



Consorzio per il coordinamento delle ricerche
inerenti al 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/13**

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

Documento **MACROATTIVITÀ: PRATERIE A FANEROGAME
II RAPPORTO DI VALUTAZIONE**

Versione **1.0**

Emissione **15 Maggio 2018**

Redazione

Dott. Daniele Curiel
(SELC)

Verifica

Prof. Adriano Sfriso
(UNIVE)

Verifica

Dott.ssa Paola Del Negro

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

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

Indice

1 PREMESSA	3
1.1 Introduzione.....	3
1.2 Obiettivi.....	3
2 ATTIVITÀ ESEGUITE	5
2.1 Generalità ed attività preliminari.....	5
2.1.1 Fase preparatoria.....	5
2.1.2 Attività di campo e di laboratorio.....	6
3 RISULTATI E VALUTAZIONI	12
3.1 Misure nelle 18 stazioni di controllo.....	12
3.2 Campagna di misura di novembre 2017	13
3.2.1 Bocca di porto di Lido (novembre 2017).....	13
3.2.2 Bocca di porto di Malamocco (novembre 2017).....	19
3.2.3 Bocca di porto di Chioggia (novembre 2017).....	28
3.3 Confronto tra le due campagne di misura 2017 e lo studio di riferimento del 2003.....	35
3.3.1 Le stazioni della bocca di porto di Lido.....	35
3.3.2 Le stazioni della bocca di porto di Malamocco.....	38
3.3.3 Le stazioni della bocca di porto di Chioggia	42
3.3.4 Analisi della frequenza di rinvenimento degli epifiti	46
3.3.5 Analisi generale delle variazioni osservate nell'epifitismo delle fanerogame marine	50
4 CONSIDERAZIONI FINALI	54
5 BIBLIOGRAFIA	57

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

Dott. Daniele Curiel (SELC)

Dott. Andrea Rismondo (SELC)

Dott.ssa Chiara Miotti (SELC)

Dott. Andrea Pierini (SELC)

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

Dott.ssa Chiara Miotti (SELC)

Dott. Emiliano Checchin (SELC)

1 PREMESSA

1.1 Introduzione

Il presente rapporto espone i risultati della campagna autunnale 2018 del tredicesimo 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. Le praterie a fanerogame costituiscono uno dei componenti degli ecosistemi di pregio oggetto dello Studio B.6.72 B/13: "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - 13^a fase". Il presente studio rappresenta la prosecuzione, per ulteriori 20 mesi (maggio 2017 - dicembre 2018), delle attività di monitoraggio previste:

- 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 la bocca di porto di Lido, e dello Studio B.6.72 B/2 Variante (novembre 2006 - aprile 2007) per le bocche di Malamocco e Chioggia;
- degli Studi B.6.72 B/3-B/12 (maggio 2007 - aprile 2017) per le bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

In particolare, è continuata la mappatura della vegetazione radicata acquatica sommersa presso le tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia (condotta tra agosto e dicembre 2017) ed il monitoraggio delle caratteristiche fenologiche e di crescita delle praterie a fanerogame, su una rete di 18 stazioni equamente distribuite fra le tre bocche. Le campagne di misura, a frequenza stagionale, sono state ridotte eliminando il rilievo invernale, a partire dallo studio B.6.72 B/7, e quello estivo, a partire dal presente studio.

I risultati del monitoraggio MELa2 (MAG.ACQUE - SELC, 2002; 2004), dello Studio B.6.78/I (MAG.ACQUE - SELC, 2005a) e degli Studi B.6.72 (B/1-B/12) (MAG.ACQUE-CORILA, 2006-2011; 2012a; 2013a; PROV.V.OO.PP. - CORILA, 2014a; 2015; 2016; 2017) consentono di disporre di un'importante documentazione sulle caratteristiche dei popolamenti a fanerogame marine delle aree di bocca di porto e delle zone lagunari circostanti. Le informazioni ottenute durante tutti i monitoraggi, compreso quello in corso (B.6.72 B/13), possono venir confrontate con quelle assunte nel corso dello Studio B.6.78/I che rappresenta la "fase zero" o *ante operam* poiché la localizzazione dei siti di misura e le metodologie impiegate si sovrappongono. Ciò consente di rilevare possibili relazioni causa-effetto tra la componente biotica in esame e le attività di cantiere.

In relazione alla mappatura delle fanerogame marine, va evidenziato come, nel corso dei monitoraggi, la specie inizialmente citata come *Zostera noltii* sia stata oggetto di varie revisioni tassonomiche; nei rapporti MELa, nello Studio B.6.78/I e nello Studio B.6.72 B/1 è stata indicata come *Zostera noltii* mentre negli Studi B.6.72 B/2-B/11, a seguito di aggiornamenti tassonomici, come *Nanozostera noltii*. Attualmente il nome proposto per questa specie, e che verrà utilizzato nel presente rapporto (come in quelli del precedente B.6.72 B/12), è *Zostera noltei* (<http://www.algaebase.org>; consultato in data 22/08/2017).

1.2 Obiettivi

Gli obiettivi di questo studio consistono nel valutare se, all'interno della variabilità che i sistemi a praterie di fanerogame marine manifestano nelle aree di bocca di porto, vi siano significativi scostamenti rispetto alle condizioni di riferimento, come conseguenza delle risposte agli eventuali

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

impatti riconducibili alle attività di cantiere.

Vengono di seguito presentati i risultati delle misure condotte nella campagna autunnale 2017 sulla rete di 6 stazioni situate presso ciascuna delle tre bocche di porto; i dati raccolti sono qui valutati e raffrontati con quelli della precedente campagna (primavera 2017), con quelli derivanti dai monitoraggi autunnali degli Studi B.6.72 B/1-B/12 (MAG.ACQUE-CORILA, 2006-2011; 2012a; 2013a; PROV. OO. PP. - CORILA, 2014a; 2015; 2016; 2017), oltre che con i dati rilevati nello Studio B.6.78/I del 2003.

2 ATTIVITÀ ESEGUITE

2.1 Generalità ed attività preliminari

Il programma di monitoraggio prevede l'esecuzione di due campagne (primaverile ed autunnale) nel 2017 e nel 2018 finalizzate alla misura delle caratteristiche fenologiche e dei parametri di crescita delle fanerogame marine nelle aree prospicienti le tre bocche di porto, basandosi sull'esperienza e sulle informazioni acquisite nell'ambito delle attività del Monitoraggio dell'Ecosistema Lagunare (MELa2), linea A - fanerogame marine e degli Studi B.6.78/I e B.6.72 (B/1-B/12).

Le stazioni di campionamento sono quelle degli Studi pregressi (B.6.78/I e B.6.72), riconfermate allo scopo di non aggiungere ulteriori elementi di variabilità negli indicatori funzionali e strutturali a quelli naturali già presenti e dovuti ad aspetti meteo-climatici e di stagionalità.

Sono state condotte verifiche preliminari prima dell'avvio del tredicesimo anno di monitoraggio per valutare se le praterie situate nelle stazioni di riferimento avessero ancora i requisiti di estensione e stabilità tali da permettere l'esecuzione dei rilievi. A causa di interventi di natura antropica alle bocche di porto e non inerenti le opere del MoSE (ad esempio l'estensione delle concessioni per l'allevamento delle vongole o l'attività di pesca locale), negli anni, infatti, si sono resi necessari piccoli spostamenti di alcune stazioni. Di seguito vengono riassunte le principali variazioni:

Stazione originale	Stazione nuova	Sostituzione a partire da:
L2	L2-bis	Primavera 2010 (Studio B.6.72 B/6)
M4	M4-bis	Primavera 2015 (Studio B.6.72 B/11)
M6	M6-bis	Estate 2010 (Studio B.6.72 B/6)
C1	C1-bis	Autunno 2009 (Studio B.6.72 B/5)
C2	C2-bis	Autunno 2006 (Studio B.6.72 B/2)
C3	C3-bis	Primavera 2009 (Studio B.6.72 B/5)

Le ex-stazioni M4, M6 e C1 sono state comunque monitorate nel corso delle successive campagne, valutando e documentando lo stato generale delle praterie eventualmente ancora presenti o, nel caso dei siti M4 e M6, il livello di ricolonizzazione.

La dislocazione delle stazioni presso le tre bocche di porto è riportata nelle figure 2.1, 2.2 e 2.3, mentre in tabella 2.1 sono riportate le coordinate GAUSS-BOAGA.

La campagna autunnale si è svolta con la seguente tempistica:

- bocca di porto di Lido: 23 novembre 2017;
- bocca di porto di Malamocco: 22 novembre 2017;
- bocca di porto di Chioggia: 21 novembre 2017.

2.1.1 *Fase preparatoria*

Per rispondere agli obiettivi previsti dal monitoraggio, ovvero evidenziare eventuali impatti causati dai cantieri sugli ecosistemi di pregio e, nello specifico dell'attività di questa macroarea, sulle praterie a fanerogame marine, sono stati esaminati una serie di indicatori strutturali e funzionali. Questi devono essere sufficientemente sensibili, ma anche relativamente stabili nel tempo, per permettere sia di cogliere le possibili variazioni ambientali delle aree investigate

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

durante l'arco dell'anno, attraverso la progressione stagionale, sia di effettuare un confronto tra gli anni successivi.

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/m²);
- dimensioni dei ciuffi (cm);
- presenza e quantificazione dei ciuffi germinativi o dei semi;
- fenomeni di necrosi fogliare ("wasting disease");
- 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.

2.1.2 Attività di campo e di laboratorio

Le attività di campo sono state condotte da operatori specializzati muniti dell'attrezzatura necessaria per le operazioni. Le piante 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 degli epifiti e per la misura delle dimensioni sono stati invece raccolti, in modo casuale, in numero di 5 per ogni replica.

Sempre in campo sono state rilevate e descritte la tipologia, l'estensione e il grado di copertura della prateria e sono state annotate tutte le particolarità 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.).

Le analisi di laboratorio 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 i rilievi si è tenuto conto dell'eventuale presenza di fenomeni di "wasting disease" (annerimenti, marciumi, necrosi) sulla lamina fogliare, stimandone l'ampiezza per poi riportarla 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 funzionale¹ (viva) presenti in un metro quadro di prateria.

¹ Il LAI è riferito ad una sola faccia fogliare, secondo le metodiche riportate in Buia *et al.* (2003).

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

Per ognuna delle nove repliche di ciascuna stazione, si è scelto di analizzare 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.

Ogni organismo rilevato è stato sottoposto a determinazione tassonomica sino al livello di specie o, quando ciò non è stato possibile, fino 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 anche le diatomee (Bacillariophyta) bentoniche, 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; Buia *et al.*, 2003); successivamente ne è stato determinato il peso secco.

Al termine delle analisi è stata redatta una scheda di laboratorio dove sono stati 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 (indicato come g p.s.); questi ultimi due parametri sono stati riferiti ad un metro quadro di superficie fogliare.

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

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

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

⁽¹⁾ 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).

Bocca di porto di Malamocco		
Stazione	Est (m)	Nord (m)
M1	2310067	5025706
M2	2309527	5025250
M3	2309662	5022257
M4-bis ⁽²⁾	2309617	5023213
M5	2307675	5024369
M6-bis ⁽³⁾	2306786	5024150

⁽²⁾ Dalla campagna primaverile dello studio B.6.72 B/11 (maggio 2015) la stazione Malamocco 4 (M4) è sostituita dal sito di campionamento Malamocco 4-bis (M4-bis).

⁽³⁾ 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).

Bocca di porto di Chioggia		
Stazione	Est (m)	Nord (m)
C1-bis ⁽⁴⁾	2305254	5011814
C2-bis ⁽⁵⁾	2306172	5012798
C3-bis ⁽⁶⁾	2305069	5012734
C4	2305515	5012644
C5	2306411	5012350
C6	2306837	5013530

⁽⁴⁾ 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).

⁽⁵⁾ Dalla campagna autunnale dello studio B.6.72 B/2 (novembre 2006) la stazione Chioggia 2 (C2) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 2-bis (C2-bis).

⁽⁶⁾ 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).

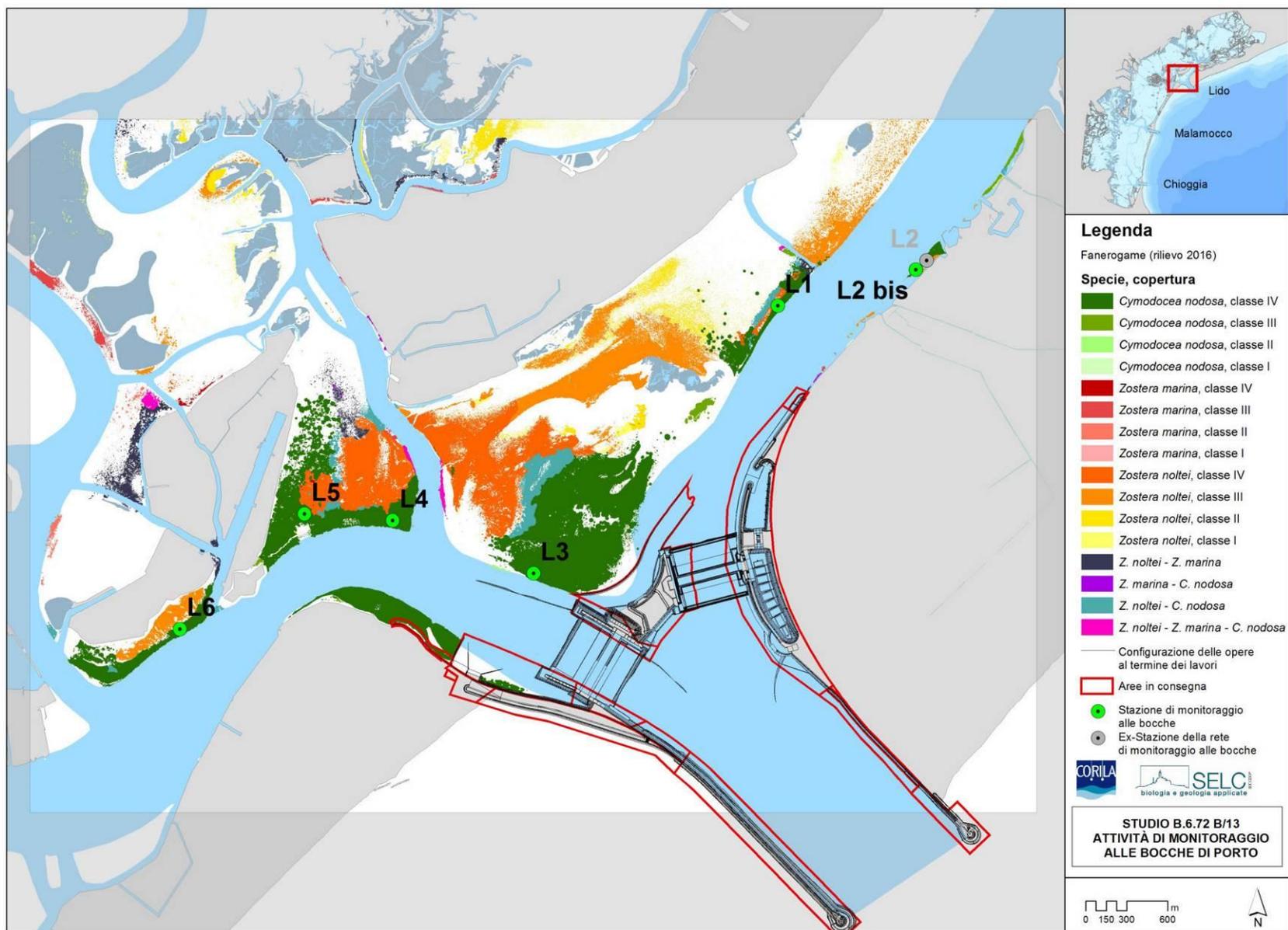


Figura 2.1. Bocca di porto di Lido: stazioni di controllo delle fanerogame marine con sovrapposta la mappatura del 2016 relativa allo Studio B.6.72 B/13.

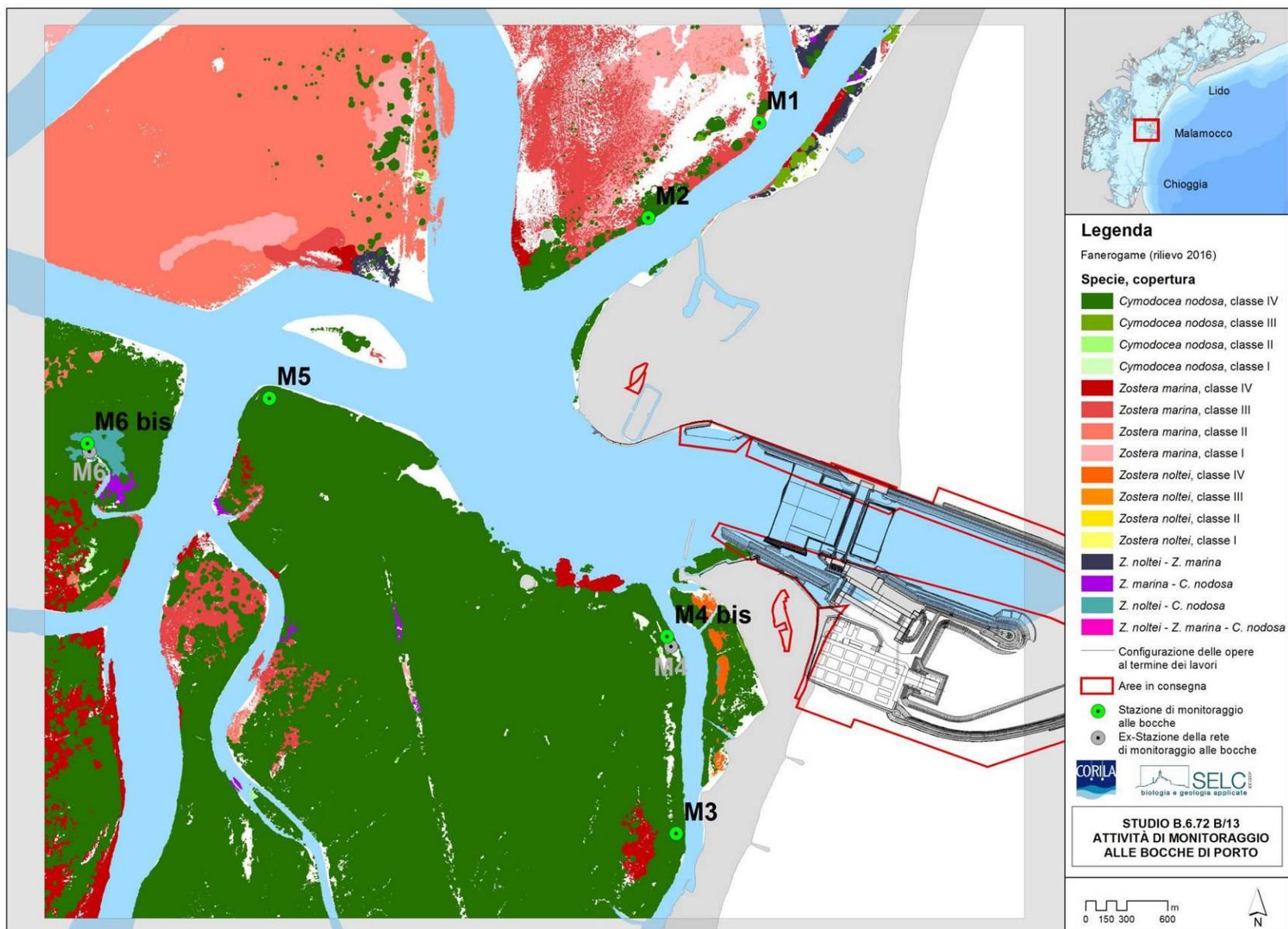


Figura 2.2. Bocca di porto di Malamocco: stazioni di controllo delle fanerogame marine con sovrapposta la mappatura del 2016 relativa allo Studio B.6.72 B/12.

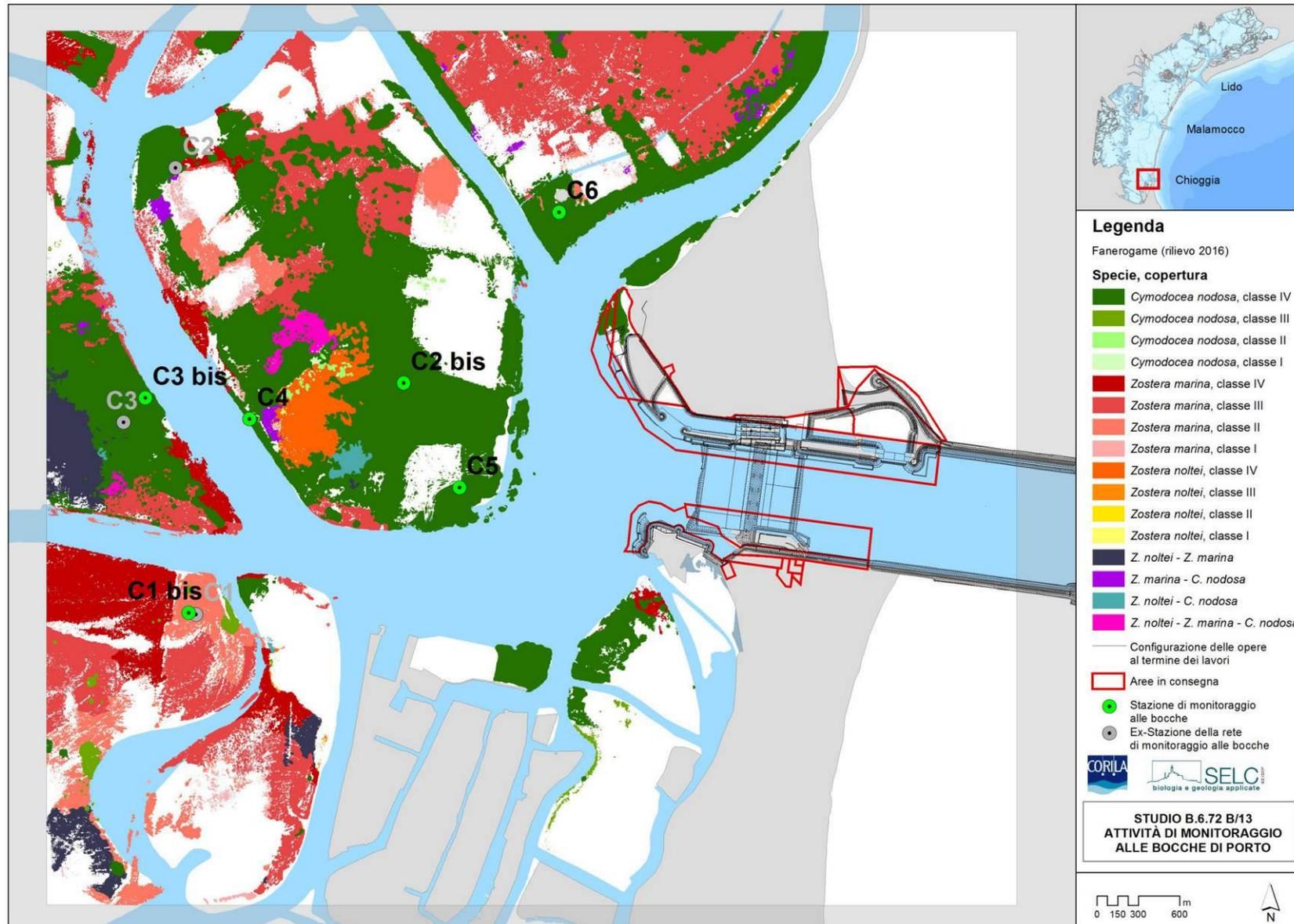


Figura 2.3. Bocca di porto di Chioggia: stazioni di controllo delle fanerogame marine con sovrapposta la mappatura del 2016 relativa allo Studio B.6.72 B/12.

