



Consorzio per la Gestione del Centro
di Coordinamento delle Attività di Ricerca
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/5**

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

Contratto prot. n. 21540 si/gce/fbe

Documento **MACROATTIVITA': RILIEVO DEL
MACROZOOBENTHOS IN LAGUNA IN
CORRISPONDENZA DELLE BOCCHIE DI PORTO
I RAPPORTO DI VALUTAZIONE
PERIODO DI RIFERIMENTO: DA MAGGIO AD
AGOSTO 2009**

Versione **2.0**

Emissione **25 Febbraio 2010**

Redazione	Verifica	Verifica	Verifica	Approvazione
<u>Dott. Daniele Curiel</u> (SELC)	<u>Dott. Fabio Pranovi</u> (DSA-UNIVE)	<u>Dott. Davide</u> <u>Tagliapietra</u> (ISMAR-CNR)	<u>Prof.ssa Patrizia</u> <u>Torricelli</u>	<u>Ing. Pierpaolo</u> <u>Campostrini</u>

Indice

1 PREMESSA	3
1.1 Introduzione.....	3
1.2 Obiettivi	3
2 ATTIVITA' ESEGUITE	5
2.1 Generalità ed attività preliminari.....	5
2.2 Attività di campo.....	5
2.2.1 Stagioni e stazioni di campionamento	5
2.2.2 Metodologie di campionamento	10
2.3 Attività di laboratorio	11
2.4 Presentazione dei risultati	11
3 Risultati preliminari	13
3.1 Analisi dei principali parametri strutturali ed indici ecologici.....	13
3.2 Analisi multivariata.....	27
4 CONSIDERAZIONI FINALI	36
5 BIBLIOGRAFIA	37
ALLEGATO FOTOGRAFICO	39

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

Dott. Daniele Curiel (SELC)

Dott.ssa Chiara Miotti (SELC)

Dott. Andrea Pierini (SELC)

Per le attività di raccolta dati di campo:

Dott.ssa Chiara Miotti (SELC)

Dott. Emiliano Checchin (SELC)

Dott. Daniele Curiel (SELC)

Per le determinazioni sistematiche di laboratorio:

Dott. Federico Riccato - smistamento e Policheti (Laguna Project)

Dott. Riccardo Fiorin - smistamento e Policheti (Laguna Project)

Dott.ssa Chiara Miotti (SELC)

Dott. Emiliano Checchin (SELC)

Dott. Chiara Dri (SELC)

1 PREMESSA

1.1 Introduzione

Questo rapporto si riferisce alla conduzione della prima campagna (giugno 2009) delle due previste dal programma generale di monitoraggio degli effetti prodotti dai cantieri delle opere da realizzare alle bocche lagunari nei confronti della componente macrozoobentonica di substrato mobile in aree di bocca di porto. La comunità macrobentonica, infatti, rappresenta uno degli elementi chiave nell'ambito della classificazione degli ambienti costieri proposti dalla Water Framework Directive 2000/60 (recepita dal sistema normativo italiano con il dLgs. 152/2006), in quanto ritenuta un buon indicatore dello stato e della funzionalità del sistema nel suo complesso e costituisce una delle componenti degli ecosistemi di pregio oggetto dello Studio B.6.72 B/5 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alla bocche lagunari - 5ª fase".

Per quanto attiene agli aspetti operativi e metodologici, quindi, si è ritenuto utile fare riferimento a quanto già applicato nell'ambito dei rilievi effettuati nel corso del programma di monitoraggio MELa2 (Monitoraggio Ecosistema Lagunare Linea C: Monitoraggio delle comunità bentoniche di substrato molle) [MAG. ACQUE - SELC, 2004b, 2004c, 2005] e MELa4 [MAG. ACQUE - SELC, 2008; MAG. ACQUE - CORILA - CNR-ISMAR, 2009] e negli studi B.6.78/I e B.6.85/II [MAG. ACQUE - SELC, 2004a; MAG. ACQUE -CORILA, 2009a]. Questo consente, da un lato di utilizzare metodologie di campo e di laboratorio standardizzate, dall'altro di ottenere dati confrontabili con quelli precedentemente raccolti in siti prossimi alle bocche di porto. In particolare, le informazioni assunte nel corso dello Studio B.6.78/I costituiscono la base dati, corrispondente ad una "fase zero" o *ante operam*, da confrontare con i risultati del presente monitoraggio (B.6.72 B/5) e del precedente B.6.85/II.

1.2 Obiettivi

Le attività previste nel presente Studio consistono nella determinazione qualitativa e quantitativa della comunità bentonica rilevata in 16 stazioni ubicate nei pressi delle bocche di porto (localizzate 8 alla Bocca di Lido, 4 a Malamocco e 4 a Chioggia).

Di queste stazioni, in ragione di quanto riportato in precedenza circa la continuità della raccolta dati, 9 corrispondono a quelle campionate nell'ambito dello Studio B.6.78/I, mentre 7, a causa di variazioni intervenute nel frattempo, sono di nuova localizzazione [MAG. ACQUE - CORILA, 2008b].

Il confronto, che sarà effettuato nel Rapporto Finale, tra i dati raccolti nel presente monitoraggio e quelli relativi agli Studi B.6.78/I e B.6.85/II permetterà, dunque, di evidenziare possibili variazioni della struttura della comunità, analizzandole in relazione a variazioni naturali dei popolamenti e/o modificazioni indotte dalle attività legate alla realizzazione delle opere mobili alle bocche di porto.

Con riferimento alla situazione delle aree lagunari prospicienti le bocche di porto, allo stato attuale, il crescente interesse scientifico per questo comparto biologico è supportato dai seguenti elementi:

- sembrano emergere, da parte di alcuni specialisti del settore, indicazioni su possibili modificazioni, attualmente in corso, nella composizione della comunità zoobentonica [MAG. ACQUE - CORILA - CNR-ISMAR, 2009].

