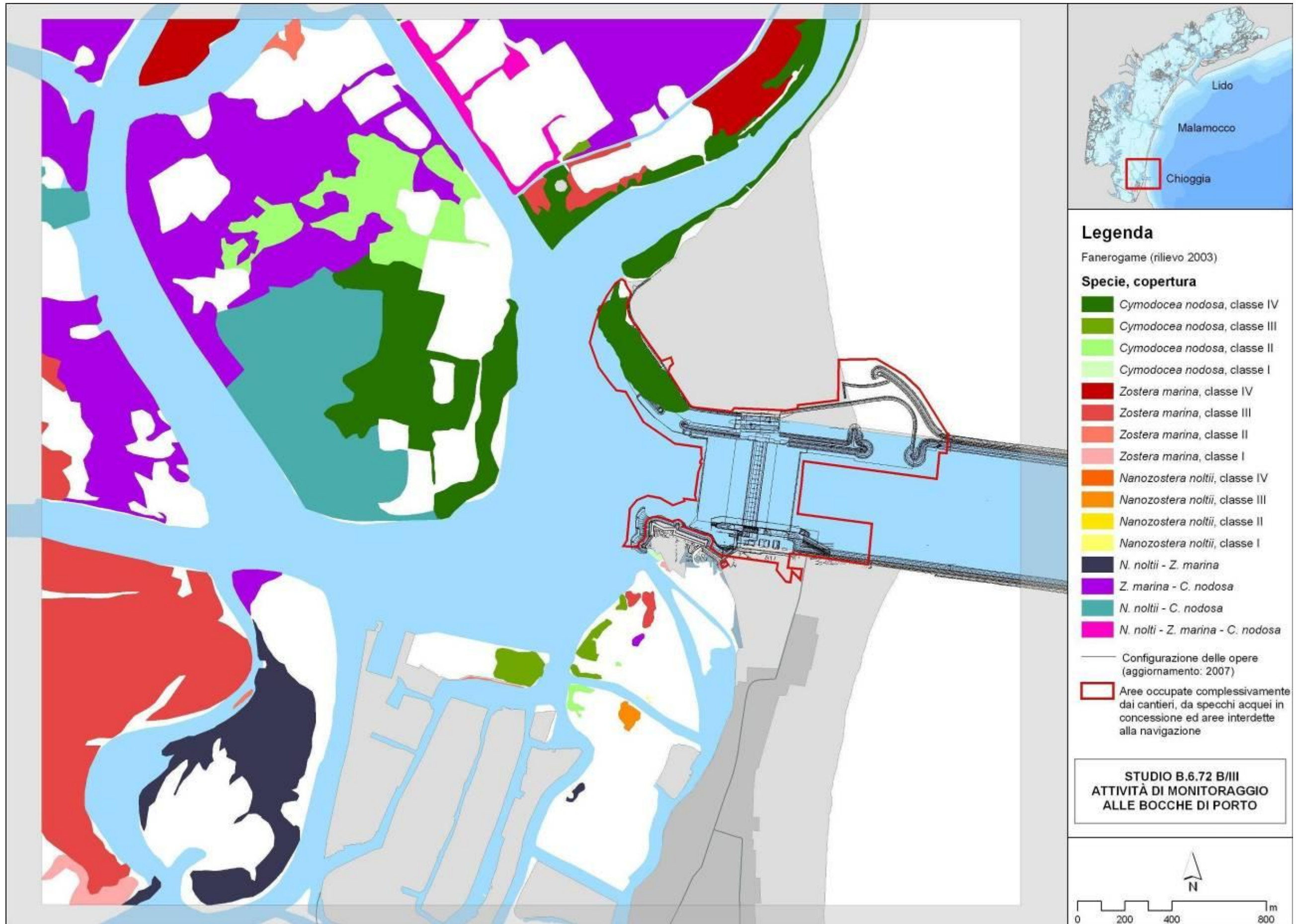


Figura A.32 - Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Chioggia