3 RISULTATI E VALUTAZIONI

3.1 Misure nelle 18 stazioni di controllo

Vengono di seguito riportati e discussi (par. 3.2) i risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relative alle fanerogame marine raccolte nel corso della campagna autunnale 2017 nelle 18 stazioni alle bocche di porto di Lido (6), Malamocco (6) e di Chioggia (6). I dati ottenuti in questa campagna e in quella primaverile del 2017 vengono poi confrontati con quelli dello Studio B.6.78/I di riferimento (par. 3.3).

In apposite tabelle sono indicati i valori medi delle misure di campo e di laboratorio e di indicatori calcolati a partire da quelli principali, relativi alle campagne 2017 per le tre bocche di porto (tabelle 3.1, 3.2-3.7 e 3.22 per il Lido, tabelle 3.8, 3.9-3.14 e 3.24 per Malamocco e tabelle 3.15, 3.16-3.21 e 3.26 per Chioggia). Nelle tabelle, quando i valori medi delle misure di campo e di laboratorio 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. Va precisato come i colori verde e rosso impiegati nelle tabelle per evidenziare l'incremento o il decremento delle variabili considerate non debbano essere necessariamente interpretati in senso positivo (verde) o negativo (rosso). Per alcuni parametri l'incremento (verde) è certamente sinonimo di stabilità o miglioramento dello stato ecologico (ad es. lunghezza e larghezza fogliare), mentre per altri l'incremento o il decremento rispetto ai range guida non è di semplice interpretazione perché, in risposta ai fattori esterni, alcuni parametri possono rispondere in modo antagonista.

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/m²);
- dimensioni dei ciuffi (cm);
- presenza e quantificazione dei ciuffi germinativi;
- quantificazione dei fenomeni di necrosi fogliare ("wasting disease");
- epifitismo macroalgale ed animale delle lamine fogliari (numero specie, ricoprimento e biomassa).

In tutte le tabelle seguenti, i valori numerici di ogni stazione rappresentano la media di 9 repliche.

I riferimenti, invece, sono relativi alle seguenti note:

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

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

(3) = Il valore è stato calcolato considerando ambedue i lati della foglia come da monitoraggio MELa2 (MAG. ACQUE - SELC, 2005b).

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

3.2 Campagna di misura di novembre 2017

3.2.1 Bocca di porto di Lido (novembre 2017)

Nelle sei stazioni localizzate su praterie a *Cymodocea nodosa*, per i parametri monitorati sono stati registrati valori in linea con quelli di riferimento o superiori ad essi; solo nel caso della biomassa, sono stati rilevati due valori inferiori ai range (in L1 e L6) (tabella 3.1). La **copertura**, sempre prossima al 100%, ricade negli intervalli guida o ne è superiore in L1, L5 e L6 (tabelle 3.1 e 3.2-3.7). Per quanto riguarda le altre due rizofite, durante il campionamento non sono stati trovati ciuffi di *Zostera noltei* o di *Zostera marina*.

Tabella 3.1. Bocca di porto di Lido: campagna autunnale 2017 - Studio B.6.72 B/13. Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Lido					
	L1	L2-bis	L3	L4	L5	L6
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1190	1184	1352	1500	1373	1107
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	56,6	48,8	34,3	50,9	30,4	60,9
Lunghezza ligula (cm)	9,3	8,2	6,8	8,8	8,0	10,4
N. foglie/ciuffo	1,8	2,0	1,9	1,8	1,4	1,6
LAI (Leaf Area Index)	2,7	2,2	1,5	3,3	1,0	2,5
% parte viva ciuffo	99,8	99,9	99,8	99,8	99,6	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	20	17	16	20	20	18
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	15,6	14,1	15,0	18,0	15,7	14,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,352	0,487	0,644	0,560	0,890	0,535
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	35,2	48,7	64,4	56,0	89,0	53,5
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	3,8	20,7	9,4	5,0	19,9	7,2

La **densità dei ciuffi fogliari** (compresa tra 1.107 ciuffi/m² in L6 e 1.500 ciuffi/m² in L4) presenta valori che, nelle stazioni L1 e L5, sono superiori a quelli degli intervalli attesi (figura 3.1; tabella 3.1). Per la **lunghezza media dei ciuffi fogliari** (compresa tra 30,4 cm in L5 e 60,9 cm nella stazione L6) e della **ligula** (tra 6,8 cm in L3 e 10,4 cm in L6) si rilevano valori in linea a quelli degli intervalli del 2003 (figura 3.1; tabella 3.1). Nel confronto con le stagioni autunnali precedenti si rileva il positivo rientro nei limiti di riferimento da parte della densità media in L3, dove questo parametro è risultato inferiore ai limiti attesi nel 2016 (tabelle 3.2-3.7).

Il **numero medio di foglie/ciuffo**, che varia tra 1,4 cm in L5 e 2,0 cm in L2-bis, e l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* - LAI), compreso tra 1,0 in L5 e 3,3 in L4, rientrano nei limiti degli intervalli guida e tutti i valori sono in linea con quelli delle passate stagioni autunnali (figura 3.2; tabelle 3.1 e 3.2-3.7).

L'aver rilevato una frazione verde (fotosintetica) della lamina sempre prevalente (>99%) su quella in necrosi (scura), l'assenza di quantità anomale di rizomi morti o fenomeni anossici nel sedimento è testimonianza di uno stato generale buono dei ciuffi fogliari (tabelle 3.1 e 3.2-3.7).

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

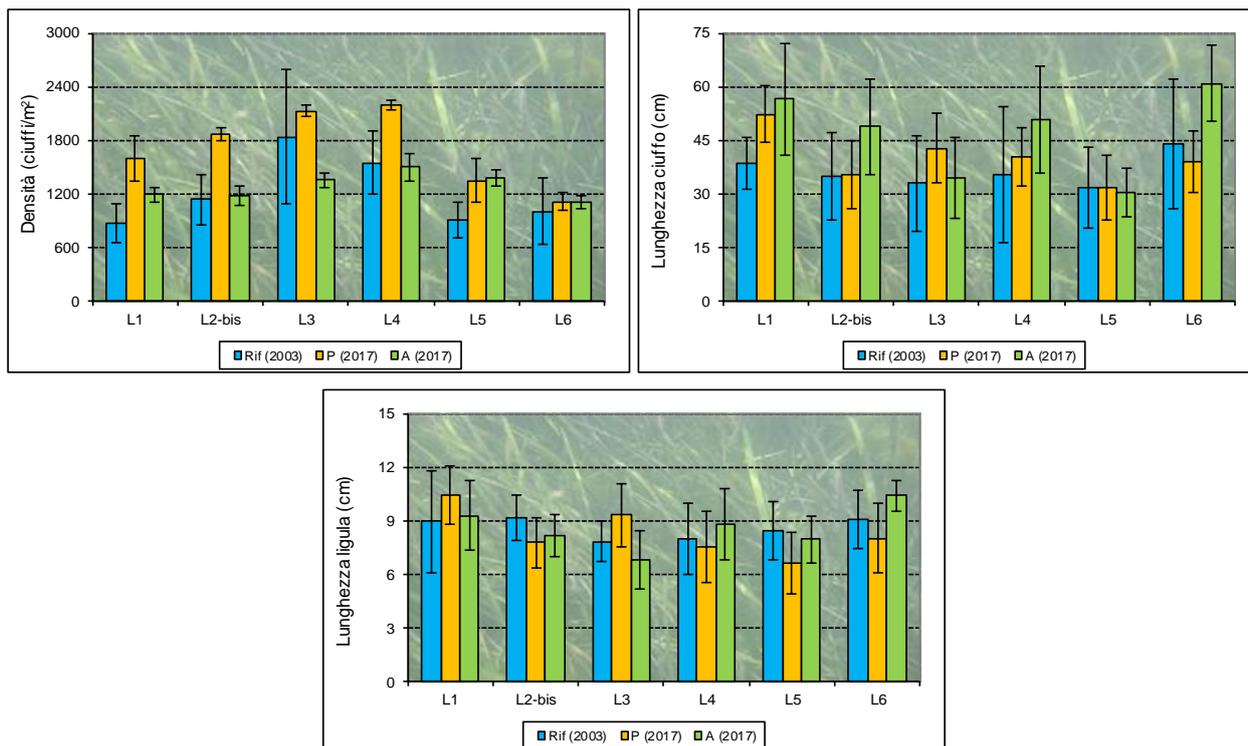


Figura 3.1. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (densità ciuffi/m², lunghezza del ciuffo e della ligula in cm) nello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e nella primavera (P) e autunno (A) 2017.

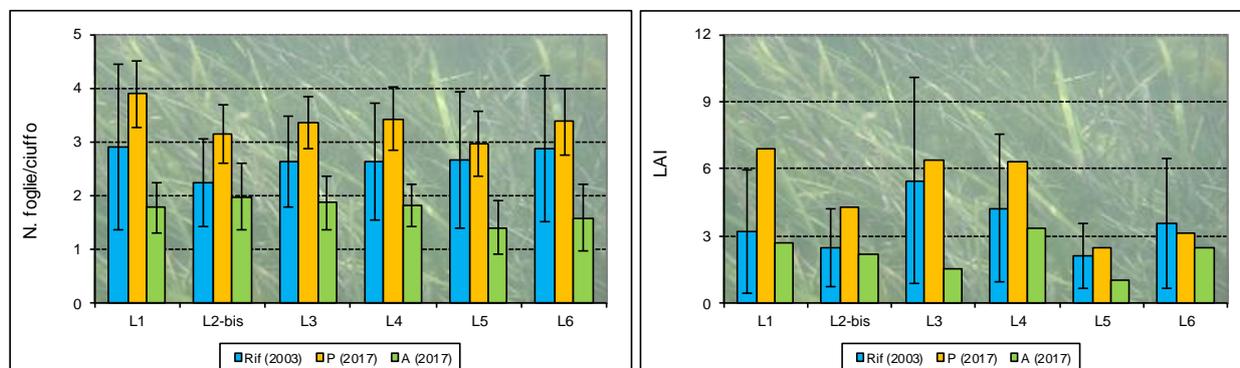


Figura 3.2. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (numero foglie/ciuffo e LAI) nello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e nella primavera (P) e autunno (A) 2017.

Considerando ora i parametri legati all'epifitismo delle lamine fogliari di *C. nodosa*, il **numero totale di taxa** (tra 16 in L3 e 20 in L1, L4 e L5) e il numero **medio** (tra 14,1 in L2-bis e 18,0 in L4) ricadono negli intervalli di riferimento o sono superiori ad essi (il numero medio di taxa in L4 e L5) (figura 3.3; tabelle 3.1 e 3.2-3.7).

Il **ricoprimento percentuale medio** (tra 35,2% in L1 e 89,0% in L5) rientra nei limiti attesi in L1, L3 e L6 ed è superiore ad essi negli altri siti (figura 3.4; tabelle 3.1 e 3.2-3.7). Per la **biomassa media** degli epifiti fogliari (tra 3,8 g p.s./m² in L1 e 20,7 g p.s./m² in L2-bis) sono stati rilevati valori che cadono entro gli intervalli guida, tranne in L1 e L6, dove il parametro risulta inferiore ai limiti attesi; positivo, rispetto all'autunno 2016, il rientro negli intervalli da parte del parametro in L2-bis (figura 3.4; tabelle 3.1 e 3.2-3.7).

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

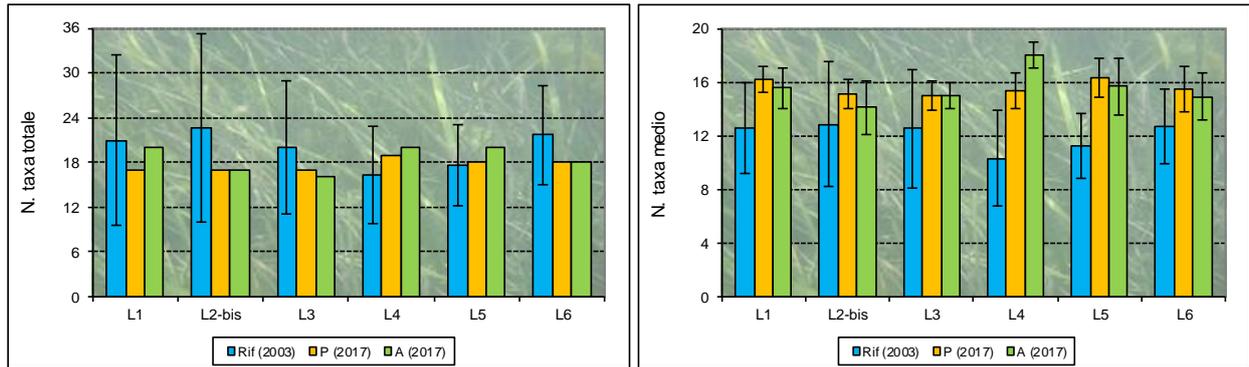


Figura 3.3. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (numero di taxa totale e medio) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e autunno (A) 2017.

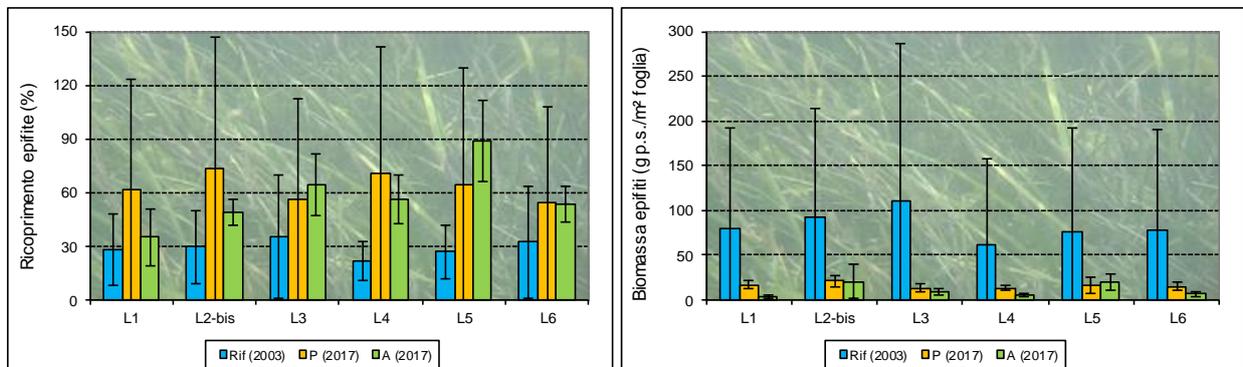


Figura 3.4. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (ricoprimento % e biomassa g.p.s.) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e autunno (A) 2017.

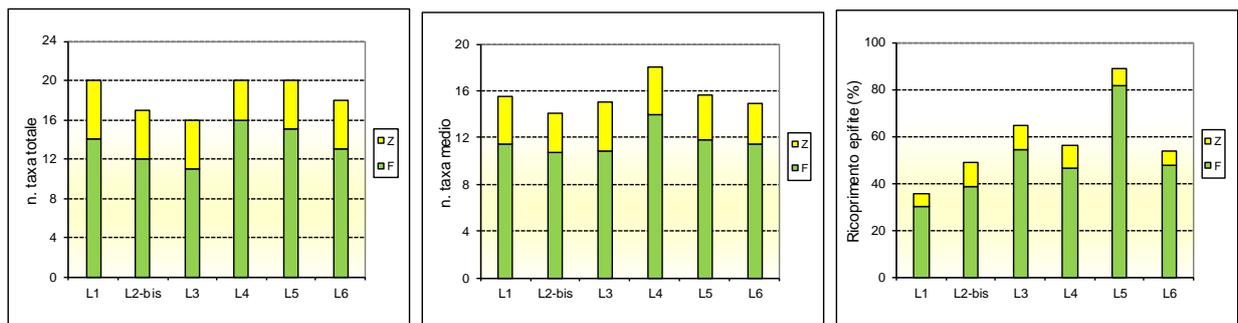


Figura 3.5. Numero totale e medio di taxa e ricoprimento percentuale medio, nelle sei stazioni di Lido, ripartiti in base al contributo del fitobenthos (F) e dello zoobenthos (Z) a ciascun parametro.

In tutte le stazioni, ai valori dei parametri inerenti l'epifitismo (biomassa esclusa²) e, in particolare, a quelli del ricoprimento percentuale medio, contribuiscono soprattutto taxa appartenenti al fitobenthos, come si rileva dai grafici di figura 3.5.

Dal punto di vista floristico e faunistico (figura 3.6), i maggiori contributi ai valori di ricoprimento e/o di biomassa degli epifiti sono dati, per le alghe, dalle diatomee bentoniche, dalle alghe rosse

² Per il parametro **biomassa** non è possibile distinguere i contributi portati da fitobenthos e zoobenthos.

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

Chondria capillaris e appartenenti al genere *Ceramium* e dalle alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum*. Per lo zoobenthos, invece, i maggiori contributi sono legati alla presenza di crostacei anfipodi tubicoli, dell'idrozoo *Laomedea calceolifera* e del tunicato *Botryllus schlosseri*.



Figura 3.6. Stazioni L3 (a sinistra) e L4 (a destra). Dettagli di ciuffi di *C. nodosa* epifitati soprattutto dalle alghe rosse *Chondria capillaris* e del genere *Ceramium*.

Tabella 3.2. Stazione Lido 1: risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/1-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/1-B/12)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max	media		
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	710-1119	663	1246	930	1147	1190
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0-37	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-27	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	70-80	80-90	100	99	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	30,9-45,1	30,9	73,0	49,1	43,8	56,6
Lunghezza ligula (cm)	6,1-11,8	6,2	11,2	8,7	9,5	9,3
N. foglie/ciuffo	1,3-4,4	1,6	2,3	2,0	2,2	1,8
LAI (Leaf Area Index)	0,5-6,0	0,9	3,3	2,0	2,1	2,7
% parte viva ciuffo	88,4-99,9	97,7	99,9	99,4	99,9	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	13-34	14	25	19,0	22	20
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,8-16,3	9,6	18,6	13,8	18,6	15,6
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,076-0,471	0,281	0,736	0,495	0,736	0,352
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	7,6-47,1	28,1	73,6	49,5	73,6	35,2
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	11,4-209,2	4,3	31,8	15,1	14,0	3,8

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

Tabella 3.3. Stazione Lido 2^(*): risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/1-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/1-B/12)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max	media		
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	884-1436	605	1566	1016	1048	1184
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0-12	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0-37	0	0	1	6	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-12	0	105	24	0	0
Copertura prateria (%)	90-100	90	100	99	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	20,6-42,6	39,3	64,1	51,1	44,1	48,8
Lunghezza ligula (cm)	7,8-10,3	7,0	13,1	9,7	8,0	8,2
N. foglie/ciuffo	1,3-2,7	1,7	2,2	1,9	1,8	2,0
LAI (Leaf Area Index)	0,5-3,8	0,7	3,3	2,0	1,7	2,2
% parte viva ciuffo	92,3-99,7	98,5	99,9	99,5	99,9	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	11-36	17	27	21,8	18	17
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	8,2-17,5	12,4	19,2	15,9	16,7	14,1
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,082-0,486	0,232	0,681	0,426	0,681	0,487
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	8,2-48,6	23,2	68,1	42,6	68,1	48,7
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	20,3-232,2	11,2	42,2	15,5	15,3	20,7

(*) = dalla campagna primaverile dello studio B.6.72 B/6, la stazione Lido 2 (L2) è sostituita dal sito di campionamento Lido 2-bis (L2-bis).

Tabella 3.4. Stazione Lido 3: risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/1-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/1-B/12)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max	media		
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1321-2697	1048	1686	1321	1277	1352
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-48	0	115	25	0	0
Copertura prateria (%)	90-100	90	100	99	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	17,7-41,7	23,9	71,6	49,2	23,9	34,3
Lunghezza ligula (cm)	6,5-8,6	6,5	11,9	9,0	6,5	6,8
N. foglie/ciuffo	1,8-3,5	1,6	2,1	1,9	1,8	1,9
LAI (Leaf Area Index)	0,7-9,9	0,8	3,8	2,5	0,8	1,5
% parte viva ciuffo	98,7-99,9	98,5	99,8	99,6	99,9	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	13-30	15	23	20,3	15	16
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,0-17,5	11,4	17,4	14,5	13,8	15,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,109-0,743	0,237	0,797	0,539	0,745	0,644
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	10,9-74,3	23,7	79,7	53,9	74,5	64,4
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,4-313,9	9,3	33,5	18,3	19,0	9,4

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

Tabella 3.5. Stazione Lido 4: risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/1-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/1-B/12)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max	media		
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1225-1931	1367	2031	1536	1367	1500
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-130	0	639	263	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	19,6-56,8	25,7	75,8	47,3	33,3	50,9
Lunghezza ligula (cm)	6,4-10,2	5,4	12,4	8,7	6,5	8,8
N. foglie/ciuffo	1,4-3,4	1,5	2,2	1,8	1,8	1,8
LAI (Leaf Area Index)	0,6-7,0	1,5	5,2	2,8	1,5	3,3
% parte viva ciuffo	98,2-99,8	98,6	99,8	99,5	99,9	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	9-21	16	22	19,5	18	20
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	6,8-13,9	10,2	18,4	14,4	16,0	18,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,114-0,328	0,212	1,018	0,524	0,532	0,560
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	11,4-32,8	21,2	101,8	52,4	53,2	56,0
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	3,4-172,3	6,7	29,1	16,8	7,5	5,0

Tabella 3.6. Stazione Lido 5: risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/1-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/1-B/12)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max	media		
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	704-1107	732	1293	949	1293	1373
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	3	1	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0-22	0	9	2	6	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	80-90	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	22,7-44,2	28,7	54,8	39,9	39,7	30,4
Lunghezza ligula (cm)	6,6-9,6	7,6	10,2	9,0	8,5	8,0
N. foglie/ciuffo	1,2-3,5	1,4	2,2	1,8	1,8	1,4
LAI (Leaf Area Index)	0,5-3,4	0,7	2,6	1,3	1,7	1,0
% parte viva ciuffo	98,6-99,6	97,9	99,9	99,2	99,9	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	12-23	14	21	17,6	20	20
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	8,5-13,1	10,7	17,9	13,4	17,9	15,7
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,172-0,440	0,133	0,703	0,375	0,703	0,890
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	17,2-44,0	13,3	70,3	37,5	70,3	89,0
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	5,8-209,4	2,5	16,5	6,8	7,5	19,9

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

Tabella 3.7. Stazione Lido 6: risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/1-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/1-B/12)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max	media		
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	775-1429	595	1088	871	1060	1107
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0-3	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	3	0	0	0
Copertura prateria (%)	90	90	100	98	90-100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	25,0-60,9	30,8	64,5	47,7	46,8	60,9
Lunghezza ligula (cm)	7,7-10,9	7,1	12,1	9,8	8,3	10,4
N. foglie/ciuffo	1,6-4,3	1,7	2,1	1,9	1,8	1,6
LAI (Leaf Area Index)	0,6-6,4	0,7	2,6	1,6	1,7	2,5
% parte viva ciuffo	98,5-99,9	98,5	99,9	99,3	99,9	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	16-29	14	26	19,6	18	18
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	10,2-15,7	8,7	17,0	13,5	15,9	14,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,090-0,682	0,088	0,897	0,488	0,571	0,535
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	9,0-68,2	8,8	89,7	48,8	57,1	53,5
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	9,1-207,1	4,3	40,7	11,2	4,3	7,2

3.2.2 Bocca di porto di Malamocco (novembre 2017)

Per le cinque stazioni di monitoraggio localizzate su praterie a *C. nodosa*, il campionamento autunnale ha fatto registrare valori dei parametri che sono in linea con quelli di riferimento o superiori ad essi; le sole eccezioni riguardano la lunghezza della ligula nei siti M2 e M5 (tabella 3.8). Per la stazione M1 a *Z. marina*, si è rilevato un calo marcato della copertura e della densità medie (tabella 3.8), legato probabilmente alle elevate temperature estive³ ma i ciuffi presenti, in buono stato, sono testimonianza di una possibile pronta ripresa della prateria (figura 3.12-c). Nell'area dove è localizzata la prateria a *Z. marina* del sito M1, caratterizzata in passato da presenze elevate di *Ulva*, si è osservata anche la presenza di numerose lamine di questo genere di alghe (figura 3.12-c).