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

- i risultati di recenti monitoraggi degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari (Studi B.6.72) sull'avifauna [MAG. ACQUE - CORILA, 2008a], fanno ipotizzare, per l'area del Bacan (bocca di porto di Lido), possibili variazioni del *pabulum*, riconducibili a modificazioni in atto nella *facies* bentonica;
- il perdurare dal 2003 di una mancanza di dati organici sulle comunità zoobentoniche delle aree di bocca di porto e, nello specifico, nei settori più vicini alle opere in fase di realizzazione, rende necessario colmare quanto prima questa lacuna;
- le dinamiche registrate a carico delle fanerogame marine e i possibili impatti nei settori delle bocche più vicini ai cantieri, suggeriscono l'utilizzo integrato di indicatori riferiti a comparti diversi, quali fanerogame, zoobenthos, avifauna, colonna d'acqua, ecc.

Nello specifico, gli obiettivi di questa attività sono:

- evidenziare la presenza di eventuali variazioni quali-quantitative degli insediamenti bentonici, rispetto a quanto descritto sulla base dei dati della perizia MELa2 (2002) [MAG. ACQUE - SELC, 2004b, 2004c, 2005], MELa4 (2007) [MAG. ACQUE - SELC, 2008] e degli Studi B.6.78/I e B.6.85/II [MAG. ACQUE - SELC, 2004a; MAG. ACQUE - CORILA, 2009a].
- ottenere informazioni attendibili circa l'evoluzione complessiva dell'assetto bentonico lagunare in prossimità delle bocche di porto.

In questo rapporto vengono presentati i risultati dei rilievi di campo e dell'attività di laboratorio relativi alla prima campagna (giugno 2009). I dati raccolti sono qui valutati e raffrontati con quelli della campagna estiva di giugno 2008 dello Studio B.6.85/II.

2 ATTIVITA' ESEGUITE

2.1 Generalità ed attività preliminari

Il programma di monitoraggio dello Studio B.6.72 B/5, per il rilevamento delle comunità macrozoobentoniche presenti in laguna di Venezia nelle aree prospicienti le bocche di porto, prevede una serie di attività di campo e di laboratorio e si articola, sulla base del cronoprogramma, in un periodo di circa 12 mesi (maggio 2009 - aprile 2010).

Nell'ambito della fase di pianificazione generale sono state messe a punto la tempistica e le modalità di esecuzione dell'attività specifica, con particolare attenzione al posizionamento delle stazioni ed alla definizione dei protocolli di campionamento, di laboratorio e di restituzione dei dati, nonché alla rapportistica finale [MAG. ACQUE - CORILA, 2008b].

La tempistica delle attività di campo è la seguente:

- prima campagna: 23-24-25-30 giugno 2009;
- seconda campagna: novembre 2009.

2.2 Attività di campo

2.2.1 Stagioni e stazioni di campionamento

L'attività di monitoraggio è stata programmata su due campagne, una in primavera avanzata per cogliere la fase di massima crescita della comunità (campagna oggetto del presente rapporto) e una in autunno, prima dell'abbassamento della temperatura.

La scelta delle stazioni di campionamento ha tenuto conto sia della necessità di confrontare i dati raccolti con quelli derivanti dal monitoraggio B.6.78/I [MAG. ACQUE - SELC, 2004a], sia delle principali evidenze emerse in precedenti studi mirati a diversi comparti (fanerogame, avifauna, torbidità e trasporto di materiale sospeso) (Studi B.6.72). Per la descrizione dettagliata del processo di identificazione delle stazioni si rimanda al Rapporto di Pianificazione Operativa [MAG. ACQUE - CORILA, 2008b].

In sintesi, le 16 stazioni identificate sono rappresentative di aree di velma o bassofondale, poste in prossimità delle tre bocche di porto o soggette comunque alla loro influenza diretta. In mancanza di stazioni con dati pregressi relativi allo zoobenthos, si è preferito utilizzare le stazioni della rete di monitoraggio fanerogame (Studi B.6.72).

L'ubicazione delle stazioni è riportata nelle figure 2.1, 2.2 e 2.3, la legenda della mappatura delle fanerogame marine in figura 2.4, mentre le coordinate sono indicate nella tabella 2.2.