La **copertura** delle praterie a *C. nodosa*, dove sono localizzate le 5 stazioni di monitoraggio, è risultata prossima al 100% questi valori rientrano o sono superiori (in M2) agli intervalli del 2003. Come già ricordato, in M1 la copertura di *Z. marina* è risultata pari a 20%, in calo rispetto sia al valore di riferimento (80%) sia a quello medio solitamente rinvenuto (90%) (tabelle 3.8 e 3.9-3.14). In riferimento alla terza rizofita, *Zostera noltei*, durante il campionamento non sono stati rinvenuti ciuffi di questa specie.

Un sopralluogo in corrispondenza dell'ex stazione M6 (si veda par. 2.2) ha confermato come le tre specie di fanerogame presenti abbiamo colonizzato completamente l'area dove, nel 2010, la prateria originale era stata ricoperta interamente da una componente limosa-argillosa.

³ *Zostera marina*, specie mediterraneo-atlantica, nei mesi primaverili è nel pieno del ciclo vitale e riproduttivo, nei mesi estivi rallenta le sue funzioni vitali perché risente dell'incremento della temperatura. Nella letteratura scientifica, al riguardo, si trovano riferimenti a frequenti ed estese morie di questa specie quando le temperature superano 25-30 °C; in tali circostanze si manifestano effetti negativi sul regolare svolgimento del processo fotosintetico, sulla produzione di nuove foglie e sui tassi di crescita che possono portare sino alla morte della pianta (Moore *et al.*, 2014; Marsh *et al.*, 1986; Fonseca e Uhrin, 2009; Nejrup e Pedersen, 2008).

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

Anche in prossimità dell'ex stazione M4, i controlli hanno evidenziato la presenza di ciuffi di *Cymodocea* che hanno colonizzato le aree avegetate (con una copertura prossima al 100% ma densità non elevate); la prateria originale si è quindi quasi completamente ripresa dagli effetti causati dalle anossie legate alla decomposizione delle alghe verdi del genere *Ulva* durante i mesi primaverili-estivi del 2014 e che avevano portato alla scomparsa localizzata di ciuffi fogliari in ampie aree (figura 3.12-b). È stata trovata anche *Zostera marina*, presente con coperture a piccole macchie.

La **densità media dei ciuffi fogliari** di *C. nodosa* (tra 1.256 ciuffi/m² nella stazione M3 e 2.040 ciuffi/m² in M5) presenta valori che ricadono all'interno degli intervalli guida o sono superiori ad essi (in M5); positivo il rientro nei limiti del parametro in M6-bis, dopo che era risultato inferiore ai valori di riferimento nella campagna primaverile. *Z. marina* (M1), invece, come discusso precedentemente, presenta una densità inferiore alle attese (31 ciuffi/m²) (figura 3.7; tabelle 3.8 e 3.9-3.14).

Le **lunghezze medie dei ciuffi fogliari** di *C. nodosa* (tra 18,1 cm in M6-bis e 45,4 cm in M4-bis) e **della ligula** (tra 4,8 cm in M6-bis e 8,4 cm in M4-bis) ricadono nei valori di riferimento o sono ad essi superiori (la lunghezza fogliare in M4-bis); l'unica eccezione è rappresentata dalla lunghezza della ligula in M2 e M5, parametro che risulta inferiore al limite di riferimento (figura 3.7; tabelle 3.8 e 3.10-3.14). Per *Z. marina* in M1, i due parametri ricadono negli intervalli attesi, a testimonianza di un buono stato della pianta nonostante il calo di densità e copertura (figura 3.7; tabelle 3.8 e 3.9).

Tabella 3.8. Bocca di porto di Malamocco: campagna autunnale 2017 - Studio B.6.72 B/13. Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Malamocco					
	M1	M2	M3	M4-bis	M5	M6-bis
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	1519	1256	1426	2040	1507
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²)	31	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	20	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	31,1	27,3	28,9	45,4	22,8	18,1
Lunghezza ligula (cm)	6,6	5,8	5,5	8,4	4,9	4,8
N. foglie/ciuffo	3,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6
LAI (Leaf Area Index)	0,1	1,4	1,1	2,7	1,4	0,7
% parte viva ciuffo	99,9	99,7	99,7	99,7	99,7	99,4
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	si	no	no	no	no	no
N. taxa totale complessivo	15	18	15	16	15	19
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	12,9	15,0	12,2	13,8	12,3	14,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,252	0,760	0,589	0,310	0,282	0,510
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	25,2	76,0	58,9	31,0	28,2	51,0
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	10,2	28,9	28,7	19,6	31,6	34,0

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

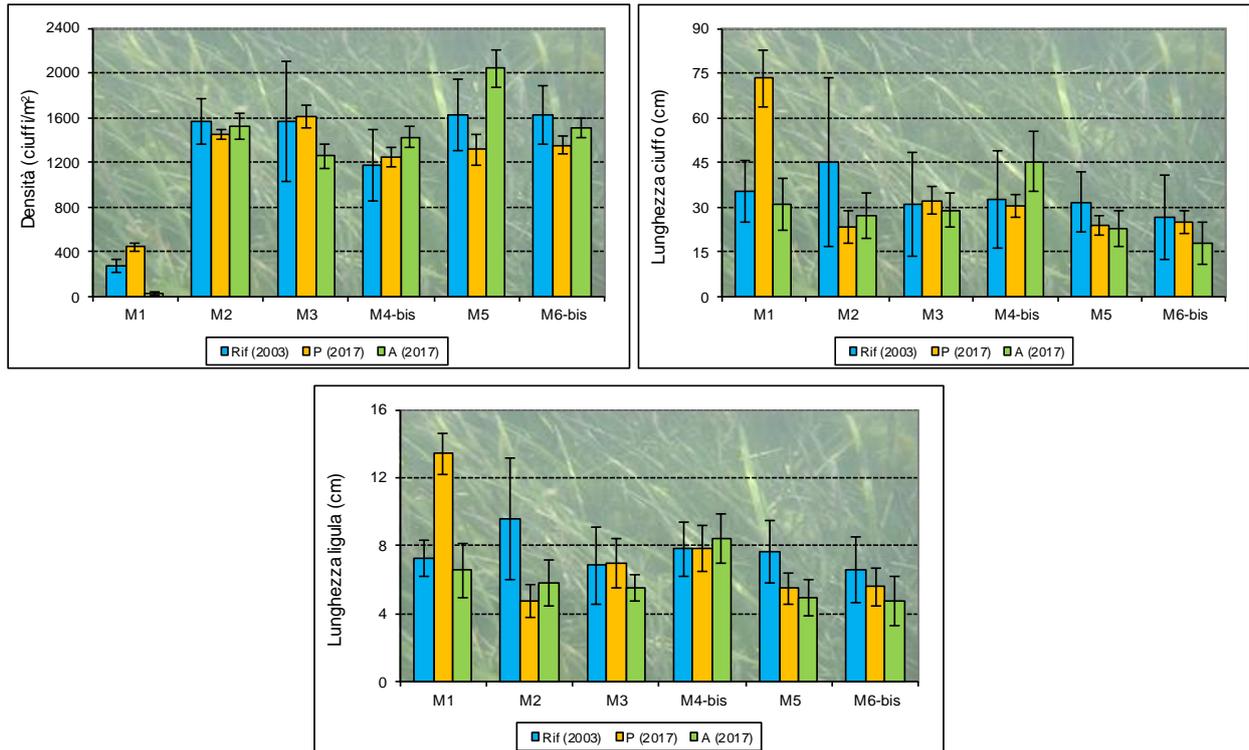


Figura 3.7. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (densità ciuffi/m², lunghezza del ciuffo e della ligula in cm) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e autunno (A) 2017.

Anche per il **numero medio di foglie per ciuffo** di *C. nodosa* (1,6 in M5 e M6-bis e 1,8 in M2 e M3) e l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o **LAI**; tra 0,7 in M6-bis e 2,7 in M4-bis) si registrano valori che ricadono entro i limiti di riferimento (figura 3.8; tabelle 3.8 e 3.10-3.14). Per *Z. marina* in M1, il numero medio di foglie per ciuffo rientra entro i limiti del 2003 mentre il LAI risulta inferiore ad essi, come prevedibile, considerando che il parametro è legato alla densità media (molto limitata) (figura 3.8; tabelle 3.8 e 3.9).

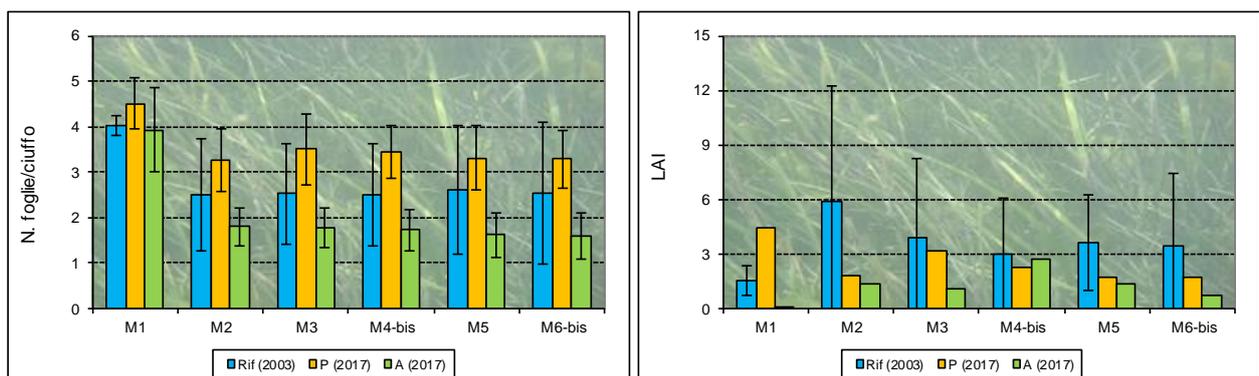


Figura 3.8. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (numero foglie/ciuffo e LAI) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e autunno (A) 2017.

I parametri finora considerati, ad eccezione di alcuni per *Z. marina*, presentano valori sempre in linea con quelli delle passate stagioni autunnali (tabelle 3.8 e 3.9-3.14).

Lo stato generale delle praterie di *C. nodosa* è apparso buono, non essendo state trovate tracce di

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

anossia nel sedimento o quantità anomale di radici o rizomi morti e di necrosi fogliare (sempre meno dell'1% della superficie della lamina) (tabella 3.8).

In merito all'epifitismo fogliare, il numero **totale** di **taxa** (tra 15 in M3 e M5 e 19 in M6-bis per *C. nodosa* e pari a 15 in M1 per *Z. marina*) e quello **medio** (tra 12,2 in M3 e 15,0 in M2 per *C. nodosa* e pari a 12,9 in M1 per *Z. marina*) presentano valori che ricadono negli intervalli del 2003 (figura 3.9; tabelle 3.8 e 3.9-3.14). Per *Z. marina*, si rileva il rientro nei limiti attesi da parte del numero totale di taxa, inferiore ad essi nell'autunno 2016 e nella primavera 2017; anche per *C. nodosa* si segnala il rientro negli intervalli da parte di entrambi i parametri in M3 e del numero totale di taxa in M6-bis, risultati inferiori alle attese nella primavera 2017 (tabelle 3.9-3.14).

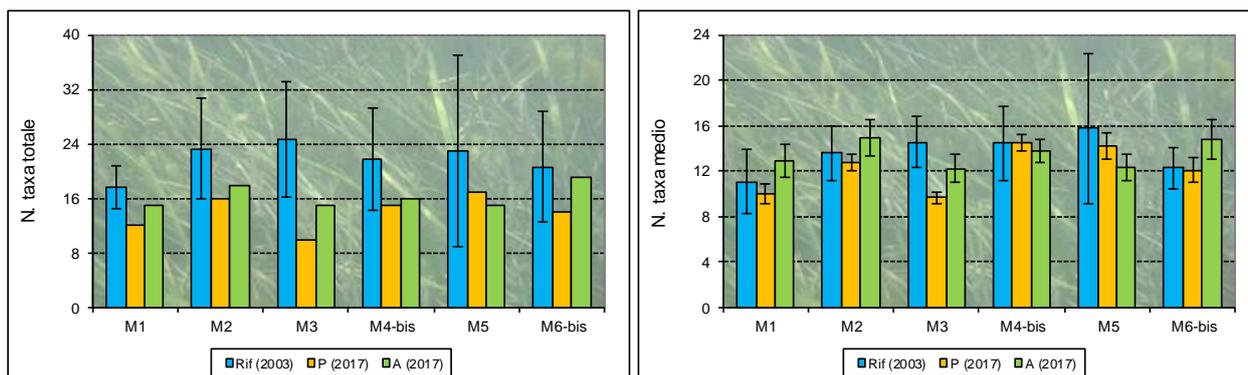


Figura 3.9. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (numero di taxa totale e medio) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e autunno (A) 2017.

Il **ricoprimento percentuale medio** (tra 28,2% in M5 e 76,0% in M2 per *C. nodosa* e pari a 25,2% per *Z. marina*) e la **biomassa media** (tra 19,6 g p.s./m² in M4-bis e 34,0 g p.s./m² in M6-bis per *C. nodosa* e pari a 10,2 g p.s./m² in M1 per *Z. marina*) rientrano negli intervalli guida o, nel caso di *Z. marina*, sono superiori ad essi (figura 3.10; tabelle 3.8 e 3.9-3.14).

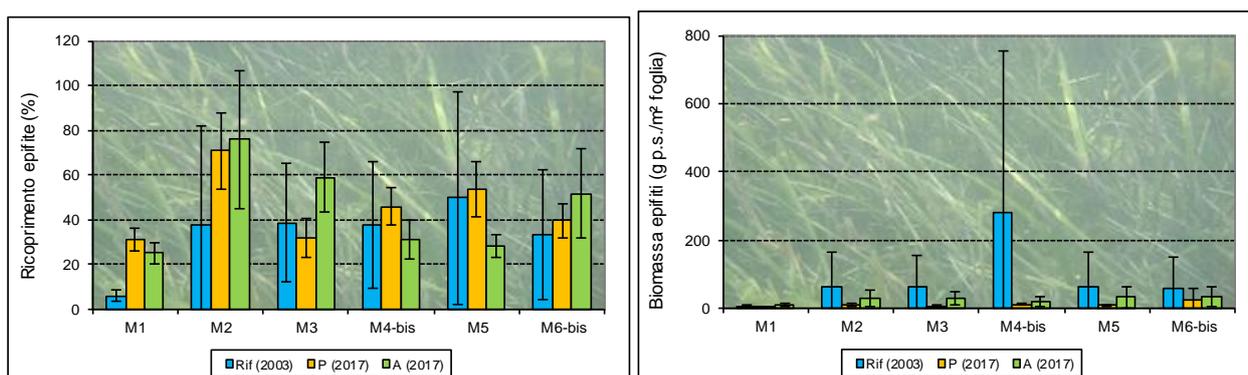


Figura 3.10. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (ricoprimento % e biomassa g.p.s.) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e autunno (A) 2017.

Per i parametri inerenti l'epifitismo, numero totale e medio di taxa e ricoprimento, in tutte le stazioni a *C. nodosa* e in quella a *Z. marina*, i maggiori contributi sono portati quasi sempre da taxa fitobentonici (figura 3.11).

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

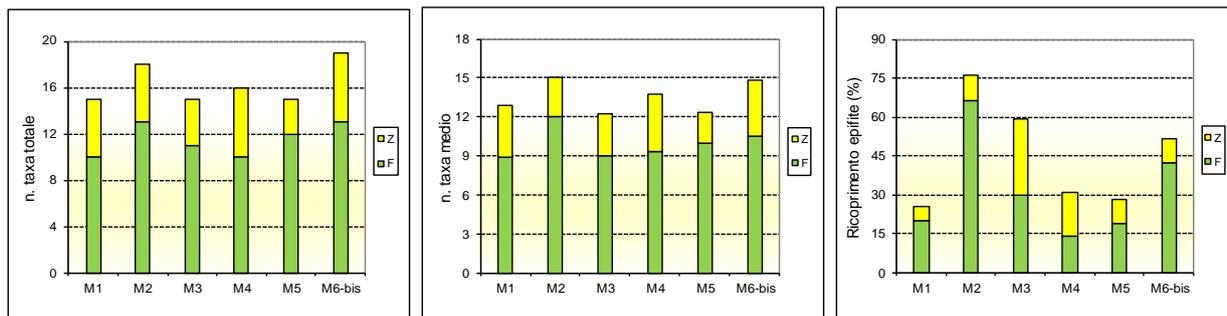


Figura 3.11. Numero totale e medio di taxa e ricoprimento percentuale medio, nelle sei stazioni di Malamocco, ripartiti in base al contributo del fitobenthos (F) e dello zoobenthos (Z) a ciascun parametro.

Per *C. nodosa* (nel complesso delle 5 stazioni), a contribuire all'abbondanza, dal punto di vista del ricoprimento e/o della biomassa (figura 3.12-a), sono soprattutto, per le alghe, le diatomee bentoniche, le alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum* e le alghe rosse del genere *Ceramium* e *Chondria capillaris*; per lo zoobenthos, invece, si segnalano i crostacei anfipodi tubicoli, l'antozoo *Anemonia viridis*, il tunicato *Botryllus schlosseri* e l'idrozoo *Laomedea calceolifera*.

Per *Z. marina*, invece, i maggiori contributi (figura 3.12-a) sono portati, per le alghe, dalle diatomee bentoniche, dalle alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum* e le alghe rosse del genere *Ceramium* e *Chondria capillaris*, per lo zoobenthos, dai crostacei anfipodi tubicoli, dall'idrozoo *Laomedea calceolifera* e dall'antozoo *Anemonia viridis*.



Figura 3.12-a. A sinistra, stazione M1, dettaglio di un ciuffo di *Z. marina* epifitato soprattutto dalle alghe rosse del genere *Ceramium* e incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum*. A destra, stazione M2, dettaglio di un ciuffo di *C. nodosa* epifitato soprattutto dalle alghe rosse del genere *Ceramium* e verdi dei generi *Cladophora* e *Ulva*.

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



Figura 3.12-b. Dettagli dei ciuffi in fase di ricolonizzazione delle aree dove sono localizzate le ex stazioni M4 (a sinistra) e M6 (a destra).



Figura 3.12-c. Dettagli dell'area dove è localizzata la stazione M1. In alto e in basso a sinistra, dettagli dei ciuffi di *Zostera marina* e, in basso a destra, accumuli di alghe verdi appartenenti al genere *Ulva*.

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

Tabella 3.9. Stazione Malamocco 1: risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/2-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/2-B/12)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max	media		
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	220-326	223	595	399	223	31
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	9	2	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-37	0	9	1	0	0
Copertura prateria (%)	80	90	100	99	90	20
Lunghezza ciuffi (cm)	26,3-46,5	35,3	69,7	45,8	36,6	31,1
Lunghezza ligula (cm)	6,3-8,4	6,1	12,7	8,9	7,3	6,6
N. foglie/ciuffo	3,8-4,2	3,4	4,7	4,0	4,0	3,9
LAI (Leaf Area Index)	0,7-2,3	0,9	4,9	2,2	0,9	0,1
% parte viva ciuffo	94,6-97,8	97,6	99,9	99,1	99,9	99,9
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	no	no	no	si
N. taxa totale complessivo	15-21	12	19	15,1	12	15
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,0-14,3	8,2	14,1	11,1	10,4	12,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,045-0,089	0,069	0,589	0,259	0,369	0,252
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	4,5-8,9	6,9	58,9	25,9	36,9	25,2
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	1,7-7,8	0,1	4,3	2,6	2,6	10,2

Tabella 3.10. Stazione Malamocco 2: risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/2-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/2-B/12)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max	media		
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1435-1801	1110	1655	1418	1553	1519
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	3	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0-56	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-230	0	3	1	0	0
Copertura prateria (%)	90	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	18,5-74,7	25,4	62,2	38,5	25,4	27,3
Lunghezza ligula (cm)	6,7-13,6	6,8	12,5	8,6	6,8	5,8
N. foglie/ciuffo	1,6-3,9	1,6	2,1	1,9	1,6	1,8
LAI (Leaf Area Index)	1,0-13,1	1,0	4,4	1,9	1,1	1,4
% parte viva ciuffo	98,0-99,9	98,0	99,9	99,2	99,9	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	15-29	7	23	17,5	18	18
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	11,7-16,3	3,8	17,7	12,6	15,1	15,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,105-0,889	0,048	0,669	0,347	0,440	0,760
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	10,5-88,9	4,8	66,9	34,7	44,0	76,0
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	5,6-178,0	0,5	25,3	7,1	8,5	28,9

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

Tabella 3.11. Stazione Malamocco 3: risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/2-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/2-B/12)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max	media		
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1225-2189	1299	2077	1670	2018	1256
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0-25	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	37	5	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	12,1-46,8	18,9	50,3	30,2	30,8	28,9
Lunghezza ligula (cm)	4,8-9,3	4,7	9,5	6,6	7,3	5,5
N. foglie/ciuffo	1,8-3,8	1,7	1,9	1,8	1,8	1,8
LAI (Leaf Area Index)	0,4-8,8	0,5	2,6	1,5	1,6	1,1
% parte viva ciuffo	98,0-99,8	96,9	99,9	99,1	99,9	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	15-30	7	19	13,8	15	15
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	12,2-16,7	6,2	13,4	10,5	13,2	12,2
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,181-0,684	0,072	0,419	0,301	0,418	0,589
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	18,1-68,4	7,2	41,9	30,1	41,8	58,9
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,4-169,5	0,9	16,7	8,2	10,1	28,7

Tabella 3.12. Stazione Malamocco 4 (*): risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/2-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/2-B/12)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max	media		
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	955-1544	1116	1389	1219	1389	1426
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-124	0	152	25	0	0
Copertura prateria (%)	100	70	100	97	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	13,9-44,6	18,2	66,1	37,2	40,6	45,4
Lunghezza ligula (cm)	6,5-9,6	4,4	13,1	8,0	8,3	8,4
N. foglie/ciuffo	1,7-3,8	1,3	1,9	1,7	1,8	1,7
LAI (Leaf Area Index)	0,3-6,4	0,6	3,2	1,5	1,7	2,7
% parte viva ciuffo	98,7-99,9	96,3	99,9	99,1	99,9	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	14-29	12	19	15,1	15	16
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	11,2-17,8	7,3	14,0	11,2	13,3	13,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,166-0,697	0,252	0,505	0,352	0,477	0,310
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	16,6-69,7	25,2	50,5	35,2	47,7	31,0
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,9-828,3	3,9	16,5	8,4	8,5	19,6

(*) = dalla campagna primaverile dello studio B.6.72 B/11, la stazione Malamocco 4 (M4) è sostituita dal sito di campionamento Malamocco 4-bis (M4-bis).