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

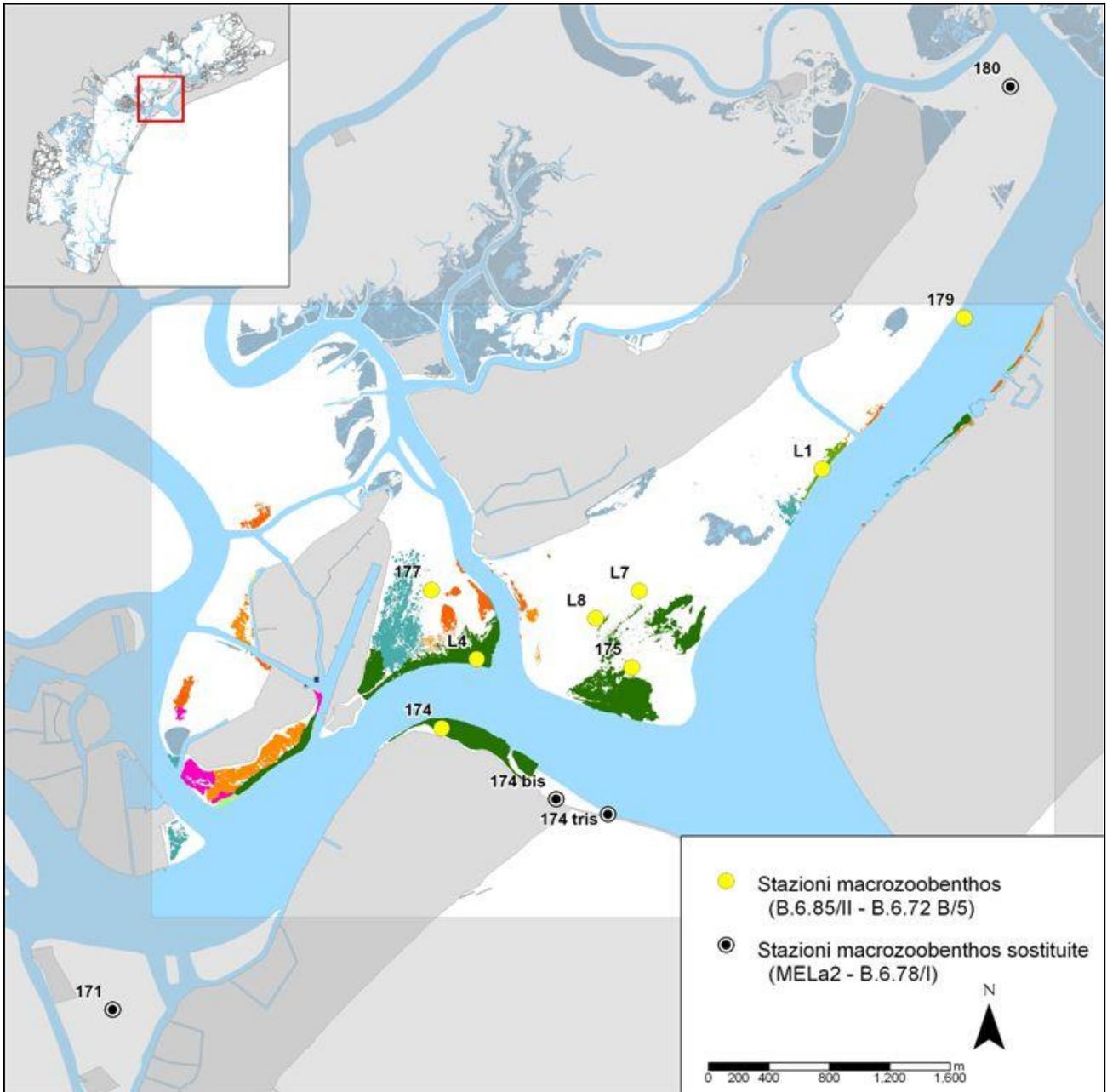


Fig. 2.1. Localizzazione delle stazioni di campionamento del monitoraggio B.6.85/II e B.6.72 B/5. Nella figura sono riportate anche quattro stazioni dei precedenti monitoraggi MELa2 e B.6.78/I e ora sostituite. Nella mappa è riportata la distribuzione delle fanerogame marine aggiornata al rilievo del 2008 (Studio B.6.72 B/4) [MAG. ACQUE-CORILA, 2009b].