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

Tabella 3.13. Stazione Malamocco 5: risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/2-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/2-B/12)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max	media		
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1265-1875	1457	2086	1771	1969	2040
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	1	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	21,1-41,0	17,6	47,5	32,4	25,6	22,8
Lunghezza ligula (cm)	5,5-8,8	4,1	9,1	6,6	6,2	4,9
N. foglie/ciuffo	1,3-4,1	1,4	2,0	1,8	1,6	1,6
LAI (Leaf Area Index)	0,9-6,1	0,7	2,6	1,8	1,4	1,4
% parte viva ciuffo	98,8-99,8	97,7	99,7	99,3	99,9	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	13-39	12	20	16,5	19	15
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	11,2-23,3	8,7	15,1	12,7	16,9	12,3
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,139-1,039	0,195	0,622	0,445	0,503	0,282
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	13,9-103,9	19,5	62,2	44,5	50,3	28,2
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,1-181,8	4,7	41,7	14,5	16,8	31,6

Tabella 3.14. Stazione Malamocco 6^(*): risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/2-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/2-B/12)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max	media		
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1442-1931	1088	1758	1391	1758	1507
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	158	15	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	99	18	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-73	9	127	44	0	0
Copertura prateria (%)	100	90	100	99	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	11,6-40,3	14,9	29,2	21,6	20,1	18,1
Lunghezza ligula (cm)	4,7-8,6	3,8	7,6	5,5	5,0	4,8
N. foglie/ciuffo	1,3-4,3	1,4	1,9	1,6	1,6	1,6
LAI (Leaf Area Index)	0,4-8,0	0,4	1,3	0,8	1,0	0,7
% parte viva ciuffo	98,6-99,9	93,9	99,9	98,8	99,9	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	19-44	10	24	16,5	19	19
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	10,5-14,2	6,6	15,4	11,3	15,4	14,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,130-0,669	0,146	0,529	0,366	0,546	0,510
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	13,0-66,9	14,6	52,9	36,6	54,6	51,0
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	1,0-166,7	2,6	19,8	7,6	19,8	34,0

(*) = dalla campagna estiva dello studio B.6.72 B/6, la stazione Malamocco 6 (M6) è sostituita dal sito di campionamento Malamocco 6-bis (M6-bis).

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

3.2.3 Bocca di porto di Chioggia (novembre 2017)

Nelle cinque stazioni di controllo localizzate su praterie a *C. nodosa* e in quella su prateria a *Z. marina*, i parametri monitorati hanno fatto registrare valori che ricadono in quelli di riferimento o sono superiori ad essi, ad esclusione di quelli relativi soprattutto all'epifitismo (numero taxa totale e medio) (tabella 3.15). La **copertura** è risultata prossima al 100% in tutte le stazioni con valori che rientrano o sono superiori (C1-bis) agli intervalli guida dello studio di riferimento (tabelle 3.15 e 3.16-3.21). La terza fanerogama, *Zostera noltei*, non è mai stata trovata durante il campionamento nelle aree di studio.

Anche in corrispondenza dell'ex-stazione C1, la prateria a *Z. marina* è risultata in buono stato, con una copertura prossima pari al 100%, dopo che proprio un sensibile diradamento localizzato dei ciuffi fogliari ne aveva causato la sostituzione con il sito C1-bis a partire dalla campagna autunnale B.6.72 B/5 (novembre 2009) (figura 3.18-b).

Si conferma, diversamente da quanto si era verificato spesso in passato, l'assenza di reti da pesca in vicinanza dei siti C1-bis, C1 (ex stazione) e C3-bis; il sito C5, invece, si trova ora molto vicino ai limiti di una concessione per l'allevamento delle vongole.

Tabella 3.15. Bocca di porto di Chioggia: campagna autunnale 2017 - Studio B.6.72 B/13. Risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio.

	Bocca di porto di Chioggia					
	C1-bis	C2-bis	C3-bis	C4	C5	C6
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	1104	1972	1442	1473	1547
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	453	0	0	0	0	0
Densità <i>N. noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	31,8	29,2	27,0	31,5	61,1	37,7
Lunghezza ligula (cm)	7,7	8,4	8,0	8,2	12,2	8,6
N. foglie/ciuffo	3,9	1,4	1,3	1,5	1,6	1,6
LAI (Leaf Area Index)	1,3	0,7	1,0	1,2	3,1	1,6
% parte viva ciuffo	98,7	99,7	99,1	99,4	99,8	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	14	14	16	20	14
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	7,6	11,0	10,8	13,2	16,9	12,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,204	0,245	0,200	0,225	0,252	0,364
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	20,4	24,5	20,0	22,5	25,2	36,4
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	8,7	35,9	33,1	30,6	20,7	29,3

La **densità media** delle praterie a *C. nodosa* (tra 1.104 ciuffi/m² in C2-bis e 1.972 ciuffi/m² in C3-bis) e quella di *Z. marina* (pari a 453 ciuffi/m² in C1-bis) presenta valori che rientrano negli intervalli del 2003 o superiori ad essi (in C5 e C6); per il sito C3-bis, si evidenzia il ritorno nei limiti da parte del parametro rispetto alla campagna primaverile, quando ne era risultato inferiore (figura 3.13; tabelle 3.15 e 3.16-3.21).

Per la **lunghezza media delle lamine fogliari** (tra 27,0 in C3-bis e 61,1 cm in C5 per *C. nodosa* e pari a 31,8 cm per *Z. marina*) e **della ligula** (compresa tra 8,0 cm in C3-bis e 12,2 cm in C5 per *C. nodosa* e pari a 7,7 cm per *Z. marina*), si segnalano valori conformi a quelli degli intervalli guida o superiori ad essi (per la ligula C3-bis) (figura 3.13; tabelle 3.15 e 3.16-3.21).

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

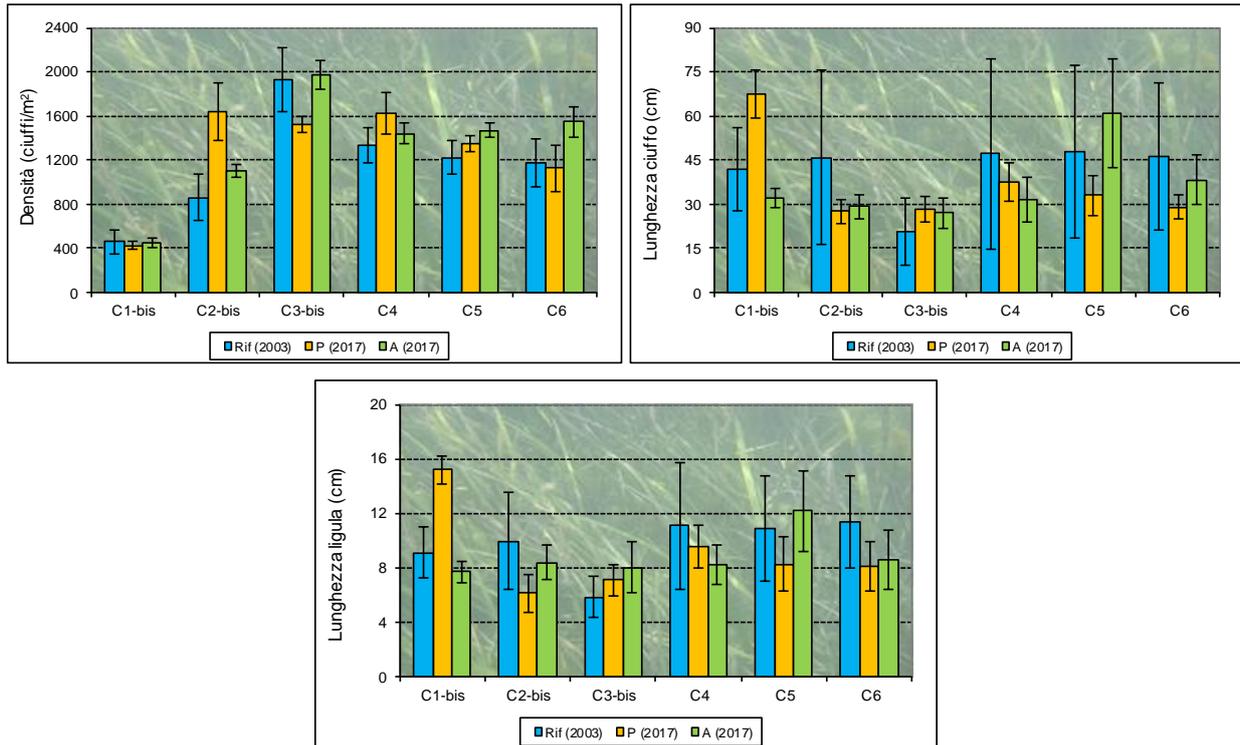


Figura 3.13. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (densità ciuffi/m², lunghezza del ciuffo e della ligula in cm) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e autunno (A) 2017.

Anche per il **numero di foglie per ciuffo** (tra 1,3 in C3-bis e 1,6 in C5 e C6 per *C. nodosa* e pari a 3,9 per *Z. marina*) e l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o **LAI**; tra 0,7 in C2-bis e 3,1 in C5 per *C. nodosa* e pari a 1,3 per *Z. marina*), i valori rientrano negli intervalli del 2003 mentre, per il LAI di *Z. marina*, sono inferiori ad essi (figura 3.14; tabelle 3.15 e 3.16-3.21).

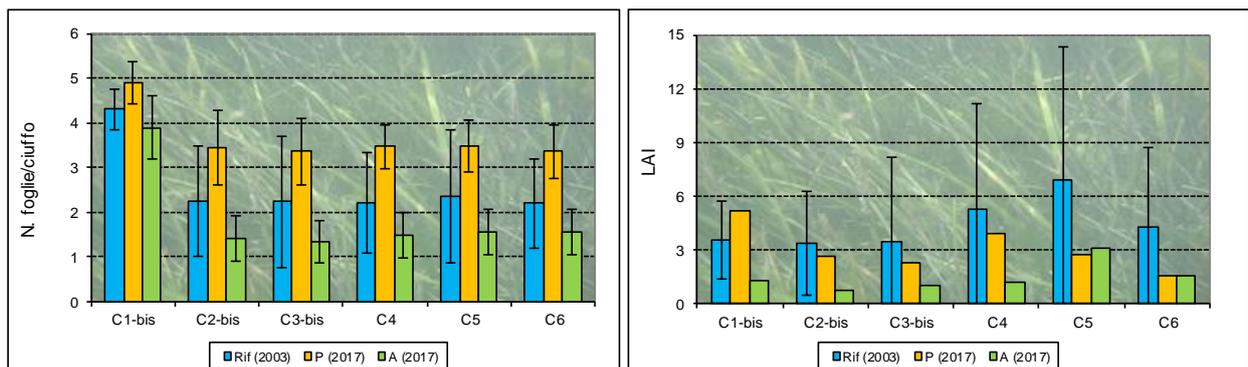


Figura 3.14. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (numero foglie/ciuffo e LAI) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e autunno (A) 2017.

Per i parametri finora considerati non si segnalano anomalie rispetto alle passate stagioni autunnali (tabelle 3.15 e 3.16-3.21). Per entrambe le fanerogame, inoltre, si segnala il buono stato generale delle praterie, evidenziato dall'assenza di fenomeni anossici nel sedimento, di quantità anomale di radici o rizomi morti delle piante e dalla presenza di una frazione verde delle lamine fogliari sempre prevalente (>98% per *Zostera* e >99% per *Cymodocea*) su quella in necrosi (scura) (tabella 3.15).

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

Prendendo in considerazione l'epifitismo delle lamine fogliari, **il numero di taxa totale** (compreso tra 14 in C2-bis, C3-bis e C6 e 20 in C5 per *C. nodosa* e pari a 9 per *Z. marina*) e quello **medio** (compreso tra 10,8 in C3-bis e 16,9 in C5 per *C. nodosa* e pari a 7,6 per *Z. marina*) presentano valori che ricadono spesso al di sotto degli intervalli del 2003 (entrambi i parametri in C2-bis e C6 e il numero totale di taxa in C1-bis), come verificatosi già in passato durante la stagione autunnale (figura 3.15; tabelle 3.15 e 3.16-3.21). Rispetto alla stagione primaverile, in C4 e C5 non si rilevano più valori inferiori agli intervalli del 2003 (tabelle 3.19 e 3.20).

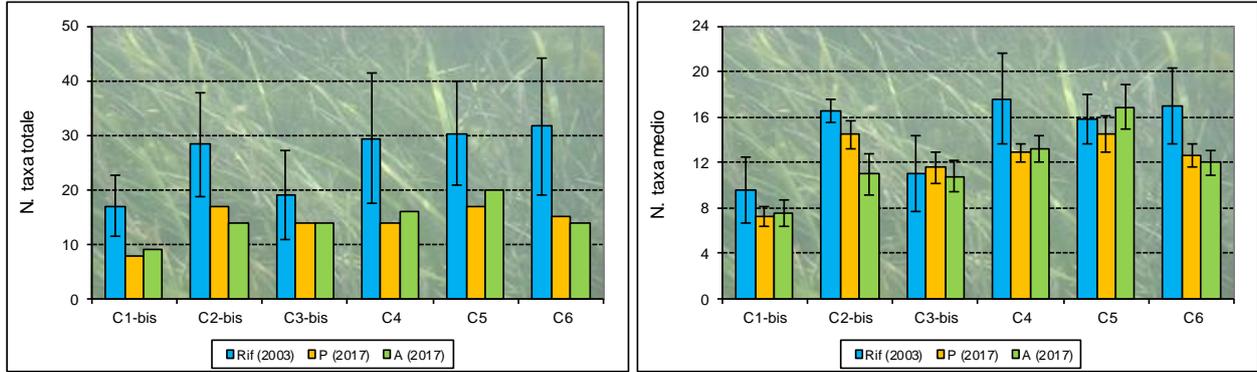


Figura 3.15. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (numero di taxa totale e medio) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e autunno (A) 2017.

La **percentuale media di ricoprimento** (tra 20,0% in C3-bis e 36,4% in C6 per *C. nodosa* e pari a 20,4% per *Z. marina*) e la **biomassa media** (tra 20,7 g p.s./m² in C5 e 35,9 g p.s./m² in C2-bis e pari a 8,7 g p.s./m² per *Z. marina*) rientrano negli intervalli guida del 2003 (figura 3.16; tabelle 3.15 e 3.16-3.21).

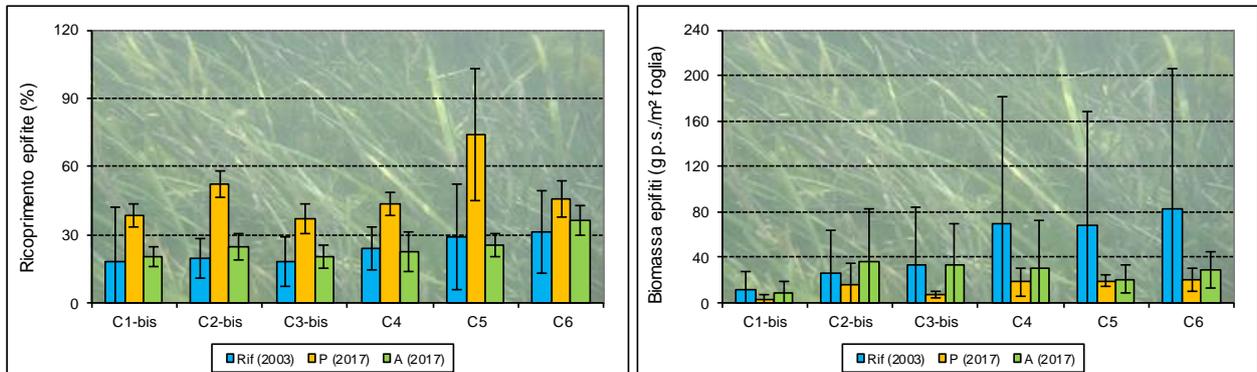


Figura 3.16. Rappresentazione grafica dei valori medi (e delle deviazioni standard) di alcuni indicatori strutturali (ricoprimento % e biomassa g p.s.) dello studio di riferimento del 2003 (primavera-estate-autunno) e della primavera (P) e autunno (A) 2017.

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

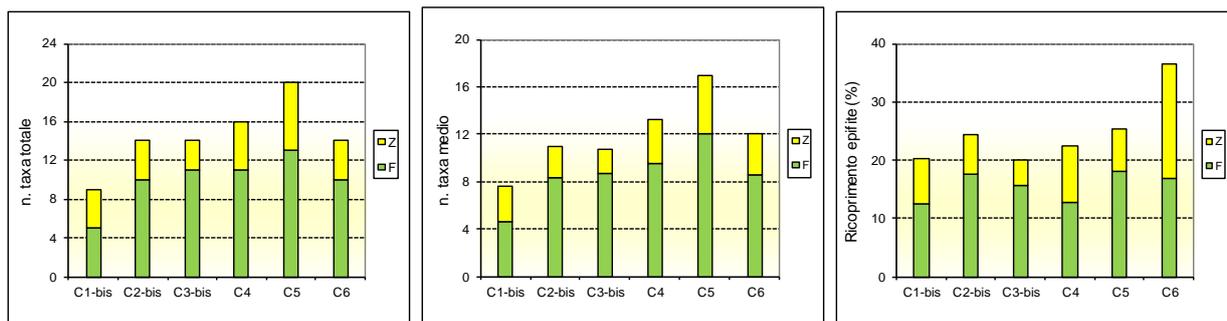


Figura 3.17. Numero totale e medio di taxa e ricoprimento percentuale medio, nelle sei stazioni di Chioggia, ripartiti in base al contributo del fitobenthos (F) e dello zoobenthos (Z) a ciascun parametro.

In tutte le stazioni a *C. nodosa* e in quella a *Z. marina*, i maggiori contributi ai valori dei parametri legati all'epifitismo (numero totale e medio di taxa e ricoprimento) sono portati da taxa fitobentonici (figura 3.17).

In generale, per *Z. marina*, tra gli organismi epifiti (figura 3.18-a), quelli che portano i maggiori contributi ai valori di ricoprimento e/o di biomassa sono, per le alghe, le diatomee bentoniche e le alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum* e, per lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli.

Nei ciuffi di *C. nodosa*, invece, a contribuire all'abbondanza, o per ricoprimento o per biomassa (figura 3.18-a), sono soprattutto, per le alghe, le diatomee bentoniche, le alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum* e le alghe rosse del genere *Ceramium* e *Chondria capillaris*. Per lo zoobenthos, invece, si segnalano i crostacei anfipodi tubicoli, il tunicato *Botryllus schlosseri* e l'antozoo *Anemonia viridis*.



Figura 3.18-a. A sinistra, stazione C1-bis, dettaglio di un ciuffo di *Z. marina* e, a destra, sito C3-bis, dettaglio di un ciuffo di *C. nodosa*, epifitati dalle alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum* e (a destra) dai crostacei anfipodi tubicoli.

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

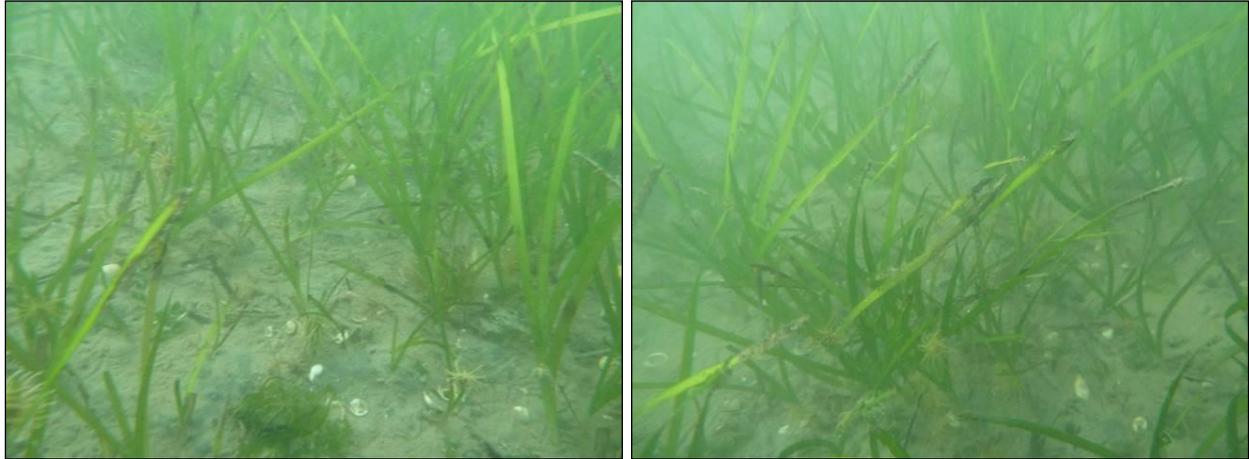


Figura 3.18-b. A sinistra, ex stazione di monitoraggio C1 e, a destra, il sito C1-bis: ciuffi di *Zostera marina*.

Tabella 3.16. Stazione Chioggia 1(*): risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/2-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/2-B/11)		Autunno B/12	Autunno B/13	
		min	max			
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²)	344-546	304	490	401	490	453
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-19	0	0	0	0	
Copertura prateria (%)	80-90	80	100	96	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	30,3-57,5	33,1	66,9	46,7	35,7	31,8
Lunghezza ligula (cm)	7,7-11,2	7,0	12,3	9,5	8,4	7,7
N. foglie/ciuffo	3,9-4,8	3,5	4,3	3,9	3,9	3,9
LAI (Leaf Area Index)	1,4-5,8	1,4	3,3	2,2	1,8	1,3
% parte viva ciuffo	97,9-98,8	96,6	99,9	98,9	99,9	98,7
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	12-23	6	14	9,2	6	9
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	6,7-12,5	4,6	10,8	6,9	5,3	7,6
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,027-0,456	0,019	0,288	0,152	0,121	0,204
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	2,7-45,6	1,9	28,8	15,2	12,1	20,4
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,1-29,6	0,1	3,3	1,5	3,3	8,7

(*) = dalla campagna autunnale dello studio B.6.72 B/5, la stazione Chioggia 1 (C1) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 1-bis (C1-bis).

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

Tabella 3.17. Stazione Chioggia 2^(*): risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/2-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/2-B/11)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max			
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	732-1107	970	1541	1223	1200	1104
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	115	20	0	0
Copertura prateria (%)	60-100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	17,7-77,0	23,6	57,3	35,1	30,0	29,2
Lunghezza ligula (cm)	6,8-13,8	6,1	13,6	8,7	8,2	8,4
N. foglie/ciuffo	1,2-3,6	1,5	2,0	1,7	1,7	1,4
LAI (Leaf Area Index)	0,4-6,2	0,6	2,5	1,3	0,9	0,7
% parte viva ciuffo	97,5-100	97,3	99,8	98,9	99,8	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	19-38	12	19	14,6	12	14
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	15,3-17,2	8,2	12,2	10,2	10,3	11,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,106-0,279	0,082	0,427	0,247	0,278	0,245
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	10,6-27,9	8,2	42,7	24,7	27,8	24,5
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,7-69,5	2,1	11,9	5,0	11,9	35,9

(*) = dalla campagna autunnale dello studio B.6.72 B/2, la stazione Chioggia 2 (C2) è sostituita dal sito di campionamento Chioggia 2-bis (C2-bis).

Tabella 3.18. Stazione Chioggia 3^(*): risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/2-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/2-B/11)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max			
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1609-2155	1057	2176	1515	1674	1972
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-28	0	226	37	0	0
Copertura prateria (%)	100	90	100	99	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	11,4-33,6	17,4	41,2	25,9	24,9	27,0
Lunghezza ligula (cm)	4,4-7,4	4,1	9,7	6,5	7,0	8,0
N. foglie/ciuffo	1,2-3,9	1,4	1,9	1,7	1,7	1,3
LAI (Leaf Area Index)	0,5-8,9	0,6	1,6	1,0	1,1	1,0
% parte viva ciuffo	92,0-99,0	94,4	99,9	98,6	99,9	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	12-28	7	20	13,9	16	14
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	7,8-14,5	7,0	13,2	9,8	13,2	10,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,111-0,304	0,167	0,619	0,355	0,619	0,200
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	11,1-30,4	16,7	61,9	35,5	61,9	20,0
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,7-91,5	0,8	13,5	6,5	13,5	33,1

(*) = dalla campagna primaverile dello studio B.6.72 B/5, 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

Tabella 3.19. Stazione Chioggia 4: risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/2-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/2-B/11)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max			
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1206-1519	977	1516	1329	1516	1442
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	93	14	0	0
Copertura prateria (%)	100	90-100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	16,8-81,6	26,3	59,5	40,3	28,4	31,5
Lunghezza ligula (cm)	6,9-16,0	9,0	12,9	9,9	9,1	8,2
N. foglie/ciuffo	1,5-3,5	1,3	1,9	1,6	1,6	1,5
LAI (Leaf Area Index)	0,7-11,9	0,6	2,6	1,6	1,1	1,2
% parte viva ciuffo	97,3-99,9	98,3	99,9	99,1	99,9	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	16-39	7	20	15,5	16	16
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	13,0-20,4	5,2	14,4	10,5	13,2	13,2
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,134-0,314	0,025	0,501	0,273	0,294	0,225
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	13,4-31,4	2,5	50,1	27,3	29,4	22,5
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,7-197,8	0,6	8,9	4,1	8,9	30,6

Tabella 3.20. Stazione Chioggia 5: risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/2-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/2-B/11)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max			
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1085-1383	995	1376	1205	1376	1473
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	6	2	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	16,9-75,8	32,5	82,6	51,9	54,0	61,1
Lunghezza ligula (cm)	8,2-15,3	8,1	14,8	10,2	11,4	12,2
N. foglie/ciuffo	1,1-4,0	1,5	2,1	1,9	1,8	1,6
LAI (Leaf Area Index)	0,6-15,1	1,1	5,0	2,5	2,5	3,1
% parte viva ciuffo	95,2-99,9	97,8	99,9	99,2	99,9	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	20-39	10	26	19,1	20	20
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	13,5-17,8	5,7	19,1	13,4	15,6	16,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,049-0,515	0,058	0,493	0,384	0,424	0,252
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	4,9-51,5	5,8	49,3	38,4	42,4	25,2
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	3,2-183,9	1,0	13,4	6,6	6,4	20,7

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

Tabella 3.21. Stazione Chioggia 6: risultati delle misure di campo autunnali e delle determinazioni di laboratorio relativamente agli studi B.6.78 e B.6.72 B/2-B/13.