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

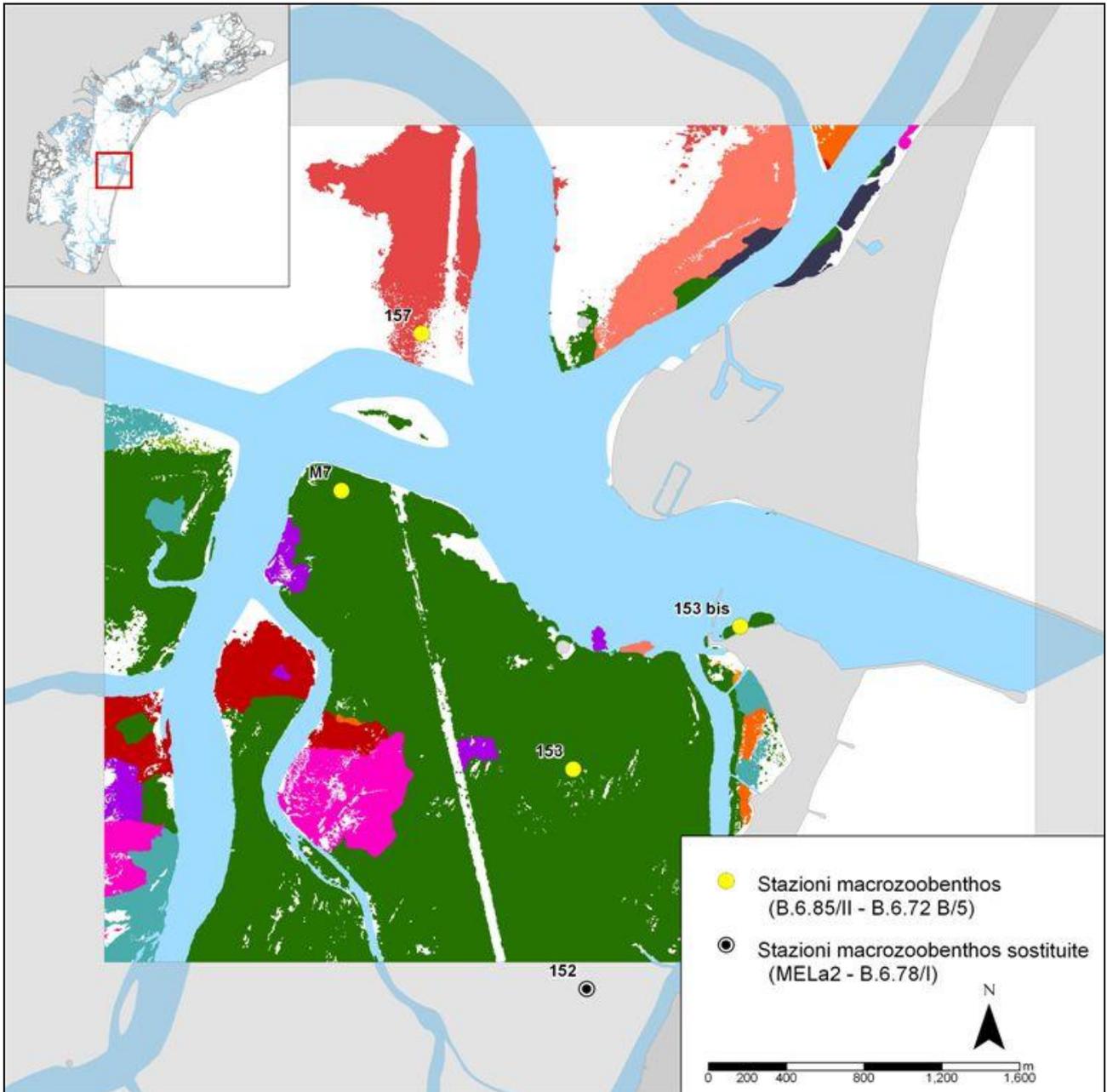


Fig. 2.2. Localizzazione delle 4 stazioni di campionamento del monitoraggio B.6.85/II e B.6.72 B/5. Nella figura è riportata anche una stazione dei precedenti monitoraggi MELa2 e B.6.78/I e ora sostituita. Nella mappa è riportata la distribuzione delle fanerogame marine aggiornata al rilievo del 2008 (Studio B.6.72 B/4) [MAG. ACQUE-CORILA, 2009b].

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

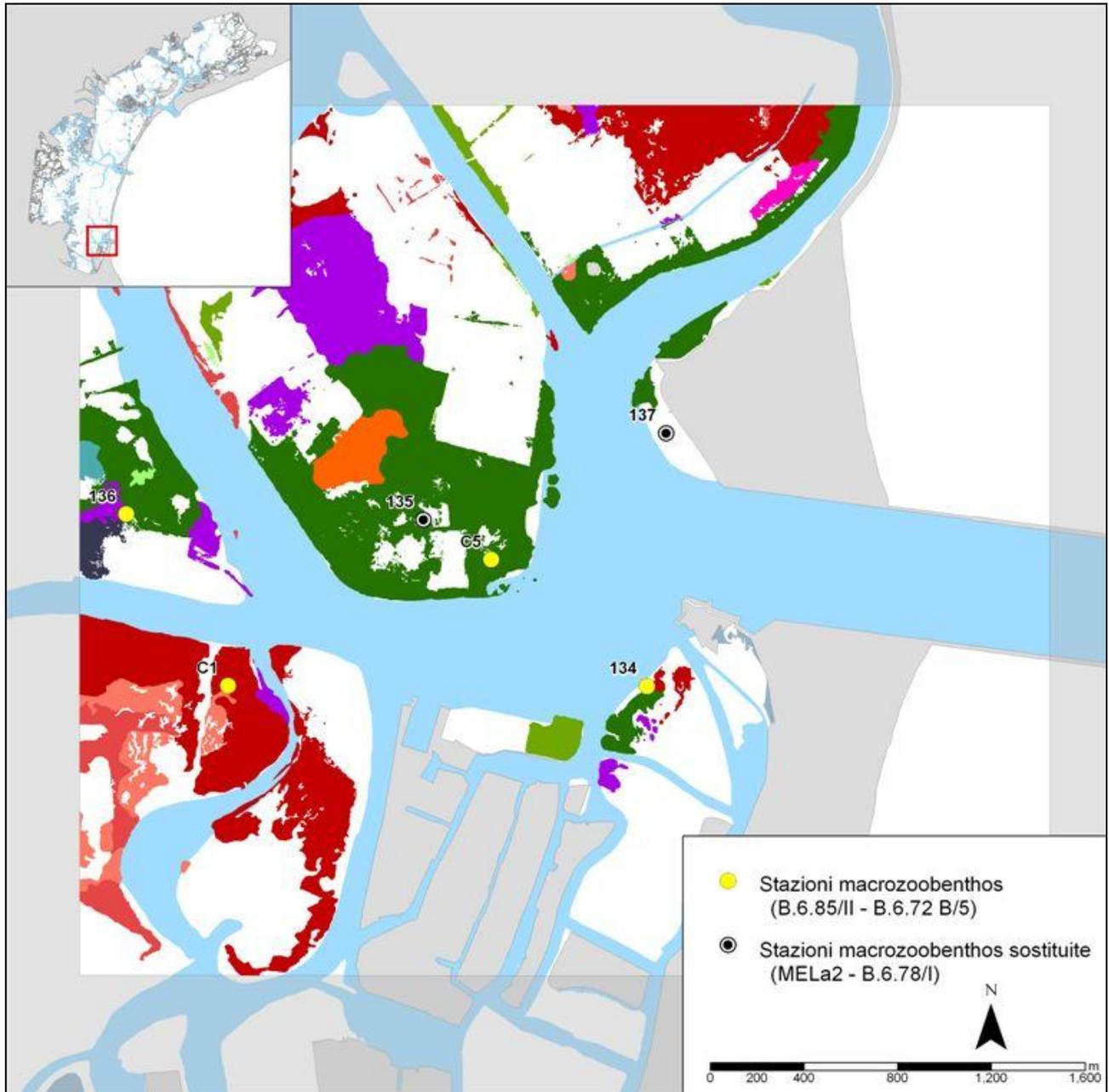


Fig. 2.3. Localizzazione delle 4 stazioni di campionamento del monitoraggio B.6.85/II e B.6.72 B/5. Nella figura sono riportate anche due stazioni dei precedenti monitoraggi MELa2 e B.6.78/I e ora sostituite. Nella mappa è riportata la distribuzione delle fanerogame marine aggiornata al rilievo del 2008 (Studio B.6.72 B/4) [MAG. ACQUE-CORILA, 2009b].