	B.6.78 (intervallo)	Autunno (B/2-B/11)			Autunno B/12	Autunno B/13
		min	max			
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1045-1423	918	1569	1201	1569	1547
Densità <i>Z.marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>N.noltii</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	9	1	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	19,2-68,8	31,6	72,5	46,3	49,7	37,7
Lunghezza ligula (cm)	8,1-14,8	8,0	13,1	10,2	12,3	8,6
N. foglie/ ciuffo	1,4-3,3	1,4	2,0	1,8	1,8	1,6
LAI (Leaf Area Index)	0,3-9,1	0,8	3,5	1,9	2,6	1,6
% parte viva ciuffo	99,1-100	96,9	99,9	99,0	99,9	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	19-44	11	25	17,7	15	14
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	13,3-19,8	8,7	17,4	12,8	13,3	12,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,136-0,498	0,208	0,569	0,359	0,518	0,364
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	13,6-49,8	20,8	56,9	35,9	51,8	36,4
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	5,4-225,6	4,3	18,4	9,8	8,5	29,3

3.3 Confronto tra le due campagne di misura 2017 e lo studio di riferimento del 2003

3.3.1 Le stazioni della bocca di porto di Lido

Le sei praterie di controllo, dove la specie esclusiva o principale è *Cymodocea nodosa*, durante le due campagne di monitoraggio (primavera ed autunno 2017) hanno presentato **coperture** prossime al 100%, sempre rientranti o superiori (in L1, L5 e L6) agli intervalli di riferimento (tabella 3.22). Per quanto riguarda le altre due fanerogame, nelle stazioni di controllo sono stati rinvenuti solo pochi ciuffi di *Zostera noltei* (nel sito L5 in primavera) mentre non è mai stata segnalata la presenza di *Zostera marina* (tabella 3.22).

Rispetto agli intervalli del 2003, la **densità dei ciuffi fogliari** per *Cymodocea nodosa* è risultata conforme o spesso superiore ad essi (in primavera in L1, L2-bis, L4 e L5 e in autunno in L1 e L5) (tabella 3.22). Per la **lunghezza dei ciuffi fogliari** e la **lunghezza della ligula** sono stati registrati valori in linea con quelli di riferimento o superiori ad essi (i ciuffi fogliari in primavera in L1 e L3 e in autunno in L1 e L2-bis e la ligula in primavera in L3) (tabella 3.22).

Il **numero medio di foglie per ciuffo** ha presentato valori all'interno degli intervalli di riferimento e, solo in L2-bis, superiori ad essi (in primavera) (tabella 3.22). Per l'**indice di area fogliare** (Leaf Area Index o **LAI**) sono stati registrati valori rientranti nei limiti attesi o superiori ad essi (in primavera in L1 e L2-bis) (tabella 3.1).

Durante le campagne stagionali non sono mai stati rilevati fenomeni anossici nel sedimento o quantitativi anomali di radici o rizomi morti; il rapporto tra la **parte viva** della foglia (verde) e quella **morta** (scura), inoltre, è risultato sempre all'interno o superiore agli intervalli guida (tabella 3.22). Il rinvenimento di **semi** nel sedimento in primavera ha confermato il regolare svolgimento dei processi riproduttivi oltre a quelli vegetativi (tabella 3.22).

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

Tabella 3.22. Stazioni Lido 1-2bis-3-4-5-6: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relative allo Studio B.6.72 B/13 (anno 2017, due campagne stagionali).

	B.6.78	L1	L1	B.6.78	L2-bis	L2-bis
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	710-1119	1597	1190	884-1436	1869	1184
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0-12	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0-37	0	0	0-37	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-27	0	0	0-12	0	0
Copertura prateria (%)	70-80	100	100	90-100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	30,9-45,1	52,3	56,6	20,6-42,6	34,6	48,8
Lunghezza ligula (cm)	6,1-11,8	10,4	9,3	7,8-10,3	7,8	8,2
N. foglie/ciuffo	1,3-4,4	3,9	1,8	1,3-2,7	3,1	2,0
LAI (Leaf Area Index)	0,5-6,0	6,9	2,7	0,5-3,8	4,3	2,2
% parte viva ciuffo	88,4-99,9	99,9	99,8	92,3-99,7	99,7	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	17	20	11-36	17	17
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,8-16,3	16,2	15,6	8,2-17,5	15,1	14,1
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,076-0,471	0,614	0,352	0,082-0,486	0,732	0,487
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	7,6-47,1	61,4	35,2	8,2-48,6	73,2	48,7
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	11,4-209,2	16,9	3,8	20,3-232,2	21,1	20,7

	B.6.78	L3	L3	B.6.78	L4	L4
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1321-2697	2130	1352	1225-1931	2195	1500
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-48	0	0	0-130	9	0
Copertura prateria (%)	90-100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	17,7-41,7	42,8	34,3	19,6-56,8	40,3	50,9
Lunghezza ligula (cm)	6,5-8,6	9,3	6,8	6,4-10,2	7,5	8,8
N. foglie/ciuffo	1,8-3,5	3,4	1,9	1,4-3,4	3,4	1,8
LAI (Leaf Area Index)	0,7-9,9	6,4	1,5	0,6-7,0	6,3	3,3
% parte viva ciuffo	98,7-99,9	99,8	99,8	98,2-99,8	99,8	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	13-30	17	16	9-21	19	20
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,0-17,5	15,0	15,0	6,8-13,9	15,3	18,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,109-0,743	0,561	0,644	0,114-0,328	0,705	0,560
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	10,9-74,3	56,1	64,4	11,4-32,8	70,5	56,0
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,4-313,9	13,6	9,4	3,4-172,3	13,2	5,0

	B.6.78	L5	L5	B.6.78	L6	L6
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	704-1107	1349	1373	775-1429	1110	1107
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0-22	12	0	0-3	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	80-90	100	100	90	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	22,7-44,2	31,7	30,4	25,0-60,9	39,2	60,9
Lunghezza ligula (cm)	6,6-9,6	6,6	8,0	7,7-10,9	8,0	10,4
N. foglie/ciuffo	1,2-3,5	3,0	1,4	1,6-4,3	3,4	1,6
LAI (Leaf Area Index)	0,5-3,4	2,5	1,0	0,6-6,4	3,2	2,5
% parte viva ciuffo	98,6-99,6	99,7	99,6	98,5-99,9	99,8	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	12-23	18	20	16-29	18	18
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	8,5-13,1	16,3	15,7	10,2-15,7	15,4	14,9
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,172-0,440	0,646	0,890	0,090-0,682	0,540	0,535
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	17,2-44,0	64,6	89,0	9,0-68,2	54,0	53,5
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	5,8-209,4	16,5	19,9	9,1-207,1	15,3	7,2

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

La lista floristico-faunistica degli organismi epifiti⁴ delle lamine nelle 6 stazioni è risultata costituita da 28 taxa, suddivisi in 19 macroalghe e 9 zoobentonti, molto ridotta rispetto a quella rilevata nello studio di riferimento dove erano stati identificati 59 taxa, ripartiti in 49 macroalghe e 10 zoobentonti⁵. L'esame delle figure 3.19-a e 3.19-b permette di rilevare come, nel corso degli ultimi monitoraggi, per il numero totale di taxa (in particolare del fitobenthos) siano meno marcati i cali che si registrano di anno in anno, sia a livello di bocca di porto che di singola stazione.

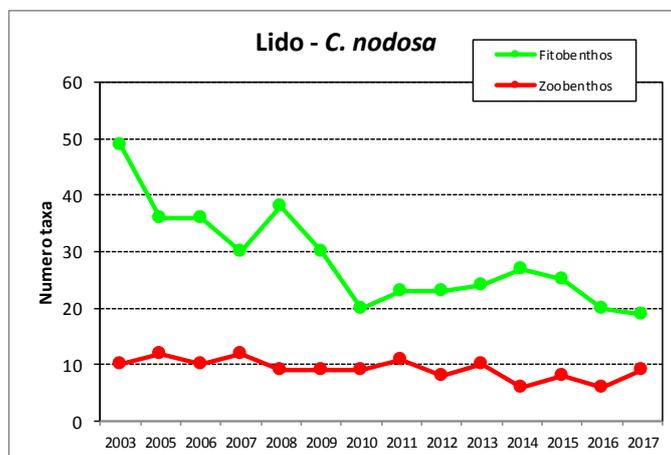


Figura 3.19-a. Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) nel complesso delle 6 stazioni della bocca di porto di Lido a *C. nodosa*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/13 (2017).

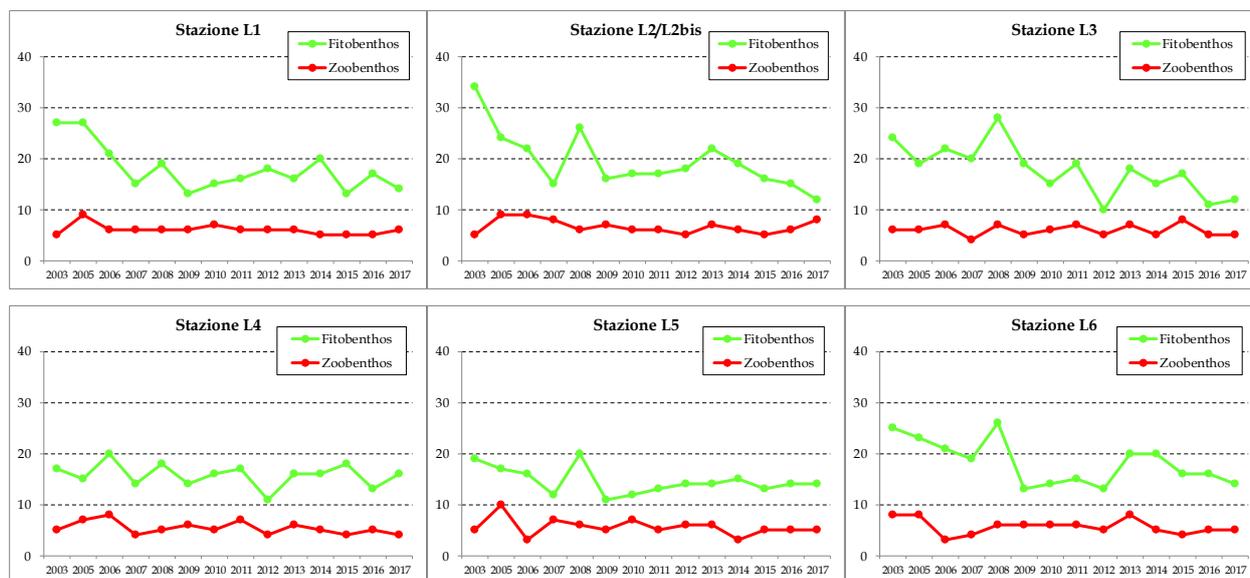


Figura 3.19-b. Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per ciascuna delle 6 stazioni a *Cymodocea nodosa* della bocca di porto di Lido, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/13 (2017).

⁴ Per ridurre al minimo errori nelle liste floro-faunistiche di ogni anno, con particolare attenzione a quelle della fase *ante operam*, è stata eseguita una armonizzazione dei dati che ha interessato la nomenclatura delle specie, una revisione e l'accorpamento di quelle più problematiche o determinate a livello tassonomico superiore alla specie e che possono, quindi, essere state oggetto di una determinazione errata.

⁵ Il numero totale di specie epifite (lista specie fito-zoobentonica) è il solo parametro ricalibrato, per tutte le bocche, a due sole campagne perché, a differenza degli altri indicatori, è di tipo incrementale (cumulativo) e non valutato su un minimo e massimo (intervallo).

Il **numero totale di taxa** per stazione e quello **medio**, nel presente monitoraggio, hanno presentato valori che, quasi sempre, sono risultati in linea con quelli di riferimento del 2003 e, in alcuni casi, anche superiori ad essi (il numero medio in L4 e L5 in primavera e in autunno) (tabella 3.22).

Per il **ricoprimento percentuale** degli epifiti, la maggior parte dei valori ricade negli intervalli di riferimento o è superiore ad essi (in primavera e autunno in L2-bis, L4 e L6 e in primavera in L1); la **biomassa** degli epifiti, invece, ha presentato valori che, talvolta, sono risultati inferiori ai range (in estate in L1, L4 e L5, in tarda estate in L1 e L5 e in tutte le campagne in L2-bis e L6) (tabella 3.22).

L'indice di **Diversità di Shannon** (dati normalizzati ID=2,19), è in linea con quello dello studio di riferimento (dati normalizzati ID=2,04) e il confronto statistico tra il set di dati rilevato nelle 6 stazioni del presente studio e in quelle dello studio di riferimento (Studio B.6.78/I), eseguito con il test non parametrico Mann-Whitney U test, non evidenzia una differenza statisticamente significativa tra gli indici di diversità ($P > 0,05$).

Per quanto attiene la struttura complessiva della comunità di epifite nelle due stagioni, l'analisi ANOSIM (dati normalizzati) indica una differenza statisticamente significativa moderata ($P < 0,001$) tra le comunità dello studio di riferimento e quelle del presente monitoraggio sulla base del valore del Global R (0,654) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R, anche esaminando la presenza/assenza delle specie ($R = 0,478$) o applicando trasformazioni ai dati di ricoprimento (radice quadrata, $R = 0,672$) (Clarke e Warwick, 1994; 2001).

I cambiamenti intercorsi tra lo studio del 2003 e quello attuale, rilevati sulla base delle indicazioni fornite dall'analisi multivariata, sono riconducibili non solo a una riduzione complessiva del numero di taxa, ma anche a variazioni di abbondanza (complessivamente aumenta il ricoprimento percentuale delle macroalghe da 18,5% a 45,6%, dello zoobenthos da 4,7% a 9,1% e cala quello delle diatomee bentoniche da 16,2% a 3,6%; si veda tabella 3.26).

Per comprendere a quali taxa siano attribuibili queste differenze, si è proceduto con un'analisi della similarità percentuale data dalla composizione in taxa tra i dati dei due monitoraggi, attraverso l'impiego della routine SIMPER (Similarity Percentage break down) del programma PRIMER (Clarke e Warwick, 1994).

Nel monitoraggio del 2003, le epifite fogliari più rappresentative erano le diatomee bentoniche (in primis i generi *Navicula* e *Melosira*), l'alga rossa *Chondria capillaris*, le rosse calcaree del genere *Hydrolithon* e le alghe verdi del genere *Cladophora*; per lo zoobenthos, peraltro limitato rispetto alle macroalghe, gli organismi più abbondanti erano l'idrozoa *Laomedea calceolifera* e i crostacei anfipodi tubicoli. Nel monitoraggio del 2017, invece, i taxa più rappresentativi tra quelli epifiti sono ancora le diatomee bentoniche (in particolare i generi *Navicula* e *Melosira*), ma con abbondanze inferiori rispetto al 2003, le alghe rosse incrostanti del genere *Hydrolithon* e *Pneophyllum* e le alghe rosse del genere *Ceramium* (tutti taxa più abbondanti nel 2017); per lo zoobenthos, gli organismi più importanti sono risultati i crostacei anfipodi tubicoli (più abbondanti nel 2017 rispetto al 2003).

3.3.2 Le stazioni della bocca di porto di Malamocco

Nelle stazioni di controllo nelle praterie a *Cymodocea nodosa* (M2, M3, M5 e M6-bis) sono stati registrati valori di **copertura** sempre pari o prossimi al 100%, che rientrano o sono superiori (in M2) ai range dello studio di riferimento del 2003. *Z. marina*, invece, ha presentato una copertura superiore ai limiti attesi in primavera e decisamente inferiori ad essi in autunno, come discusso nel paragrafo 3.2.2. La terza fanerogama, *Zostera noltei* è stata trovata in M6-bis in primavera ma con densità limitate (tabella 3.23).

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

Tabella 3.23 – Stazioni Malamocco 1-2-3-4-5-6bis: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relative allo Studio B.6.72 B/13 (anno 2017, due campagne stagionali).

	B.6.78	M1	M1	B.6.78	M2	M2
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	1435-1801	1451	1519
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	220-326	443	31	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0-56	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-37	25	0	0-230	0	0
Copertura prateria (%)	80	80-90	20	90	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	26,3-46,5	73,2	31,1	18,5-74,7	23,3	27,3
Lunghezza ligula (cm)	6,3-8,4	13,4	6,6	6,7-13,6	4,7	5,8
N. foglie/ciuffo	3,8-4,2	4,5	3,9	1,6-3,9	3,3	1,8
LAI (Leaf Area Index)	0,7-2,3	4,4	0,1	1,0-13,1	1,8	1,4
% parte viva ciuffo	94,6-97,8	99,6	99,9	98,0-99,9	99,6	99,7
Fenomeni di necrosi evidenti sulle foglie	no	no	no	no	no	no
Rilevante presenza di rizomi morti	no	no	si	no	no	no
N. taxa totale complessivo	15-21	12	15	15-29	16	18
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	9,0-14,3	10,0	12,9	11,7-16,3	12,8	15,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,045-0,089	0,312	0,252	0,105-0,889	0,710	0,760
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	4,5-8,9	31,2	25,2	10,5-88,9	71,0	76,0
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	1,7-7,8	4,0	10,2	5,6-178,0	9,7	28,9

	B.6.78	M3	M3	B.6.78	M4-bis	M4-bis
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1225-2189	1606	1256	955-1544	1252	1426
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0-25	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	6	0	0-124	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	12,1-46,8	32,3	28,9	13,9-44,6	30,6	45,4
Lunghezza ligula (cm)	4,8-9,3	7,0	5,5	6,5-9,6	7,9	8,4
N. foglie/ciuffo	1,8-3,8	3,5	1,8	1,7-3,8	3,4	1,7
LAI (Leaf Area Index)	0,4-8,8	3,2	1,1	0,3-6,4	2,3	2,7
% parte viva ciuffo	98,0-99,8	99,7	99,7	98,7-99,9	99,7	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	15-30	10	15	14-29	15	16
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	12,2-16,7	9,7	12,2	11,2-17,8	14,6	13,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,181-0,684	0,319	0,589	0,166-0,697	0,461	0,310
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	18,1-68,4	31,9	58,9	16,6-69,7	46,1	31,0
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,4-169,5	7,0	28,7	2,9-828,3	10,9	19,6

	B.6.78	M5	M5	B.6.78	M6-bis	M6-bis
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1265-1875	1318	2040	1442-1931	1355	1507
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	84	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	0-73	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	21,1-41,0	23,4	22,8	11,6-40,3	25,0	18,1
Lunghezza ligula (cm)	5,5-8,8	5,5	4,9	4,7-8,6	5,6	4,8
N. foglie/ciuffo	1,3-4,1	3,3	1,6	1,3-4,3	3,3	1,6
LAI (Leaf Area Index)	0,9-6,1	1,7	1,4	0,4-8,0	1,7	0,7
% parte viva ciuffo	98,8-99,8	99,7	99,7	98,6-99,9	99,7	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	13-39	17	15	13-39	14	19
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	11,2-23,3	14,2	12,3	10,5-14,2	12,1	14,8
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,139-1,039	0,537	0,282	0,130-0,669	0,396	0,510
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	13,9-103,9	53,7	28,2	13,0-66,9	39,6	51,0
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,1-181,8	7,5	31,6	1,0-166,7	25,3	34,0

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

Da evidenziare come, in prossimità dell'ex sito di monitoraggio M4, i controlli primaverili ed autunnali abbiano evidenziato la presenza di ciuffi di *Cymodocea* che hanno colonizzato le aree avegetate (copertura prossima al 100%). La prateria si è quindi quasi completamente ripresa dagli effetti causati dalle anossie legate alla decomposizione delle alghe verdi del genere *Ulva* durante i mesi primaverili-estivi del 2014, eventi citati spesso in letteratura come una delle cause che portano, in ambienti eutrofizzati, alla scomparsa/riduzione delle praterie a fanerogame marine (talvolta solo localizzate come nel caso di M4) (McGlathery, 2001; Lomstein *et al.*, 2006; Qiuying e Dongyan, 2014).

Anche in corrispondenza dell'ex stazione M6 (sostituita a partire dalla campagna estiva del 2010 dalla stazione M6-bis, si veda par. 2.2), i sopralluoghi in campo nel corso dei monitoraggi stagionali hanno confermato come l'area sia stata ricolonizzata dalle tre specie di fanerogame, con una copertura prossima al 100%.

Nella prateria a *Z. marina* del sito M1, caratterizzata in passato da presenze elevate di *Ulva*, in primavera si è osservata la presenza di numerose lamine di questo genere di alghe (rinvenute poi anche in autunno) e di numerosi talli di alghe rosse appartenenti soprattutto al genere *Gracilaria*.

La **densità dei ciuffi fogliari** di *Cymodocea nodosa* ha fatto registrare valori in linea con gli intervalli guida del 2003, ad eccezione della stazione M6-bis in primavera, quando il valore è sceso al di sotto di quelli attesi; come ricordato più volte precedentemente, la densità media di *Zostera marina* in M1, sopra i valori attesi in primavera, ha poi subito un drastico calo in autunno (si veda par. 3.2.2) (tabella 3.23).

La **lunghezza media dei ciuffi fogliari** per *Cymodocea nodosa* e *Z. marina* (M1) ha mostrato valori rientranti negli intervalli o superiori (in primavera in M1 e in autunno in M4-bis). Per la **lunghezza media della ligula** di *Cymodocea* e *Zostera*, i valori sono risultati talvolta superiori alle attese (in primavera in M1) o inferiori (in primavera e autunno in M2 e in autunno in M6--bis) (tabella 3.23).

Il **numero medio di foglie** per ciuffo e l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o **LAI**) per le praterie a *Cymodocea nodosa* e per quella a *Zostera marina* sono rientrati sempre negli intervalli guida con le sole eccezioni date da *Zostera* in primavera, quando i parametri sono risultati superiori agli intervalli del 2003 e in autunno, quando il LAI è risultato inferiore ai limiti guida (tabella 3.23).

In riferimento allo stato generale delle piante, nella frazione epigea, la parte verde delle lamine fogliari è risultata sempre in netta prevalenza su quella in necrosi (scura) mentre, nella frazione ipogea, non sono mai stati rilevati fenomeni anossici o quantità anomale di radici o rizomi morti; nelle praterie, inoltre, si sono svolti regolarmente anche i processi riproduttivi, come testimoniato, durante le operazioni di campionamento, dal ritrovamento di **semi** di *Cymodocea* (tabella 3.23).