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

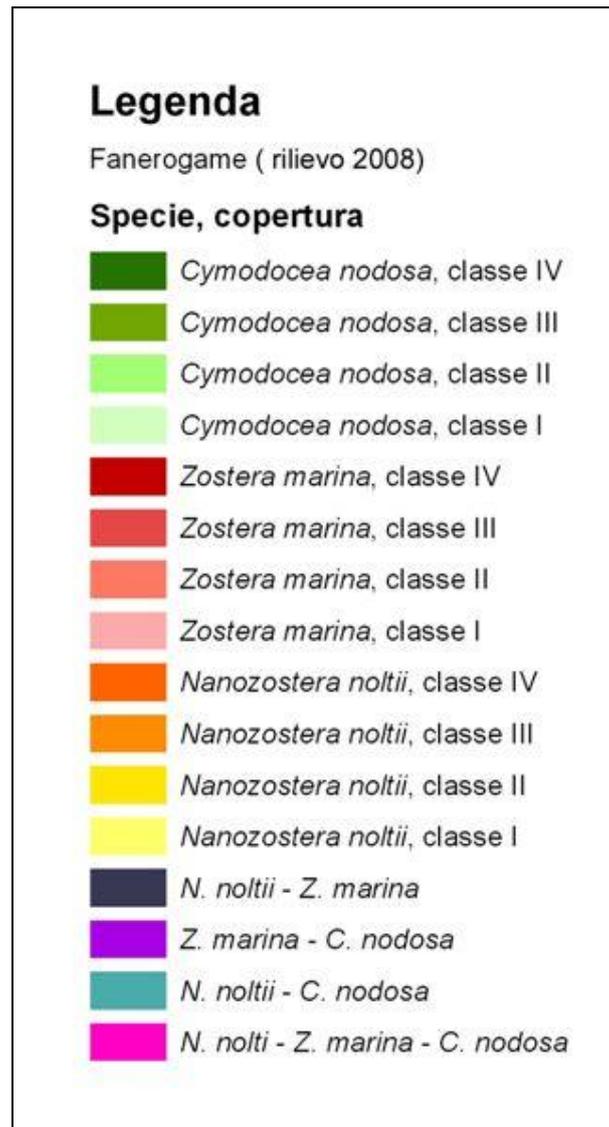


Fig. 2.3. Legenda della mappatura delle fanerogame marine per le tre bocche di porto.

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

Tabella 2.2 - Coordinate delle 16 stazioni di campionamento della comunità macrozoobentonica.

Bocca di Lido		
N° stazione	Coordinate Gauss-Boaga	
	est	nord
174	2315811	5034517
175	2317068	5034922
177	2315742	5035437
179	2319270	5037253
L1	2318330	5036245
L4	2316043	5034977
L7	2317117	5035432
L8	2316865	5035293

Bocca di Malamocco		
N° stazione	Coordinate Gauss-Boaga	
	est	nord
153	2308985	5022844
157	2308206	5025101
153 bis	2309844	5023583
M7	2307795	5024288

Bocca di Chioggia		
N° stazione	Coordinate Gauss-Boaga	
	est	nord
134	2307076	5011804
136	2304851	5012546
C1	2305286	5011807
C5	2306411	5012350

2.2.2 Metodologie di campionamento

Per le procedure di campionamento si è fatto riferimento a quanto messo a punto nel monitoraggio benthos MELa2 [MAG. ACQUE - SELC, 2004b, 2004c, 2005]. I campioni sono stati raccolti con l'ausilio di una sorbona (anziché il box-corer utilizzato nel MELa2), in grado di penetrare il sedimento verticalmente in maniera indisturbata fino a circa 30 cm, per una superficie campionata di 500 cm² per replica, per un totale di 2500 cm² a campione.

Le attività sono state svolte in parte da imbarcazione e in parte con un operatore in immersione e per ciascuna stazione sono state prelevate cinque repliche (denominate A, B, C, D, E).

Ciascun campione, dopo il prelievo, è stato esaminato e descritto visivamente su schede di campo, prima di essere posto in un sacchetto di plastica e refrigerato a temperature inferiori a 8°C, fino alla successiva fase di congelamento in laboratorio.

2.3 Attività di laboratorio

Al momento del campionamento ogni campione è stato smistato per separare la frazione viva da quella morta (tanatocenosi) e liberare gli organismi dai resti di gusci di conchiglie, residuo vegetale e frammenti vari. Il materiale biologico così ottenuto, inizialmente suddiviso per gruppi tassonomici (molluschi, crostacei, policheti, echinodermi, animalia cetera), è stato poi sottoposto a classificazione più fine, giungendo, ove possibile, al genere o alla specie. Questo procedimento ha previsto l'utilizzo, oltre che di materiali di uso comune in laboratorio, quali pinzette, vaschette e recipienti vari, anche di microscopio ottico, microscopio stereoscopico, lenti di ingrandimento, apparecchiatura per microfotografia.

Tecnici laureati, specializzati nei diversi settori della sistematica, hanno utilizzato per il riconoscimento specifico la letteratura scientifica aggiornata (chiavi dicotomiche, ecc.) e il materiale di confronto già raccolto e classificato nel corso di precedenti campagne.

Per ogni campione è stato compilato un referto di laboratorio contenente una tabella riassuntiva con i valori di abbondanza (numero di individui) e biomassa (peso umido sgocciolato e peso secco) per ciascuna unità tassonomica rilevata.

2.4 Presentazione dei risultati

I risultati dell'attività di laboratorio inerenti le fasi di determinazione sistematica, conta degli individui appartenenti ad ogni singolo gruppo tassonomico (*taxon*) e valutazione della biomassa sono stati raccolti in un database, dal quale sono state quindi estratte le tabelle specie/campione necessarie all'analisi delle comunità (Tab. 3.1). Le tabelle esposte in questo rapporto riportano i valori di abbondanza e biomassa riferiti ad ogni singola bocca di porto. Sono stati riportati a parte anche i pochi organismi coloniali che sono stati rinvenuti in modo occasionale, dal momento che necessitano di un substrato su cui aderire e non vivono quindi in stretta relazione con il fondale, come le altre specie di macrozoobenthos considerate. Per queste specie, inoltre, è possibile calcolare il valore di copertura, ma non del numero di individui e pertanto non sono stati considerati nell'elaborazione e nella discussione dei risultati (Tab. 3.1-a).

Sulla matrice ottenuta sono stati calcolati i principali parametri strutturali che caratterizzano la comunità bentonica, quali la diversità specifica (in termini di n. di taxa), l'abbondanza (n. di individui) e la biomassa (peso umido sgocciolato e peso secco).