Nel complesso delle due stagioni, l'elenco floristico-faunistico degli organismi epifiti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *Cymodocea nodosa*, presenta 23 taxa: 17 macroalghe e 6 zoobentonti. Il numero di taxa è in calo rispetto a quello rilevato nel 2003, dove erano stati determinati 37 taxa ripartiti in 27 macroalghe e 10 zoobentonti (figura 3.20-a). Anche per *Zostera marina* l'elenco floristico-faunistico complessivo, costituito da 15 taxa (9 macroalghe e 6 zoobentonti), è risultato inferiore a quello rilevato nello studio del 2003, dove erano presenti 21 taxa (15 macroalghe e 6 zoobentonti) (figura 3.20-a).

In linea con quanto rilevato per le stazioni di Lido, anche a Malamocco il calo nel numero totale di taxa fito- e zoobentonici sembra essersi, almeno in parte, stabilizzato negli ultimi anni (figure 3.20-a e 3.20-b).

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

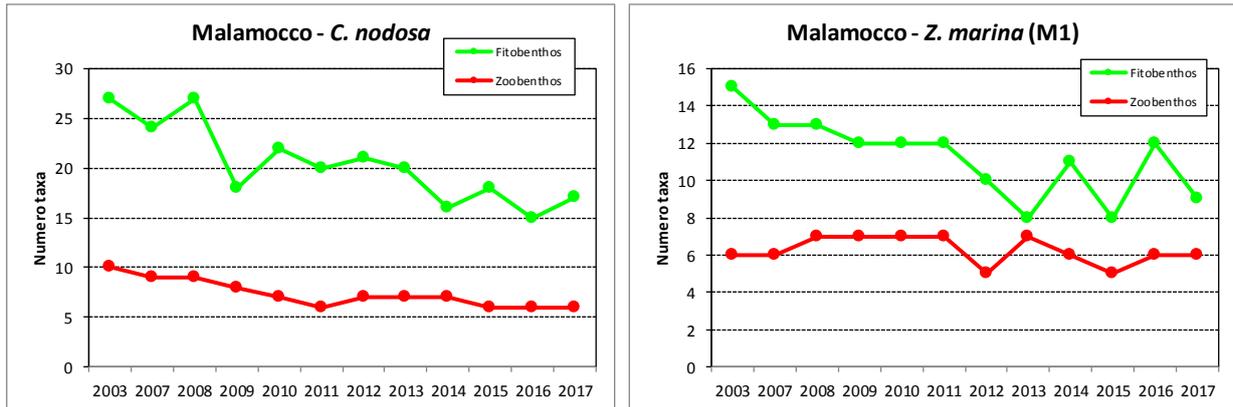


Figura 3.20-a. Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) nel complesso delle 5 stazioni della bocca di porto di Malamocco a *Cymodocea nodosa* e per quella a *Zostera marina*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/13 (2017).

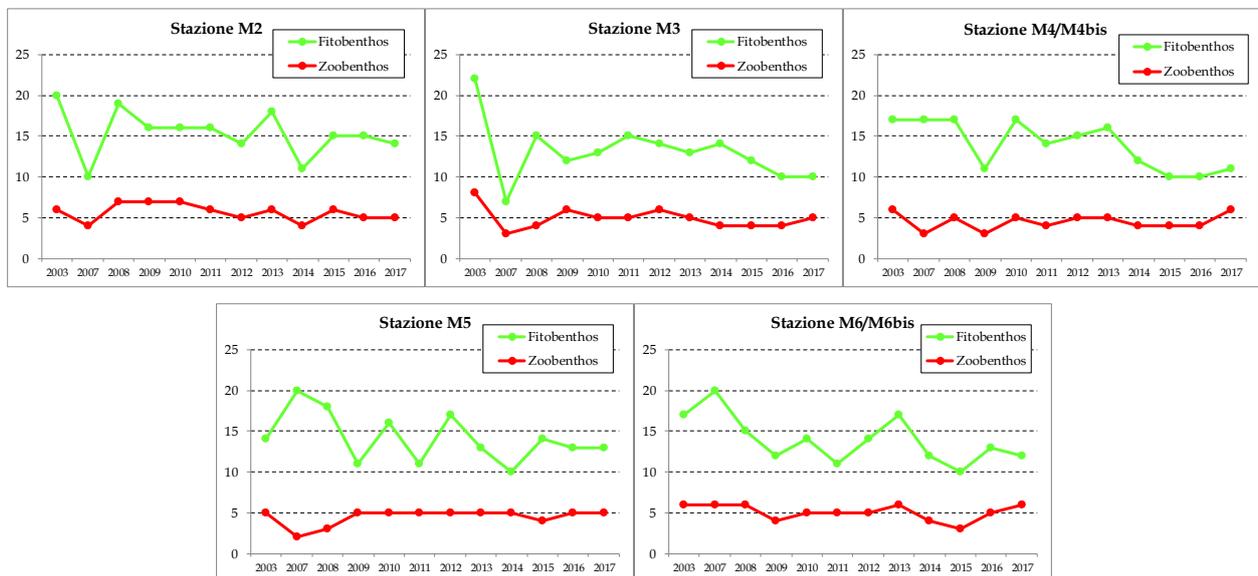


Figura 3.20-b. Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni a *Cymodocea nodosa* della bocca di porto di Malamocco, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/13 (2017).

Per il **numero totale** e quello **medio di taxa** per ciuffo, calcolati in ogni singola stazione, talvolta sono stati registrati valori inferiori ai range di riferimento del 2003 (in particolare in primavera per il numero totale in M1, M3 e M6-bis e in autunno per il numero medio in M3) come verificatosi anche durante i monitoraggi precedenti (tabella 3.23). Il **ricoprimento percentuale** degli epifiti e la loro **biomassa**, invece, sono rientrati nei range guida o ne sono risultati superiori, nel caso di *Zostera* in M1, in entrambe le campagne, per il ricoprimento e, in autunno, per la **biomassa** (tabella 3.23).

L'**indice di Diversità di Shannon** per la stazione M1 a *Zostera marina* (dati normalizzati ID=2,02) e per quelle a *Cymodocea nodosa* (dati normalizzati ID=1,92) è risultato in calo rispetto allo Studio B.6.78/I (dati normalizzati ID=2,31 per *Zostera* e ID=2,32 per *Cymodocea*), ma il test non parametrico (Mann-Whitney U test), eseguito tra il set di dati del presente studio e quello di riferimento, ha rilevato differenze statisticamente significative ($P < 0,05$) solo tra gli indici di diversità delle stazioni a *Cymodocea nodosa*.

Nel 2003, le specie più importanti della comunità epifita nella prateria a *Zostera marina* (M1) erano le diatomee coloniali, le alghe rosse *Audouinella* spp. e *Ceramium* spp., l'alga bruna *Myrionema* spp. 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 rappresentative sono le diatomee coloniali (meno abbondanti rispetto al 2003), le alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum*, l'alga rossa *Chondria capillaris* e del genere *Ceramium* (tutte più abbondanti nel 2017) e, per lo zoobenthos, il briozoo *Tendra zostericola* (non rinvenuto nel 2003), l'idrozoa *Laomedea calceolifera* e i crostacei anfipodi tubicoli (entrambi più abbondanti nel monitoraggio 2017).

Dal momento che il Mann-Whitney U test ha evidenziato una differenza statisticamente significativa tra gli indici di diversità dei due monitoraggi ($P < 0,05$) per quanto riguarda le stazioni a *Cymodocea nodosa*, ai dati di queste ultime è stata applicata l'analisi ANOSIM.

Quest'ultima ha evidenziato differenze statisticamente significative moderate ($P < 0,001$) tra il presente studio e quello di riferimento B.6.78/I, tenuto conto dei valori di Global R (0,474 dati di ricoprimento senza trasformazione; 0,588 dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata; 0,648 dati di presenza-assenza) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R. Parte di queste differenze sono riconducibili non solo a una riduzione complessiva del numero di taxa, ma anche a variazioni di abbondanza (complessivamente aumenta il ricoprimento percentuale delle macroalghe da 23,0% a 29,8% e dello zoobenthos, da 8,4% a 13,2%, e cala quello delle diatomee bentoniche, da 22,6% a 3,4%; si veda tabella 3.26).

Per le praterie a *Cymodocea nodosa*, nel 2003 le specie più importanti sono risultate le diatomee coloniali, le alghe rosse dei generi *Hydrolithon*, *Audouinella* e *Ceramium*, le alghe brune del genere *Myrionema* 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 2017, invece, le specie più rappresentative sono le diatomee coloniali (meno abbondanti rispetto al 2003), le alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum* e quelle rosse del genere *Ceramium* e *Chondria capillaris* e, per lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli (tutti taxa maggiormente presenti nel 2017).

3.3.3 Le stazioni della bocca di porto di Chioggia

Nel corso delle due campagne di monitoraggio, le praterie a *Cymodocea nodosa*, dove sono localizzate 5 stazioni (C2-bis, C3-bis, C4, C5 e C6) e quella a *Zostera marina* (C1-bis), hanno presentato **coperture** prossime al 100%; questi valori sono in linea con quanto registrato nello studio di riferimento del 2003 (o, per *Zostera*, superiori ad essi) e nei precedenti monitoraggi (tabella 3.24). Durante le fasi di campionamento la presenza di ciuffi della terza fanerogama, *Zostera noltei*, non è mai stata segnalata.

Nella stazione C1 che, dalla campagna autunnale B.6.72 B/5 (novembre 2009), è stata sostituita dalla C1-bis, in seguito ad un sensibile diradamento localizzato dei ciuffi fogliari, i sopralluoghi hanno confermato la presenza di una prateria a *Zostera marina* nuovamente in buono stato, con una copertura prossima al 100%. Durante i campionamenti, nelle vicinanze delle stazioni C1, C1-bis e C3-bis non sono mai state segnalate reti da pesca, spesso presenti in passato.

La **densità media dei ciuffi fogliari** di *Cymodocea nodosa* è talvolta risultata superiore agli intervalli di riferimento (in estate in C2-bis e C4 e in primavera e in C5 e C6 in autunno) o inferiore ad essi (in C3-bis in primavera); per *Zostera marina* nel sito C1-bis, la densità è rientrata sempre nei limiti attesi del 2003 (tabella 3.24).

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

Per *Cymodocea nodosa* la **lunghezza media dei ciuffi fogliari** e quella della **ligula** hanno presentato valori talvolta superiori ai range di riferimento (in autunno per la ligula in C3-bis) o inferiori ad essi (per la ligula in primavera in C2-bis); per *Zostera marina*, entrambi i parametri, in primavera, sono risultati superiori ai valori attesi (tabella 3.24).

Il **numero medio di foglie** per ciuffo e l'**indice di area fogliare** (*Leaf Area Index* o LAI) per le praterie a *Cymodocea nodosa* e quella a *Zostera marina* sono rientrati quasi sempre negli intervalli guida attesi; le poche eccezioni, per *Zostera* in C1-bis, sono portate dal numero di foglie per ciuffo, risultato, superiore ai valori attesi in primavera e dal LAI, risultato inferiore ad essi in autunno (tabella 3.24).

In merito allo stato generale delle praterie, anche a Chioggia per la parte ipogea delle piante non sono mai stati rilevati fenomeni anossici o un'eccessiva presenza di rizomi morti; per la parte epigea, invece, la porzione viva della foglia (verde) è risultata sempre nettamente prevalente (>98%) rispetto a quella morta (scura). Il rinvenimento di **ciuffi fertili** di *Zostera marina*, inoltre, conferma come si siano svolti regolarmente anche i processi riproduttivi (tabella 3.24).

L'elenco floristico-faunistico complessivo degli epifiti delle lamine fogliari delle 5 stazioni a *Cymodocea nodosa* è composto di 26 taxa di cui 19 macroalghe e 7 zoobentonti; questi valori sono in calo rispetto a quelli dello studio di riferimento, dove sono stati determinati 53 taxa, ripartiti in 40 macroalghe e 13 zoobentonti. Anche per *Zostera marina* l'elenco floristico-faunistico complessivo degli organismi, costituito da 8 taxa di cui 4 macroalghe e 4 zoobentonti, ha subito un decremento rispetto a quello rilevato nel 2003, quando erano presenti 19 taxa ripartiti in 15 macroalghe e 4 zoobentonti (figure 3.24-a e 3.24-b).

Come rilevato per le stazioni di Lido e Malamocco, il numero totale di taxa di fitobenthos e zoobenthos delle stazioni a *Cymodocea* sembra essersi stabilizzato negli ultimi monitoraggi; a Chioggia, invece, la stazione a *Zostera marina* (C1-bis) dopo aver presentato variazioni minime nel numero di taxa, soprattutto a partire dal 2009, tra il 2015 e il 2017 fa registrare sensibili variazioni del parametro (figure 3.21-a e 3.21-b). In analogia con quanto rilevato anche per la stazione M1-bis a Malamocco (figura 3.20-a), è ragionevole ritenere che le oscillazioni nel numero di taxa totale per *Zostera marina*, siano da ricondurre, per ultimi anni, alle elevate temperature estive e a bloom algali (soprattutto a Malamocco) localizzati e di breve durata.

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

Tabella 3.24. Stazioni Chioggia C1-bis, C2-bis, C3-bis, C4, C5 e C6: risultati delle misure di campo e delle determinazioni di laboratorio relative allo Studio B.6.72 B/13 (anno 2017, due campagne stagionali).

	B.6.78	C1-bis	C1-bis	B.6.78	C2-bis	C2-bis
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	732-1107	1637	1104
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	344-546	428	453	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-19	53	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	80-90	90-100	100	60-100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	30,3-57,5	67,2	31,8	17,7-77,0	27,6	29,2
Lunghezza ligula (cm)	7,7-11,2	15,2	7,7	6,8-13,8	6,1	8,4
N. foglie/ciuffo	3,9-4,8	4,9	3,9	1,2-3,6	3,4	1,4
LAI (Leaf Area Index)	1,4-5,8	5,2	1,3	0,4-6,2	2,7	0,7
% parte viva ciuffo	97,9-98,8	99,7	98,7	97,5-100	99,8	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	12-23	8	9	19-38	17	14
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	6,7-12,5	7,2	7,6	15,3-17,2	14,4	11,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,027-0,456	0,384	0,204	0,106-0,279	0,522	0,245
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	2,7-45,6	38,4	20,4	10,6-27,9	52,2	24,5
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	2,1-29,6	3,6	8,7	2,7-69,5	16,6	35,9

	B.6.78	C3-bis	C3-bis	B.6.78	C4	C4
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1609-2155	1522	1972	1206-1519	1628	1442
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0-28	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	11,4-33,6	28,2	27,0	16,8-81,6	37,7	31,5
Lunghezza ligula (cm)	4,4-7,4	7,1	8,0	6,9-16,0	9,5	8,2
N. foglie/ciuffo	1,2-3,9	3,4	1,3	1,5-3,5	3,5	1,5
LAI (Leaf Area Index)	0,5-8,9	2,3	1,0	0,7-11,9	3,9	1,2
% parte viva ciuffo	92,0-99,0	99,8	99,1	97,3-99,9	99,8	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	12-28	14	14	16-39	14	16
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	7,8-14,5	11,6	10,8	13,0-20,4	12,9	13,2
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,111-0,304	0,371	0,200	0,134-0,314	0,437	0,225
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	11,1-30,4	37,1	20,0	13,4-31,4	43,7	22,5
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	0,7-91,5	7,4	33,1	2,7-197,8	18,4	30,6

	B.6.78	C5	C5	B.6.78	C6	C6
	(intervallo)	Primavera	Autunno	(intervallo)	Primavera	Autunno
Densità <i>C. nodosa</i> (ciuffi/m ²)	1085-1383	1345	1473	1045-1423	1128	1547
Densità <i>Z. marina</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità <i>Z. noltei</i> (ciuffi/m ²)	0	0	0	0	0	0
Densità ciuffi fertili-semi/m ² ⁽¹⁾	0	0	0	0	0	0
Copertura prateria (%)	100	100	100	100	100	100
Lunghezza ciuffi (cm)	16,9-75,8	32,3	61,1	19,2-68,8	27,8	37,7
Lunghezza ligula (cm)	8,2-15,3	8,3	12,2	8,1-14,8	8,1	8,6
N. foglie/ciuffo	1,1-4,0	3,5	1,6	1,4-3,3	3,4	1,6
LAI (Leaf Area Index)	0,6-15,1	2,7	3,1	0,3-9,1	1,6	1,6
% parte viva ciuffo	95,2-99,9	99,8	99,8	99,1-100	99,8	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	20-39	17	20	19-44	15	14
N. taxa medio/ciuffo ⁽²⁻³⁾	13,5-17,8	14,4	16,9	13,3-19,8	12,7	12,0
Ricoprimento epifite m ² /m ² lamina fogliare ⁽²⁻³⁾	0,049-0,515	0,740	0,252	0,136-0,498	0,456	0,364
% ricoprimento ⁽²⁻³⁾	4,9-51,5	74,0	25,2	13,6-49,8	45,6	36,4
Biomassa epifite (g p.s./m ² lamina fogliare) ⁽³⁻⁴⁾	3,2-183,9	19,6	20,7	5,4-225,6	20,5	29,3

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

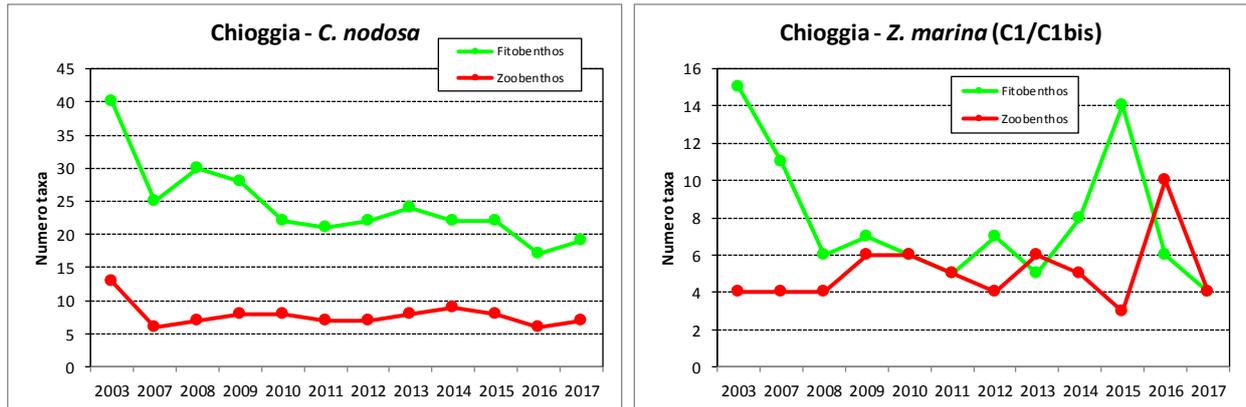


Figura 3.21-a. Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni della bocca di porto di Chioggia a *Cymodocea nodosa* e per quella a *Zostera marina*, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/13 (2017).

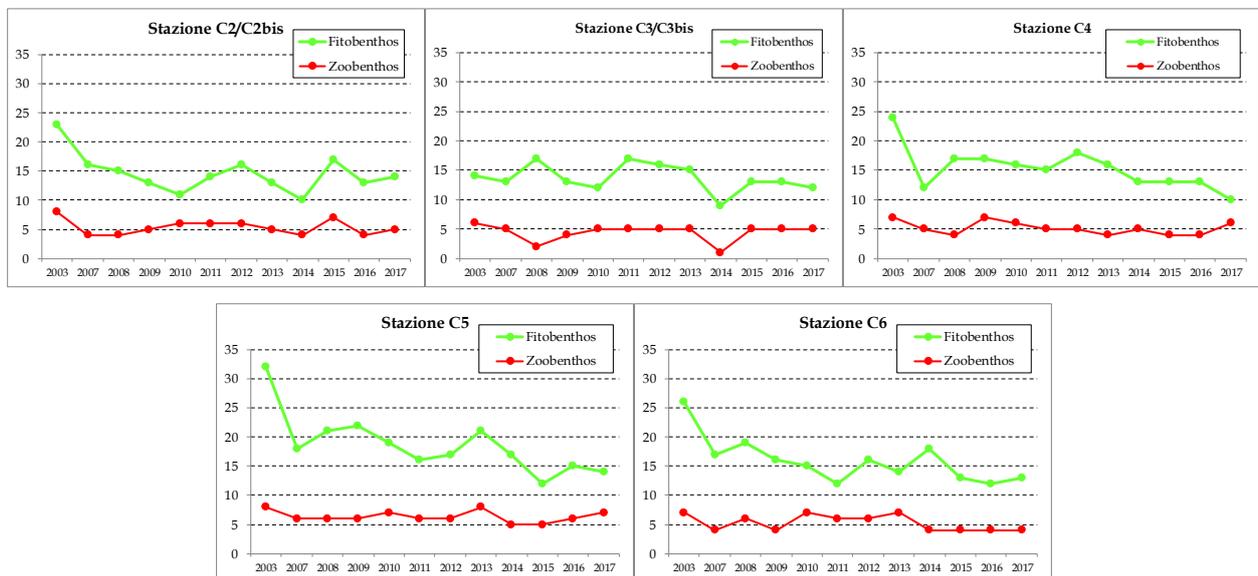


Figura 3.21-b. Numero totale di taxa (elenco floristico-faunistico) per le 5 stazioni a *Cymodocea nodosa* della bocca di porto di Chioggia, tra lo Studio B.6.78/I del 2003 e quello attuale B.6.72 B/13 (2017).

Il **numero totale di specie** e quello **medio** per *Cymodocea* (in particolare nelle stazioni C2-bis e C6) e per *Zostera* sono risultati spesso inferiori ai range di riferimento del 2003, come verificatosi spesso nei passati anni di monitoraggio (tabella 3.24).

Il **ricoprimento percentuale** degli epifiti fogliari per *Cymodocea* e *Zostera* è ricaduto negli intervalli di riferimento o è risultato talvolta superiore ad essi (in primavera in C2-bis, C3-bis, C4 e C5); per la **biomassa** degli epifiti, invece, i valori sono sempre ricaduti nei limiti guida (tabella 3.24).

L'**indice di Diversità di Shannon** nella stazione a *Zostera marina* (dati normalizzati ID=1,70) e in quelle a *Cymodocea nodosa* (dati normalizzati ID=2,12) è in calo rispetto a quello calcolato per lo studio di riferimento B.6.78/I (dati normalizzati ID=1,88 per *Zostera* e 2,47 per *Cymodocea*). Il test non parametrico (Mann-Whitney U test), eseguito tra i dati del presente studio e quelli dello studio del 2003, come per le stazioni di Malamocco, ha comunque rilevato una differenza statisticamente significativa ($P < 0,05$) solo tra gli indici di diversità per le stazioni a *Cymodocea*.

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

Per la prateria a *Zostera marina* della ex stazione C1, nel 2003 le specie più importanti sono risultate le diatomee coloniali, le alghe rosse *Pneophyllum fragile* e *Ceramium diaphanum*, le alghe brune del genere *Myrionema* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, l'antozoo *Actiniaria* indet. e i crostacei anfipodi tubicoli. Nel monitoraggio 2017, per la stazione C1-bis (che ha sostituito la C1), i taxa più significativi sono le diatomee coloniali, le alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum* (percentualmente più presenti nel 2017), le alghe brune del genere *Myrionema* (meno abbondanti nel 2017), e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli (più abbondanti nel 2017).

Dal momento che il Mann-Whitney U test ha evidenziato una differenza statisticamente significativa tra gli indici di diversità dei due monitoraggi ($P < 0,05$) per quanto riguarda le stazioni a *Cymodocea nodosa*, ai dati di queste ultime è stata applicata 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) sono da considerarsi nel complesso moderate sulla base del valore del Global R (0,350 dati di ricoprimento senza trasformazione; 0,557 dati di ricoprimento trasformati con radice quadrata; 0,745 dati di presenza-assenza) e delle zero permutazioni statisticamente maggiori o uguali a Global R. Anche a Chioggia, come per Lido e Malamocco, parte di queste differenze sono riconducibili oltre che a una riduzione complessiva del numero di taxa, anche a variazioni di abbondanza (complessivamente aumenta il ricoprimento percentuale delle macroalghe da 23,3% a 24,0% e cala quello dello zoobenthos, da 9,1% a 1,8%, e delle diatomee bentoniche, da 10,5% a 3,8%; si veda tabella 3.25).

Nello studio di riferimento del 2003 le specie più importanti sono risultate le diatomee coloniali, le alghe rosse dei generi *Hydrolithon*, *Pneophyllum* e *Ceramium*, le alghe brune del genere *Myrionema* 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 di epifiti delle cinque stazioni a *Cymodocea nodosa*. Nel monitoraggio attuale (2017) i taxa più significativi sono le diatomee coloniali (meno abbondanti rispetto al 2003), le alghe rosse incrostanti dei generi *Hydrolithon* e *Pneophyllum* e, per quanto riguarda lo zoobenthos, i crostacei anfipodi tubicoli e l'antozoo *Anemonia viridis* (tutti con abbondanze più elevate rispetto al 2003).

3.3.4 Analisi della frequenza di rinvenimento degli epifiti

In linea con quanto registrato nei precedenti anni di monitoraggio, anche nel 2017 le differenze con lo studio del 2003 sembrano riconducibili principalmente alla diversa abbondanza di alcuni taxa e, secondariamente, alla loro presenza o assenza. Questo fattore va comunque considerato poiché, tra il monitoraggio *ante operam* e i successivi, in ciascuna bocca di porto è stata comunque registrata la scomparsa e/o la comparsa di alcuni organismi. Le differenze rispetto al 2003 sono state analizzate utilizzando la metodica del Matrix Plot di PAST (Hammer *et al.*, 2001), applicata ai valori di frequenza degli organismi epifiti (figure 3.22-3.24). Tale analisi, in ciascuna bocca di porto, ha permesso di ottenere un quadro complessivo e sequenziale negli anni delle variazioni dei taxa, in termini di presenza/assenza e frequenza di rinvenimento.

I Matrix Plot di ogni bocca di porto (figure 3.22-3.24), pur presentando differenze a livello di lista e numero di taxa, si caratterizzano per la medesima rappresentazione complessiva che organizza ciascuna bocca in tre blocchi più o meno distinti:

- uno centrale nel plot, costituito da taxa che, pur variando di frequenza, sono più o meno sempre presenti in tutti i monitoraggi;
- uno nella parte più alta del plot, di cui fanno parte taxa che, rispetto alla fase *ante operam*, scompaiono già dal primo monitoraggio di controllo (B.6.72 B/1 per Lido e B.6.72 B/2 per

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

Malamocco e Chioggia) o progressivamente in quelli successivi;

- uno nella parte più bassa del plot, composto da taxa assenti nel monitoraggio *ante operam* e che progressivamente sono divenuti parte integrante della comunità degli epifiti.

Le dinamiche dell'epifitismo che si osservano nei Matrix Plot confermano come le variazioni verificatesi tra lo studio del 2003 e quello del 2017 (B.6.78 B/13), seppur moderate, sembrano essersi in parte attenuate, tanto da rendere più o meno costante il numero degli epifiti negli ultimi anni di monitoraggio.

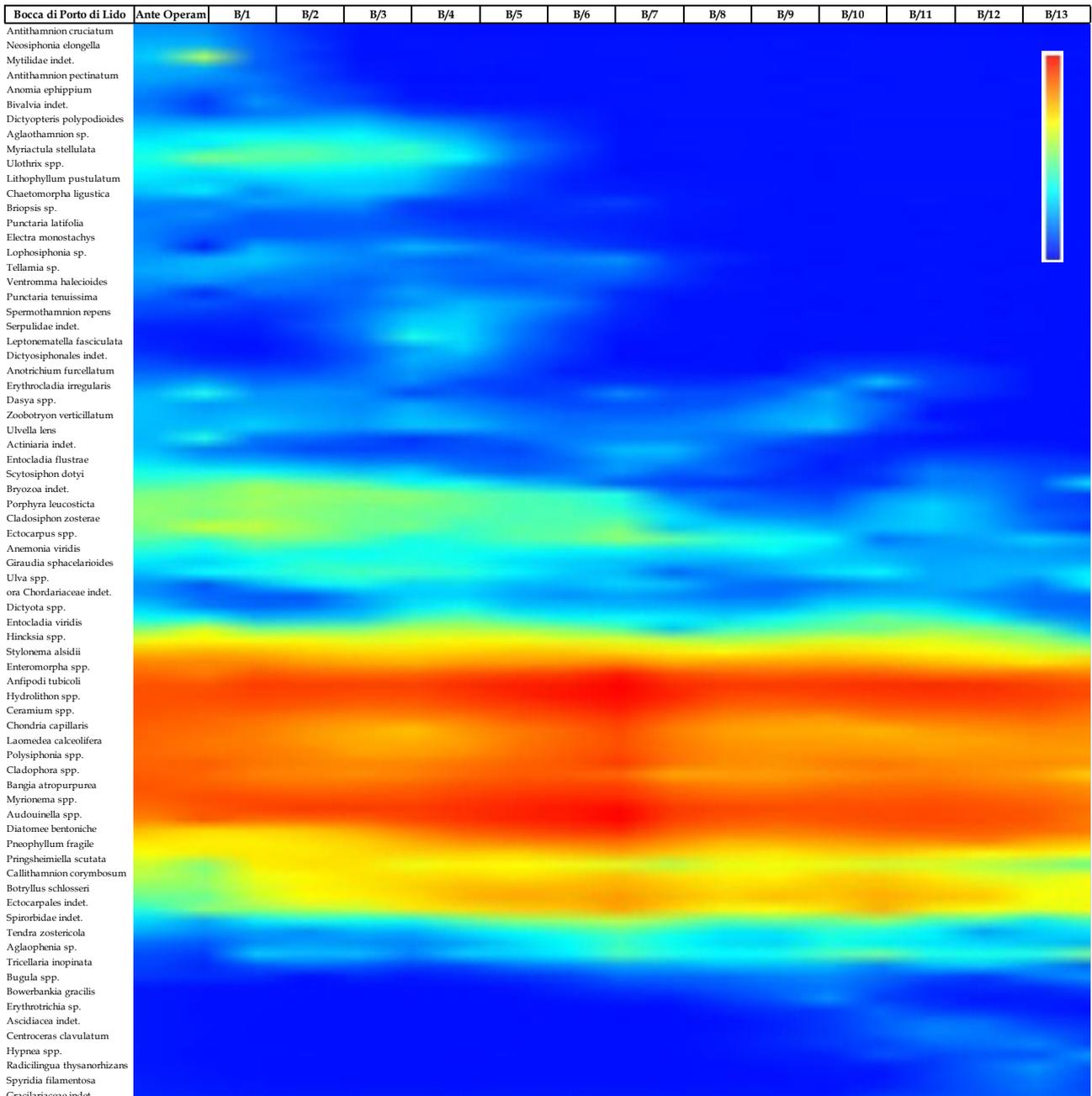


Figura 3.22. Bocca di porto di Lido: Matrix Plot dei valori di frequenza di rinvenimento dei taxa per i 13 anni di monitoraggio (*ante operam* = Studio B.6.78/I; B/1-B/13 = Studi B.6.72 B/1-B/13, 2005-2017). Valori (log+1) trasformati (rosso = massima frequenza; blu = assenza di rilevamenti).

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

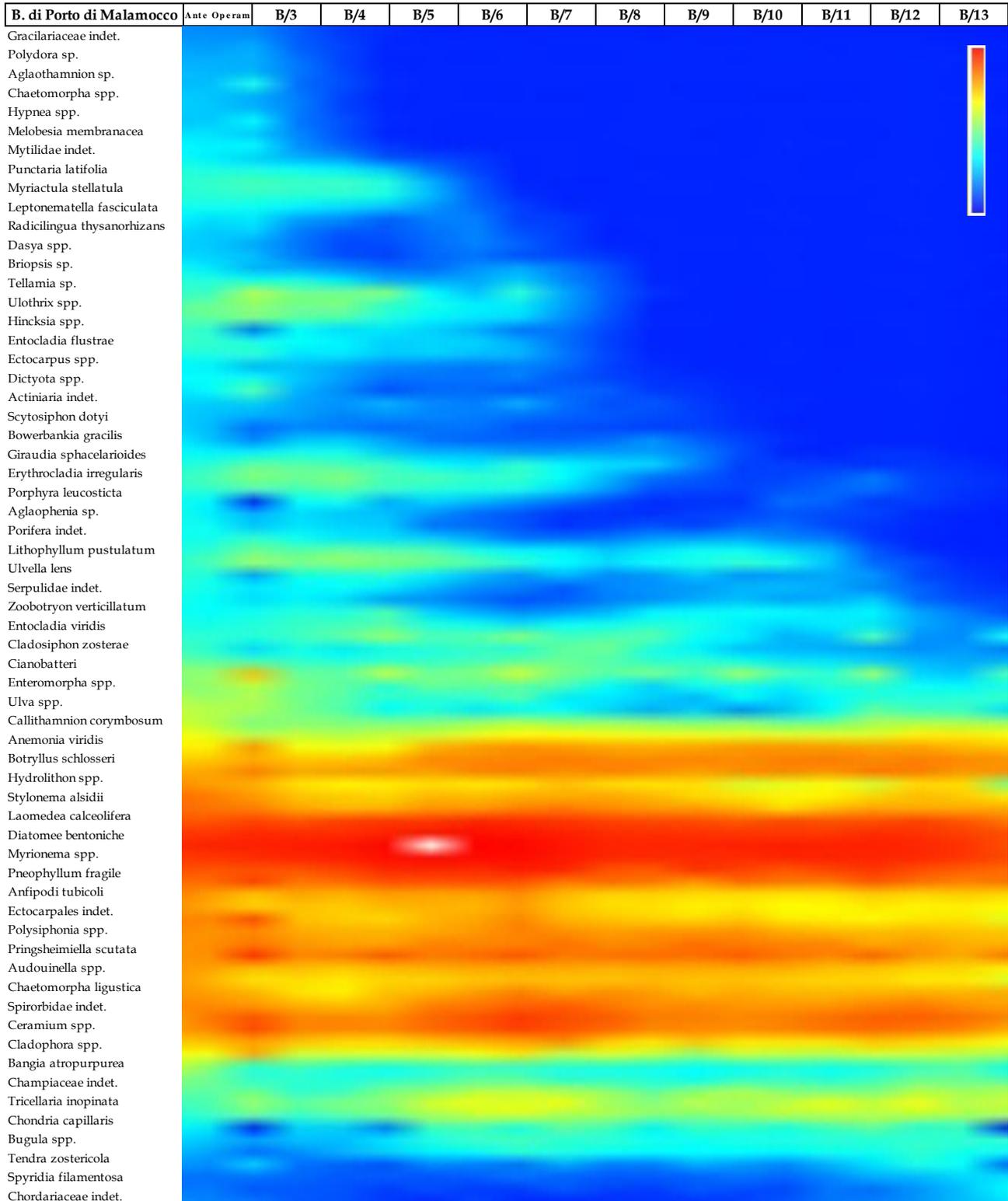


Figura 3.23. Bocca di porto di Malamocco: Matrix Plot dei valori di frequenza di rinvenimento dei taxa per gli 11 anni di monitoraggio (*ante operam* = Studio B.6.78/I; B/1-B/13 = Studi B.6.72 B/1-B/13, 2005-2017). Valori (log+1) trasformati (rosso = massima frequenza; blu = assenza di rilevamenti).

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

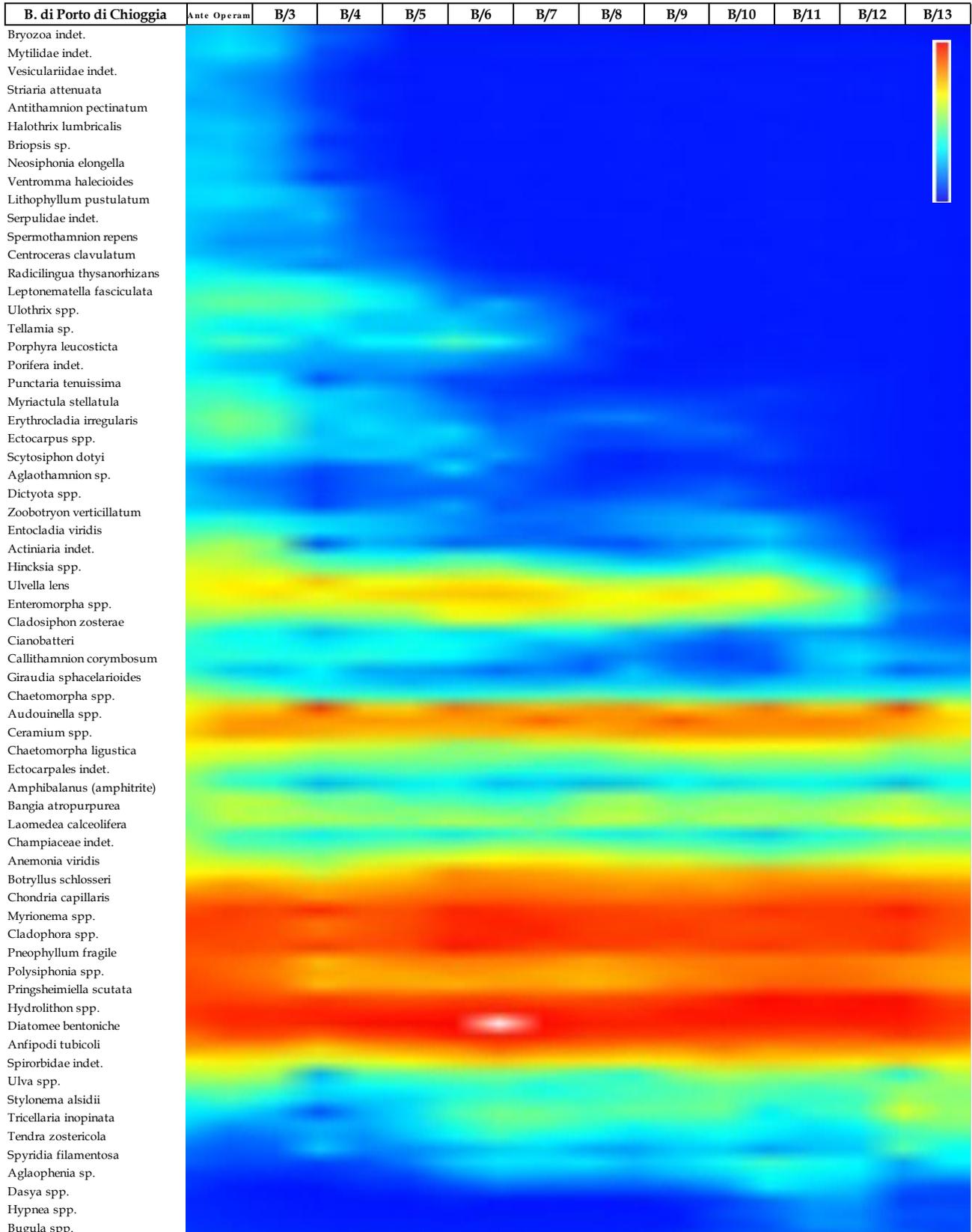


Figura 3.24. Bocca di porto di Chioggia: Matrix Plot dei valori di frequenza di rinvenimento dei taxa per gli 11 anni di monitoraggio (*ante operam* = Studio B.6.78/I; B/1-B/13 = Studi B.6.72 B/1-B/13, 2005-2017). Valori (log+1) trasformati (rosso = massima frequenza; blu = assenza di rilevamenti).

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

È stata valutata anche la possibilità che la riduzione del numero degli epifiti fosse correlata alla maggiore o minore vicinanza alle opere in realizzazione. I grafici in figura 3.25 suggeriscono, però, come non si debba tenere in considerazione tale ipotesi visto che la riduzione di questo parametro interessa sia le stazioni prossime alle opere (ad esempio L3, M4 e C5; linea nera nel grafico), sia quelle più lontane (ad esempio L6, M6/M6-bis e C3/C3-bis; linea rossa nel grafico).

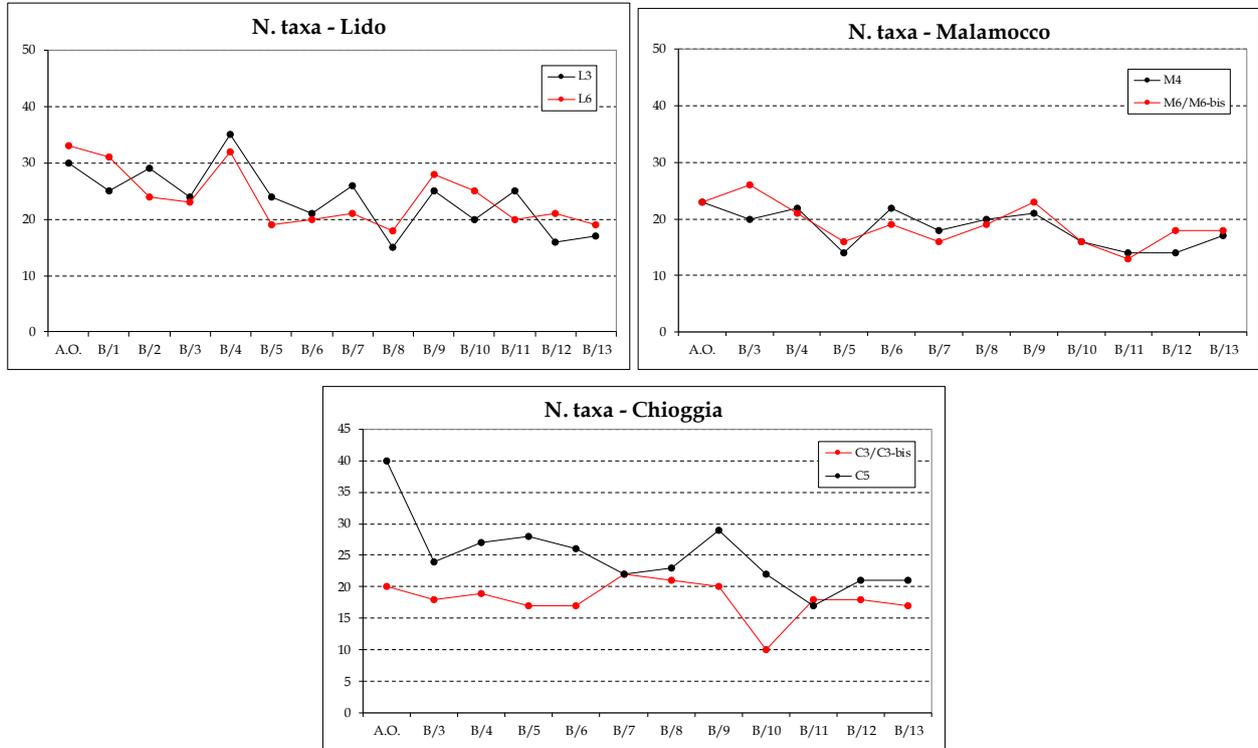


Figura 3.25. Numero totale annuale di taxa (algali ed animali) per bocca di porto rilevato in stazioni vicine alle opere (L3, M4/M4-bis e C5) e lontane dalle opere (L6, M6/M6-bis e C3/C3-bis) durante il monitoraggio *ante operam* (A.O.) B.6.78/I e quelli B.6.72B/1-B/13 (B-1/B-13).

3.3.5 *Analisi generale delle variazioni osservate nell'epifitismo delle fanerogame marine*

Il confronto tra le comunità di epifite delle praterie a fanerogame marine rilevate nel presente studio e in quello *ante operam* (2003) ha evidenziato come, per il numero di taxa (totale e per stazione) e le abbondanze (ricoprimento e biomassa), le differenze siano limitate nelle praterie della bocca di Lido e Malamocco e più evidenti in quelle di Chioggia, anche se comunque meno marcate rispetto a quanto osservato nei precedenti anni di monitoraggio.

Queste differenze, che in taluni casi sono risultate statisticamente significative (si vedano i par. 3.3.1, 3.3.2 e 3.3.3), sono state analizzate per comprendere se e quanto esse possano essere attribuite, anche solo in parte, a fattori quali, ad esempio, quelli meteo-climatici.

Torbidità dell'acqua: come riportato in letteratura, un eventuale aumento di questo parametro 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 (Borum *et al.*, 2004; Larkum *et al.*, 2006; Ahmad-Kamil *et al.*, 2013). Vista la sospensione, da aprile 2015, della linea di monitoraggio relativamente all'acquisizione dei dati di torbidità (tramite sonde fisse posizionate alle bocche di porto), poiché sono oramai terminate le lavorazioni che potevano alterarne negativamente i valori, per lo studio attuale non sono disponibili informazioni circa l'andamento del parametro.

Sedimentazione: in merito alla sedimentazione sulle lamine fogliari, durante i tre controlli alle

bocche di porto nelle stazioni di controllo e i rilievi relativi alla mappatura non sono stati rinvenuti ciuffi con deposizione anomala di particellato sulle lamine o riscontrate situazioni in cui erano presenti ciuffi fogliari con uno sviluppo limitato o incrementi dei fenomeni di necrosi (tabelle 3.22, 3.23 e 3.24).

Idrodinamismo: questo fattore è segnalato in letteratura come una delle possibili cause di cambiamenti a carico della componente epifita, soprattutto per l'abbondanza. L'accentuato movimento delle lamine fogliari, dovuto ad incrementi dei flussi idrodinamici, sarebbe infatti 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; Granhag *et al.*, 2007). I risultati dell'elaborazione del modello correntometrico e sedimentologico per la bocca di porto di Lido (previsto nei due monitoraggi 2011 e 2012, Studi B.6.72 B/7 e B/8), per quella di Malamocco (previsto nei due monitoraggi 2012 e 2013, Studi B.6.72 B/8 e B/9) e per quella di Chioggia (previsto nel monitoraggio 2013, Studio B.6.72 B/9) hanno escluso, però, che le praterie possano risentire di incrementi della velocità, dovuti alle modifiche morfologiche apportate dalle opere alle bocche, tali da comprometterne la stabilità e/o influenzare la struttura delle comunità di epifite presenti (MAG. ACQUE - CORILA, 2012b; 2013b; PROV. OO. PP. - CORILA, 2014b).

Variazioni del carico trofico lagunare e in generale dell'alto Adriatico: tale parametro, pur essendo complesso da valutare anche perché varia in relazione ai diversi distretti lagunari (nord, sud e centro, gronda lagunare o settore prossimo ai lidi) e perché richiede anche una precisa analisi delle serie storiche è comunque un parametro che merita di essere considerato. Vi sono infatti indicazioni sia a livello lagunare (Facca *et al.*, 2011) sia per il nord Adriatico (Giani *et al.*, 2012). Studi lagunari segnalano una riduzione del carico trofico (ammonio, fosforo e nitrati) tra il 1998 e il 2014 (Sfriso e Buosi, 2018); lo studio relativo al nord Adriatico, invece, segnala una riduzione dell'eutrofizzazione a partire dalla metà degli anni 80, riconducibile ad un minor impatto antropico (diminuzione dei carichi di fosforo) e alle modifiche climatiche. Questo fattore ha portato alla conseguente diminuzione delle precipitazioni atmosferiche e quindi del deflusso finale verso il mare. Quanto evidenziato potrebbe aver avuto delle ricadute soprattutto sulla componente macroalgale, quali produttori primari, che più di altri organismi risentono delle variazioni dei nutrienti.