Sempre a partire dalle tabelle di abbondanza, sono stati quindi calcolati per la comunità macrozoobentonica alcuni indici univariati che, combinando numero di specie e loro abbondanza, possono fornire un'indicazione della diversità.

A parità di numero totale di individui, infatti, due comunità possono esprimere differenti livelli di diversità, a seconda del numero complessivo di taxa e di come tali organismi risultano distribuiti tra di essi.

Gli indici presi in considerazione sono i seguenti:

Indice di ricchezza specifica di Margalef: l'indice è basato sul rapporto tra numero di taxa e numero totale di individui. Si calcola come:

$$d = (S - 1) / \ln(N),$$

dove S è il numero delle specie trovate e N è il numero degli individui trovati.

Indice di diversità di Shannon-Wiener: l'indice tiene conto sia del numero dei taxa presenti che del modo in cui gli individui sono distribuiti tra i diversi taxa; risulta compreso tra 0 e, teoricamente, $+\infty$, si calcola come:

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

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

dove P_i è la frequenza della specie i -esima (ovvero il rapporto tra il numero d'individui della specie i -esima e il numero totale d'individui del campione) ed S è il numero delle specie trovate.

Indice di equitabilità di Pielou (evenness): l'indice, che varia tra 0 ed 1, esprime l'equitabilità della comunità, cioè il grado di uniformità nella distribuzioni degli individui tra i vari taxa. Tale indice presenta il valore massimo nel caso teorico in cui tutti i taxa siano presenti con la stessa abbondanza numerica, mentre presenta un valore basso nel caso in cui ci sia un taxon con elevata abbondanza e numerosi altri con abbondanza scarsa. Si calcola come:

$$J' = H' / \ln S$$

dove S è il numero delle specie trovate e, H' rappresenta l'indice di Shannon-Wiener.

Indice di rarefazione (Hurlbert): questo indice viene spesso utilizzato quando vi è la necessità di confrontare campioni con dimensioni diverse o dati provenienti da studi differenti. Si calcola:

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S \left[1 - \frac{\binom{N-N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

dove $E(S_n)$ è il numero atteso di specie, n è la dimensione standardizzata del campione (pari a 50), N è il numero totale di individui campionati e N_i è il numero d'individui della specie i -esima.

Per un'analisi della struttura della comunità nel suo complesso, considerando le diverse specie e le variazioni delle abbondanze relative, sono state infine applicate tecniche di analisi multivariata, quali la Cluster Analysis, la Multidimensional scaling (MDS) e la PERMANOVA (Permutational Multivariate Analysis of Variance), dopo aver opportunamente trasformato i dati con radice quadrata, per ridurre il peso delle specie con abbondanze elevate.

3 RISULTATI PRELIMINARI

3.1 Analisi dei principali parametri strutturali ed indici ecologici

La campagna tardo-primaverile presso le 16 stazioni di monitoraggio ha portato all'identificazione complessiva di 169 gruppi tassonomici (*taxa*), per 143 dei quali la determinazione è giunta sino a livello di specie (84,6%), per 16 (9,5%) al genere e per 10 (5,9%) ad un grado di classificazione superiore. Rispetto alla corrispondente campagna del 2008 (Studio B.6.85/II), si registra un lieve calo nel numero totale di *taxa* rinvenuto (da 176 a 169).

Le bocche di porto di Malamocco e Chioggia mostrano valori molto simili in termini di **ricchezza specifica** complessiva (rispettivamente 120 e 121 *taxa*) e superiori a quelli di Lido (104), nonostante quest'ultima presenti un numero di stazioni (8) doppio rispetto alle altre due (tab. 3.1).

A livello di singola stazione (somma delle 5 repliche), i valori più elevati sono stati registrati per le stazioni 157 (Malamocco, 80 specie) e in C5 (Chioggia, 79 specie), mentre quello minore è stato segnalato per il sito di campionamento L7 (Lido, 24 specie) (fig. 3.1). In termini di valori medi, invece, il più alto appartiene alla bocca di porto di Chioggia (60,3 *taxa*/stazione), seguita da Malamocco (55,8 *taxa*/stazione) e da Lido (38,1 *taxa*/stazione) (tab. 3.2); per questo parametro lo stesso andamento, con valori molto simili o di poco inferiori, era stato segnalato anche per il campionamento tardo primaverile del 2008. In questa campagna, inoltre, come nelle precedenti (giugno e novembre 2008, Studio B.6.85/II), si può rilevare una sostanziale corrispondenza tra valori elevati del numero di *taxa* e localizzazione delle relative stazioni all'interno di praterie a fanerogame (i siti di campionamento 174, L1 e L4 di Lido e tutti quelli di Chioggia e di Malamocco, esclusa la 153bis).

Per quanto riguarda l'**abbondanza**, considerando le 16 stazioni, sono stati identificati complessivamente 22.336 individui (4.679 a Lido, 7.976 a Malamocco e 9.681 a Chioggia), valore in calo rispetto alla campagna tardo primaverile del 2008 (-11%); in riferimento ai singoli siti di campionamento, invece, il valore più elevato e quello più basso sono stati registrati rispettivamente nella 157 a Malamocco (4.528 individui) e nella 179 a Lido (137 individui) (tab. 3.2; fig. 3.2).

L'andamento del numero medio di individui, infine, segue quello del numero medio di *taxa*, poiché ne è stato registrato il valore massimo a Chioggia (2.420 individui/stazione), quello intermedio a Malamocco (1.994 individui/stazione) e quello minimo a Lido (585 individui/stazione) (tab. 3.2). Come per il numero di *taxa*, anche per quello degli individui i valori più elevati si registrano in stazioni localizzate all'interno di praterie a fanerogame.