Acidificazione delle acque marine: in letteratura con il termine acidificazione marina si indica il processo che determina una diminuzione dei valori di pH (marino) in seguito alla dissoluzione di anidride carbonica, di origine antropica, dall'atmosfera⁶ che, nel complesso, porta al graduale scioglimento dei gusci calcarei degli organismi marini (vegetali e animali), costituiti da carbonato di calcio (CaCO₃). Indagini recenti, condotte in aree dove i valori di pH sono per loro natura più bassi⁷, individuano in questo decremento una possibile causa delle modifiche a carico della componente epifita; in particolare, un calo, anche moderato, dei valori medi del pH, porterebbe ad un indebolimento della componente delle alghe calcaree che finirebbero con il ridursi in numero e soprattutto in abbondanza (Donnarumma *et al.*, 2014; Kroeker *et al.*, 2013; Martin *et al.*, 2008, 2013; Martin e Gattuso, 2009; Semesi *et al.*, 2009; Porzio *et al.*, 2011; Ragazzola *et al.*, 2012). In seguito all'acidificazione delle acque sono stati segnalati, però, anche contemporanei cali dell'abbondanza

⁶ Con formazione di acido carbonico (H₂CO₃); questo tende a dissociarsi perdendo ioni H⁺ e formando ioni bicarbonato (HCO₃⁻) e ioni carbonato (CO₃²⁻). Gli ioni H⁺ reagiscono con alcuni ioni carbonato (CO₃²⁻), prodotti dalla dissociazione di molecole di carbonato di calcio (CaCO₃), formando altri ioni bicarbonato (HCO₃⁻). Questi ultimi non sono più disponibili affinché si realizzino i processi di calcificazione.

⁷ A causa di emissioni dal fondale di anidride carbonica di origine vulcanica nelle acque marine.

della componente delle alghe *erect* e soprattutto delle *turf* (alghe di lunghezza rispettivamente superiore o inferiore a 10 mm) (Porzio *et al.*, 2011, 2013).

Recenti studi (Arnold *et al.*, 2012) hanno dimostrato, inoltre, come aumenti della concentrazione di CO₂, associati a cali nei valori di pH, possono portare ad una perdita di sostanze protettive (principalmente fenoli) dalle lamine fogliari delle fanerogame, favorendo un aumento del *grazing* da parte di molti organismi (es. isopodi, ricci di mare, pesci, ecc.).

Modificazioni significative del pH sono state documentate per le acque marine superficiali anche per il Nord Adriatico, dove è stato messo in evidenza un calo nei valori di pH pari a -0,063 unità, verificatosi tra il 1983 e il 2008 (Luchetta *et al.*, 2010).

Per la laguna di Venezia, i dati circa possibili modifiche dei valori di pH sono ancora scarsi, ma un lavoro recente (Facca *et al.*, 2011), rileva una diminuzione di 0,4 unità dei valori medi del parametro registrato in pochi anni (tra il 1998 e il 2003) nel bacino centrale. Gli autori ritengono che questo calo sia imputabile principalmente a decrementi della produzione primaria (e del consumo di CO₂) in seguito alla riduzione delle macrofite lagunari, più che al processo di acidificazione globale, ma invitano a non sottovalutarlo in vista di possibili ripercussioni sulle comunità presenti (vegetali e animali).

Le opinioni riguardo le possibili ripercussioni del fenomeno sulla struttura e composizione delle comunità algali non trovano, però, un riscontro unanime in letteratura, anche alla luce dei più recenti lavori (Noisette *et al.*, 2013) che indicano come alterazioni nei valori di pH inducano risposte specie-specifiche non uniformi a seconda dei taxa algali considerati.

Nello specifico delle fanerogame marine, un lavoro incentrato sull'epifitismo di *Posidonia* (Martínez-Crego *et al.*, 2010) indica come le praterie superficiali, rispetto a quelle localizzate a maggiori profondità (15 m rispetto a 5 m), rispondano meno chiaramente ai gradienti ambientali, poiché fortemente influenzate dal *grazing* e dai fattori biotici. Considerando come le praterie oggetto del monitoraggio si posizionano ad una 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 fattori abiotici.

La suddivisione degli epifiti fogliari in macroalghe, zoobenthos e diatomee bentoniche (tabella 3.25) evidenzia come, per il numero di taxa (totale e medio), le variazioni rispetto allo studio *ante operam* comportino un generale decremento. Per il ricoprimento medio, invece, si registra un aumento generale per le macroalghe (soprattutto a Lido) e per lo zoobenthos a Lido e Malamocco e un lieve calo a Chioggia mentre, per le diatomee bentoniche, si rileva un generale calo.

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 delle microalghe, soprattutto nei mesi autunnali e invernali; un evento simile si era verificato nel 2002 a carico delle Ectocarpales (alghe brune), nelle praterie a fanerogame soprattutto di Malamocco, e tale circostanza non si è più verificata, con simile intensità, negli anni successivi.

Va inoltre sottolineato come, negli ultimi anni, la riduzione della frequenza e dell'estensione dei bloom macroalgali (riconducibili soprattutto al genere *Ulva*) possa aver favorito un aumento del *grazing* a carico delle epifite delle fanerogame. In letteratura, infatti, si riporta come microinvertebrati erbivori possano vivere tra queste macroalghe, nutrendosi direttamente dei talli o delle epifite presenti su di essi (diatomee in particolare) (Balducci *et al.*, 2001; Kamermans *et al.*, 2002; Guidone *et al.*, 2012). Una diminuzione della biomassa algale a disposizione e derivante da queste proliferazioni, potrebbe quindi aver favorito, almeno in parte, un aumento del "pascolamento" di questi organismi sulle lamine fogliari delle fanerogame ed un conseguente calo delle epifite. Questo decremento presenterebbe comunque anche aspetti positivi, come evidenziato

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

in un recente studio (Whalem *et al.*, 2013), favorendo il regolare svolgimento del processo fotosintetico (ostacolato, invece, nel caso di un marcato epifitismo) e mantenendo in buono stato le praterie.

Si deve evidenziare, infine, come, alla riduzione del numero di taxa rilevato in ogni bocca di porto (vedi tabella 3.25) contribuiscano soprattutto quelli in fitosociologia sono definiti "accidentali", la cui frequenza di rinvenimento è, per definizione, solitamente molto bassa e/o che si presentano con ricoprimenti molto limitati (ad esempio l'alga rossa *Antithamnion cruciatum* o l'alga bruna *Asperococcus compressus*).

Tabella 3.25. Valori totali e/o medi per bocca di porto degli indicatori degli epifiti delle lamine fogliari delle fanerogame marine dello Studio *ante operam* e dello studio attuale.

Lido	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2017	2003	2017	2003	2017
N. taxa totale	42	19	10	9	---	---
N. taxa medio /st.	24,3	13,7	5,7	5,5	---	---
Ricopr. medio%/st.	18,5	45,6	4,7	9,1	16,2	3,6

Malamocco	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2017	2003	2017	2003	2017
N. taxa totale	28	19	10	7	---	---
N. taxa medio /st.	17,4	12,0	6,2	5,4	---	---
Ricopr. medio%/st.	23,0	29,8	8,4	13,2	22,6	3,4

Chioggia	Macroalghe		Zoobenthos		Diatomee spp.	
	2003	2017	2003	2017	2003	2017
N. taxa totale	39	20	13	8	---	---
N. taxa medio /st.	23,0	12,6	7,2	5,4	---	---
Ricopr. medio%/st.	23,3	24,0	11,1	9,1	10,5	3,8

4 CONSIDERAZIONI FINALI

L'analisi generale dei risultati delle due campagne di monitoraggio (primavera ed autunno) dello Studio B.6.72 B/13 (tabelle 3.22, 3.23 e 3.24) e della figura 4.1, che sintetizzano schematicamente le tendenze dei principali indicatori per ogni bocca di porto, evidenzia come la maggior parte dei valori dei parametri inerenti lo stato delle praterie a fanerogame ricada all'interno degli intervalli dello Studio di riferimento B.6.78/I del 2003-2004⁸ e come ci siano situazioni di attenzione-criticità quasi esclusivamente in relazione ai parametri dell'epifitismo dei ciuffi fogliari, dal momento che sono stati registrati valori non in linea con quelli di riferimento soprattutto a Chioggia. I valori anomali di questo parametro sono ricorrenti dall'inizio del monitoraggio e la problematica è stata negli anni affrontata anche con specifici approfondimenti che hanno visto il contributo dell'Università di Padova (ICEA-UNIPD) (MAG. ACQUE - CORILA, 2012b; 2013b; PROV. OO. PP. - CORILA, 2014b) per esaminare aspetti relativi all'idrodinamica e alla torbidità quali possibili cause.

Escludendo l'aspetto legato all'epifitismo, le riduzioni osservate in alcuni parametri di controllo non hanno mai raggiunto livelli di criticità tali da incidere sulla capacità di resilienza (soglia limite stimata, ad esempio, in una riduzione superiore al 50% della densità o della copertura; Moore, 2004). Come nei precedenti monitoraggi si è programmato, comunque, un sistema di allerta da attivare prima che si raggiungesse questo livello di criticità, predisponendo una soglia di attenzione pari a una riduzione del 10-20% dei principali parametri.

In merito ai descrittori legati alla fenologia delle praterie come la **copertura**, le **dimensioni** dei ciuffi fogliari (**lunghezza media della lamina** e della **ligula**) e il **numero di foglie/ciuffo**, solo per alcune stazioni e limitatamente ad alcune stagioni (ad esempio la stazione M1 in autunno) sono stati rilevati valori inferiori ai range ma questi ultimi sono poi rientrati nei limiti attesi già a partire dalla campagna successiva o si erano già verificati in passato.

I parametri che descrivono lo stato del ciuffo nell'apparato epigeo (foglia) e in quello ipogeo (rizomi) e lo svolgimento dei processi riproduttivi, testimoniato dalla presenza di semi nel sedimento (*Cymodocea*), sono apparsi sempre nella norma in tutte le bocche di porto e in tutte le stazioni (ad eccezione della stazione M1 in autunno).

Per i parametri inerenti l'epifitismo delle lamine fogliari, per la biodiversità (**numero totale e/o medio di taxa**) talvolta sono stati rilevati valori medi al di sotto dei limiti degli intervalli del 2003 (in particolare a Chioggia). Per l'abbondanza, invece, solo per la **biomassa media** sono stati registrati valori inferiori ai range in 2 casi su 12 campionamenti a Lido (tabelle 3.22, 3.23 e 3.24).

Per le tre bocche di porto, l'analisi multivariata (ANOSIM) ha rilevato la presenza di differenze statisticamente significative tra le comunità di epifite del 2003 e quelle dello studio attuale. Queste differenze sono dovute ad un calo generale del numero di taxa tra il 2003 e il 2017 e a variazioni della loro abbondanza relativa; rispetto allo stato *ante operam* aumenta, infatti, il ricoprimento medio percentuale delle macroalghe (soprattutto a Lido) e delle diatomee bentoniche mentre, per lo zoobenthos, se ne registra un incremento a Lido e Malamocco e un live calo a Chioggia (tabella 3.25).

Le variazioni riscontrate nella composizione e nella struttura delle comunità delle epifite sono in parte spiegate oltre che dalla naturale variabilità delle dinamiche delle praterie e dalle attività di

⁸ Nel valutare se un parametro ricada o meno all'interno degli intervalli dello Studio di riferimento B.6.78/I del 2003-2004 si tiene conto sia del numero di stazioni nelle quali tale parametro risulta al di sotto dei range, sia di quanto i suoi valori siano effettivamente inferiori ai limiti attesi.

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

origine antropica (soprattutto a Lido e a Chioggia), anche dalle peculiari condizioni meteo climatiche che hanno caratterizzato il 2003, anno dello studio di riferimento e dalla progressiva riduzione delle concentrazioni di nutrienti sia nelle acque che nei sedimenti superficiali. In particolare, gli anni dal 2000 al 2004 sono risultati più caldi rispetto alla media del periodo 1962-1999 e, in particolare, la temperatura media dell'aria degli anni 2002 e 2003 è risultata tra le più elevate dell'ultimo quarantennio (MAG.ACQUE, 2005b). Questo incremento della temperatura rispetto alle medie, inoltre, è risultato percentualmente maggiore nei mesi compresi tra novembre e febbraio, proprio il periodo in cui si è assistito, nello studio *ante operam*, ad un sensibile incremento delle abbondanze della componente algale delle diatomee bentoniche.

Come ultimo aspetto, va segnalato che la riduzione degli epifiti può essere vista, almeno in parte, anche come un vantaggio per le praterie, dal momento che favorisce lo svolgimento più efficiente della fotosintesi. Non è da escludere, infine, che la causa della riduzione degli epifiti possa essere legata alla generale riduzione di trofia del sistema lagunare e delle acque del nord Adriatico (Facca *et al.*, 2011; Giani *et al.*, 2012; Curiel *et al.*, 2017; Sfriso e Buosi, 2018).

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

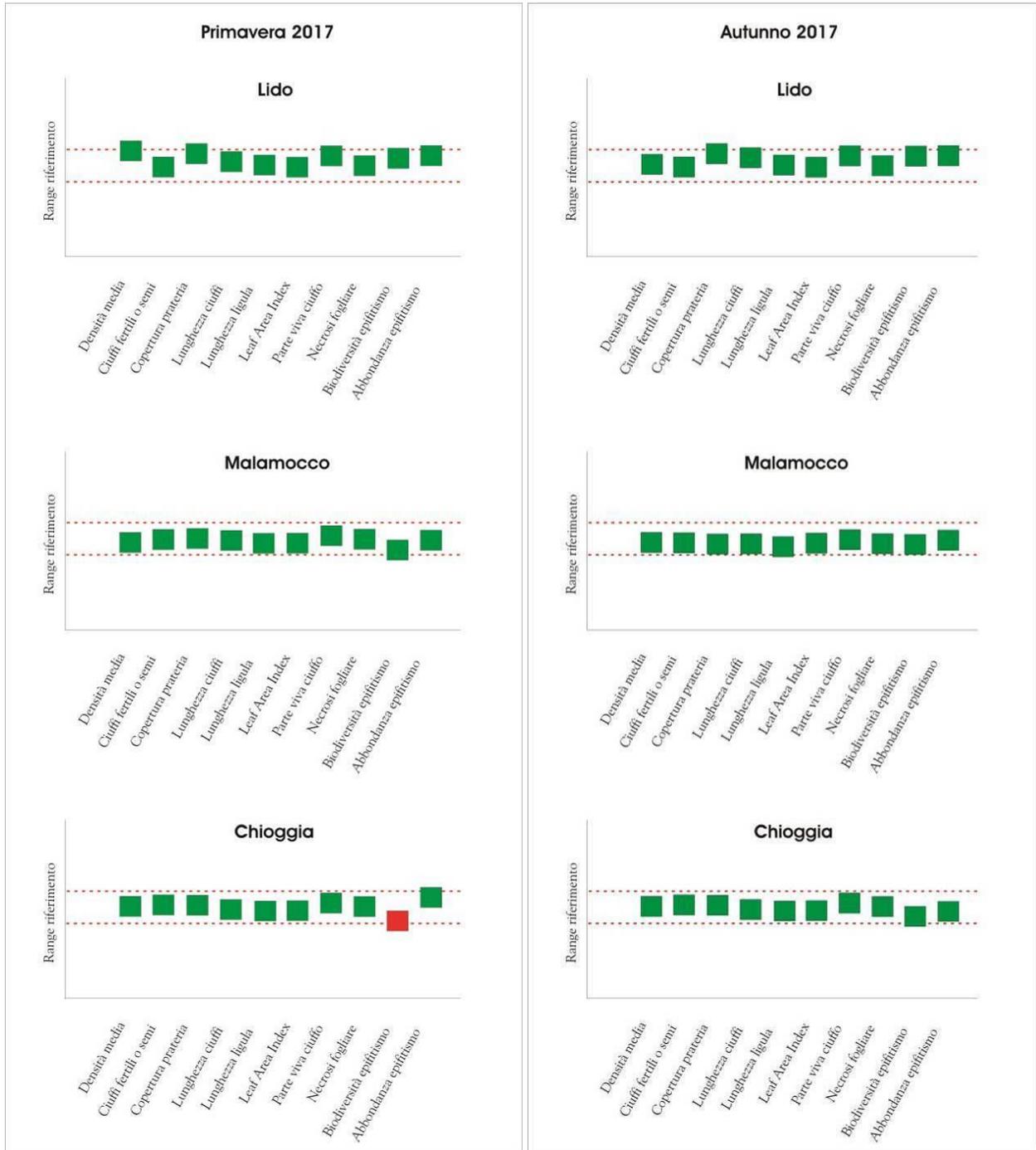


Figura 4.1. Grafici di sintesi dei valori degli indicatori rilevati in ogni singola bocca di porto rispetto allo stato di riferimento per le campagne primaverile ed autunnale 2017.

5 BIBLIOGRAFIA

- Ahmad-Kamil E.I., Ramli R., Jaaman S.A., Bali J., Al-Obaidi J.R., 2013. The Effects of Water Parameters on Monthly Seagrass Percentage Cover in Lawas, East Malaysia. *The Scientific World Journal* Volume 2013, Article ID 892746, 8 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/892746>.
- Balducci C., Sfriso A., Pavoni B., 2001. Macrofauna impact on *Ulva rigida* C. Ag. Production and relationship with environmental variables in the Lagoon of Venice. *Mar. Environ. Res.*, 52: 27-49.
- 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>
- Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M., 2003. I sistemi a fanerogame marine. In: Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Mediterr.*, 10 (Suppl.): 145-198.
- 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.
- 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.
- Curiel D., Miotti C., Rismondo A., 2017. Le dinamiche distributive delle praterie a fanerogame marine delle bocche di porto. In "Il controllo ambientale della costruzione del MOSE. 10 anni di monitoraggi tra mare e laguna di Venezia", P. Campostrini, C. Dabalà, P. Del Negro, L. Tosi (editors), CORILA.
- Donnarumma L., Lombardi C., Cocito S., Gambi M.C., 2014. Settlement pattern of *Posidonia oceanica* epibionts along a gradient of ocean acidification: an approach with mimics. *Mediterranean Marine Science*, Doi: <http://dx.doi.org/10.12681/mms.677>.
- Facca C., Pellegrino N., Ceoldo S., Tibaldo M., Sfriso A., 2011. Trophic Conditions in the Waters of the Venice Lagoon (Northern Adriatic Sea, Italy). *The Open Oceanography Journal*. Vol. 5: 1-13.
- Fonseca M.S., Uhrin A.V., 2009. The Status of Eelgrass, *Zostera marina*, as Bay Scallop Habitat: Consequences for the Fishery in the Western Atlantic. *Marine Fisheries Review*, 71(3): 20-33.
- Giani M., Djakovac T., Degobbi D., Cozzi S., Solidoro C., Fonda Umani S., 2012. Recent changes in the marine ecosystems of the northern Adriatic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 115: 1-13.
- 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.
- Guidone M., Thornber C.S., Vincent E., 2012. Snail grazing facilitates growth of two morphologically similar bloom-forming *Ulva* species through different mechanisms. *Journal of Ecology* 100(5): 1105-1112.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P. D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp.
- Kamermans P., Malta E.J., Verschuure J.M., Schrijvers L., Lentz L.F., Lien A.T.A., 2002. Effect of grazing by isopods and amphipods on growth of *Ulva* spp. (Chlorophyta). *Aquatic Ecology*, 36(3): 425-433.
- Kroeker K.J., Gambi M.C., Micheli F., 2013. Community dynamics and ecosystem simplification in

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

a high-CO₂ ocean. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1216464110

Larkum A. W. D., Orth R. J., Duarte C. M., 2006. *Seagrasses: biology, ecology, and conservation*. Springer Ed. 691 pp.

Lavery P.S., Reid T., Hyndes G.A., van Elven B.R., 2007. Effect of leaf movement on epiphytic algal biomass of seagrass leaves. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 338: 97-106.

Lomstein B.A., Guldberg L.B., Amtoft Neubauer A.T., Hansen J., Donnelly A., Herbert R.A., Viaroli P., Giordani G., Azzoni R., de Wit R., Finster K., 2006. Benthic decomposition of *Ulva lactuca*: A controlled laboratory experiment. *Aquatic Botany*, 85(4): 271-281.

Luchetta A., Cantoni C., Catalano G., 2010. New observations of CO₂-induced acidification in the northern Adriatic Sea over the last quarter century. *Chemistry and Ecology*, 26: 1-17.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - 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 (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC, 2004. 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 di 2° anno sui risultati della mappatura. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC. 2005a. 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 (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC - Consulente S. Ciavatta, 2005b. 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 (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2006-2011. Studio B.6.72 B/1-B/6 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporti Finali. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2012a. Studio B.6.72 B/7 - 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 (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2012b. Studio B.6.72 B/7 - Attività di

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

analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2013a. Studio B.6.72 B/8 - 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 (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2013b. Studio B.6.72 B/8 - Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Marsh J.A., Dennison W.C., Alberte R.S., 1986. Effects of temperature on photosynthesis and respiration in eelgrass (*Zostera marina* L.). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 101: 257-267.

Martin S., Rodolfo-Metalpa R., Ransome E., Rowley S., Buia M.C., Gattuso J.P., Hall-Spencer J., 2008. Effects of naturally acidified seawater on seagrass calcareous epibionts. Biol Lett. 2008 Dec 23;4(6):689-92.

Martin S., Gattuso J.-P., 2009. Response of Mediterranean coralline algae to ocean acidification and elevated temperature. Global Change Biology, 15: 2089-2100.

Martin S., Cohu S., Vignot C., Zimmerman G., Gattuso J.-P., 2013. One-year experiment on the physiological response of the Mediterranean crustose coralline alga, *Lithophyllum cabiochae*, to elevated pCO₂ and temperature. Ecol Evol. 3(3): 676-693.

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., 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.

McGlathery K.J., 2001. Macroalgal blooms contribute to the decline of seagrass in nutrient-enriched coastal waters. J. Phycol., 37: 453-456.

Moore K.A., 2004 - Influence of seagrasses on water quality in shallow regions of the lower Chesapeake Bay. Journal Coastal Research 45: 162-178.

Moore K.A., Shields E.C., Parrish D.B., 2014. Impacts of varying estuarine temperature and light conditions on *Zostera marina* (eelgrass) and its interactions with *Ruppia maritima* (widgeongrass). Estuaries and Coasts, 37 (1): 20-30.

Nejrup L.B., Pedersen M.F., 2008. Effects of salinity and water temperature on the ecological performance of *Zostera marina*. Aquat. Bot., 88: 239-246.

Noisette F., Egilisdottir H., Davoult D., Martin S., 2013. Physiological responses of three temperate coralline algae from contrasting habitats to near-future ocean acidification. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 448: 179-187.

Porzio L., Buia M.C., Hall-Spencer J. M., 2011. Effects of ocean acidification on macroalgal communities. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 400(1-2): 278-287.

Porzio L., Garrard S., Buia M.C., 2013. The effect of ocean acidification on early algal colonization stages at natural CO₂ vents. Marine Biology. Published online 14 May 2013 - DOI 10.1007/s00227-

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

013-2251-3.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2014a. Studio B.6.72 B/9 - 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.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2014b. Studio B.6.72 B/9 - Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2015. Studio B.6.72 B/10 - 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.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2016. Studio B.6.72 B/11 - 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.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2017. Studio B.6.72 B/12 - 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.

Qiuying H., Dongyan L., 2014. Macroalgae Blooms and their Effects on Seagrass Ecosystems. J. Ocean Univ. China, 5: 791-798.

Ragazzola F., Foster L.C., Form A., Anderson P.S.L., Hansteen T.H., Fietzke J., 2012. Ocean acidification weakens the structural integrity of coralline algae. Global Change Biology, 18: 2804-2812.

Semesi I.S., Kangwe J., Björk M., 2009. Alterations in seawater pH and CO₂ affect calcification and photosynthesis in the tropical coralline alga, *Hydrolithon* sp. (Rhodophyta). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 84: 337-341.

Sfriso A., Buosi A., 2018 - Evoluzione dello stato trofico della laguna di Venezia negli ultimi 40 anni. ATTI 49° Congresso SIBM, Cesenatico, 4-8 Giugno, pp. 36-39.

Whalen M.A., Emmett Duffy J., Grace J.B., 2013. Temporal shifts in top-down vs. bottom-up control of epiphytic algae in a seagrass ecosystem. Ecology 94: 510-520.