La **biomassa**, terzo parametro considerato, presenta a Malamocco (st. 157) il valore più alto (504 g peso fresco/stazione) e a Lido (st. 179) quello più basso (30 g peso fresco/stazione) (fig. 3.3-a); va sottolineato, però, come questo parametro, nelle due stazioni dove raggiunge i valori più elevati (157 a Malamocco e C5 a Chioggia), sia fortemente influenzato dal ritrovamento di individui appartenenti al mollusco bivalve *Pinna nobilis*, che da solo, in ciascun sito, contribuisce a più del 50% della biomassa e che nel 2008 non era stato rinvenuto. Analizzando la biomassa senza considerare l'apporto di questa specie, il valore più elevato si registra per la stazione 175 di Lido (come si era verificato nella campagna di giugno 2008).

A livello di bocca di porto, infine, il valore di biomassa medio più basso è stato calcolato per la bocca di porto di Lido (103 g peso fresco/stazione), quello più alto per la bocca di porto di Chioggia (197 g peso fresco/stazione), seguito a breve distanza, da quella di Malamocco con 179 g peso fresco/stazione (tab. 3.2); se non si considera l'apporto del bivalve *Pinna nobilis*, i valori medi per Chioggia e Malamocco scendono rispettivamente a 128 e 109 g peso fresco/stazione, valori che,

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

assieme a quello registrato per la bocca di Lido (103), sono inferiori a quelli segnalati nel giugno 2008 (-21% a Lido, -43% a Malamocco e -33% a Chioggia).

Per tutte e tre le bocche di porto, in linea con quanto rilevato nella corrispondente campagna del 2008, i **gruppi tassonomici** più rappresentati sono quelli dei Mollusca Bivalvia, dei Polychaeta e dei Crustacea Amphipoda, presenti complessivamente con 26, 26 e 22 taxa a Lido, con 21, 32 e 25 taxa a Malamocco e 28, 29 e 21 taxa a Chioggia (fig. 3.4 e 3.5). Prendendo in considerazione il numero di individui, per le bocche di porto di Lido e di Malamocco i gruppi più abbondanti risultano i crostacei anfipodi, i molluschi bivalvi e i policheti, mentre a Chioggia, i valori di densità più elevati sono raggiunti dai molluschi gasteropodi (con oltre il 43% degli organismi totali rinvenuti), i crostacei anfipodi e i bivalvi (fig. 3.6).

A livello di singoli generi o specie, i taxa più rappresentati in termini di abbondanza sono:

- per Lido i crostacei anfipodi *Ampithoe helleri* e *Ampelisca sarsi* (tab. 3.1);
- per Malamocco i crostacei anfipodi *Erichthonius brasiliensis* e *Jassa* cfr. *marmorata* e il mollusco bivalve *Loripes lacteus* (tab. 3.1);
- per Chioggia il mollusco gasteropode *Bittium reticulatum*, il mollusco bivalve *Loripes lacteus* e il crostaceo anfipode *Erichthonius brasiliensis* (tab. 3.1).

Per quanto riguarda la biomassa fresca, in tutte e tre le bocche, i maggiori contributi sono portati, anche se con percentuali differenti, soprattutto dai molluschi bivalvi e gasteropodi, in particolare:

- per Lido i bivalvi *Paphia aurea*, *Chamelea gallina* e *Loripes lacteus* e il gasteropode *Nassarius nitidus* (tab. 3.1);
- per Malamocco il bivalve *Loripes lacteus* e i gasteropodi *Nassarius nitidus*, *Hexaplex trunculus* e *Cerithium vulgatum* (tab. 3.1);
- per Chioggia il bivalve *Loripes lacteus* e i gasteropodi *Nassarius nitidus*, *Hexaplex trunculus* e *Bittium reticulatum* (tab. 3.1).

Nell'analisi della biomassa si ricorda, però, che i molluschi influenzano fortemente tale parametro soprattutto per la presenza delle valve e dei gusci; per poter quindi rendere più omogenei i dati sono stati presi in considerazione i valori di biomassa espressa come AFDW (peso secco senza ceneri). Dal confronto tra le figure 3.3-a e 3.3-b non si evidenziano grandi variazioni nell'andamento di questo parametro tra le stazioni, che sia espresso come peso fresco o come AFDW; le stazioni, infatti, che presentano i maggiori valori di biomassa sono, in entrambi i casi, la 175, la 157 e la C5 e i molluschi (bivalvi e gasteropodi) risultano ancora i gruppi che portano i maggiori contributi alla biomassa.

Nell'analisi delle comunità zoobentoniche sono stati poi applicati indici di diversità che consentono di effettuare un'analisi che tiene conto simultaneamente sia della ricchezza specifica che dell'abbondanza.

L'**indice di Margalef**, essendo direttamente collegato al numero di taxa identificato, fa registrare il valore medio più alto (7,72) nella bocca di porto di Chioggia e il più basso (5,97) in quella di Lido; per Malamocco l'indice (7,30) si assesta su valori di poco inferiori a quelli di Chioggia (tab. 3.2).

L'**indice di diversità di Shannon-Wiener**, che considera sia del numero dei taxa presenti, sia il modo in cui gli individui sono distribuiti tra essi, mostra valori medi simili per Chioggia (2,15) e Malamocco (2,13) e leggermente superiori (2,59) per Lido; anche per l'**indice di equitabilità di Pielou** si registrano il valore medio più elevato (0,72) nella bocca di porto di Lido e valori simili a Chioggia (0,52) e Malamocco (0,54) (tab. 3.2).

Il comportamento di questi tre indici sembrerebbe indicare che, nonostante a Chioggia e Malamocco sia stato rilevato il più alto numero medio di taxa e di individui per stazione, è invece

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

alla bocca di porto di Lido che si deve attribuire il maggior livello di diversità, con un maggior grado di uniformità nella distribuzione degli individui tra le specie.

Tale ipotesi sembra essere confermata dai valori medi dell'**indice di rarefazione di Hurlbert**, che evidenzia come il numero medio di specie attese per le stazioni della bocca di porto di Lido (16,29) sia maggiore di quelli attesi sia per la bocca di Malamocco (12,77) che per quella di Chioggia (12,88) (tab. 3.2).

Allo scopo di uniformare la tipologia di habitat, sono state prese in considerazione solo le stazioni localizzate all'interno di praterie a fanerogame marine e in questo modo, il ricalcolo dei valori dei parametri e degli indici ha permesso di evidenziare, per Lido e Malamocco, un aumento del numero di specie, del numero individui e degli indici ecologici; per Lido, invece, il valore di biomassa e dell'indice di equitabilità di Pielou si caratterizzano per un lieve decremento (tab. 3.3).

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

Tabella 3.1 - Elenco faunistico complessivo dei taxa non coloniali, in cui vengono riportati il numero di individui e i valori di biomassa fresca (mg) riferiti all'insieme delle repliche delle stazioni di ciascuna delle tre bocche di porto (Lido [L], Malamocco [M] e Chioggia [C]).

Gruppo	Lista faunistica	N. individui totale			Biomassa fresca totale (mg)		
		L	M	C	L	M	C
Anthozoa	Actiniaria indet.	241	282	226	8737	15840	8832
Crus. Amphipoda	<i>Ampelisca sarsi</i>	590	5	1	2229	18	3
	<i>Ampithoe helleri</i>	624	102	45	535	72	51
	<i>Ampithoe ramondi</i>	2	10		3	34	
	<i>Apherusa</i> sp.	8	10	6	9	10	6
	<i>Apocorophium acutum</i>	3		4	3		3
	<i>Caprella acanthifera</i>		10	5		11	3
	<i>Caprella c.f.r. mitis</i>	10		11	6		8
	<i>Caprella equilibra</i>	33			32		
	<i>Caprella scaura</i>	14	15	9	12	30	9
	<i>Caprella</i> sp.	2		6	1		4
	Corophiidae indet.	3	12	9	3	10	6
	<i>Dexamine spinosa</i>	185	114	186	371	365	351
	<i>Elasmopus</i> sp.	1	1		2	1	
	<i>Erichthonius brasiliensis</i>	215	2554	752	110	1037	198
	<i>Erichthonius difformis</i>	11	31	11	9	21	5
	<i>Erichthonius</i> sp.		1			1	
	<i>Gammarella fucicola</i>	1	237	103	1	392	242
	<i>Gammarus insensibilis</i>	25	75	577	167	592	5303
	<i>Gammarus</i> sp.		3			14	
	<i>Jassa c.f.r. marmorata</i>	8	881	542	7	570	151
	<i>Leucothoe</i> sp.	1	3		1	9	
	<i>Lysianassa costae</i>		1			2	
	<i>Melita c.f.r. hergensis</i>	1	21	16	1	46	26
	<i>Microdeutopus anomalus</i>	3	15	37	3	11	23
	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>		7			4	
	<i>Microdeutopus versiculatus</i>		8	49		6	33
<i>Microdeutopus</i> sp.	2	35	1	2	22	1	
<i>Orchomene c.f.r. humilis</i>			1			1	
<i>Phtisica marina</i>		99	8		148	5	
<i>Urothoe poseidonis</i>	20	1		34	2		
Crust. Cirripeda	<i>Balanus</i> sp.			4		4	
Crust. Cumacea	<i>Iphinoe adriatica</i>	2	2	2	3	2	2
Crust. Decapoda	<i>Athanas nitescens</i>			1		3	
	<i>Callinassa tyrrhena</i>	4			2079		
	<i>Carcinus aestuarii</i>	18	10	25	33610	2137	21260
	<i>Clibanarius erythropus</i>		1			875	
	<i>Crangon crangon</i>	52		5	9358		944
	<i>Diogenes pugilator</i>	151	62	2	40869	14763	271
	<i>Hippolyte leptocerus</i>		17	2		117	11
	<i>Hippolyte longirostris</i>	53	21	18	867	187	252
	<i>Liocarcinus depurator</i>		1			11013	
	Natantia indet.	19	9	44	72	24	161

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

Gruppo	Lista faunistica	N. individui totale			Biomassa fresca totale (mg)		
		L	M	C	L	M	C
	<i>Palaemon adspersus</i>	2	1	3	1410	650	2011
	<i>Processa edulis</i>	1		7	828		390
	<i>Processa</i> sp.	17	4	8	247	16	51
	<i>Rhithropanopeus harrisii</i>		1			559	
	<i>Upogebia</i> c.f.r. <i>tipica</i>	3	1	5	4298	2361	7649
	<i>Upogebia pusilla</i>	14	8	8	30204	13652	17633
Crust. Isopoda	Arcturidae indet.		4	7		6	8
	Bopyridae indet.	5	2		484	47	
	Cirolanidae indet.		1			2	
	<i>Cleantis</i> c.f.r. <i>prismatica</i>		4			33	
	<i>Cyathura carinata</i>	1	1	27	1	1	238
	<i>Cymodoce truncata</i>		20	158		718	3443
	<i>Idotea balthica</i>			31			308
	<i>Idotea</i> c.f.r. <i>metallica</i>			1			1
	<i>Idotea chelipes</i>		64	36		769	548
	Janiridae indet.		5	1		5	1
<i>Synischia</i> c.f.r. <i>hectica</i>			3			41	
Crust. Mysidacea	<i>Diamysis bahirensis</i>	22	7		94	33	
	<i>Mysida</i> indet.	27	43	9	36	101	30
Crust. Tanaidacea	<i>Apseudes latreillii</i>	18	1		16	1	
	<i>Leptochelia savignyi</i>		4	1		3	1
Echinodermata	<i>Amphipholis squamata</i>		39	38		100	96
	<i>Asterina gibbosa</i>		6	36		1567	39
	<i>Labidoplax digitata</i>	2			3143		
	<i>Ophiothrix fragilis</i>		2	20		987	8866
	<i>Ophiura</i> sp.		1			1	
	<i>Paracentrotus lividus</i>		2	2		40733	47381
	<i>Trachythione elongata</i>			1			2
Moll. Bivalvia	<i>Abra alba</i>			5			107
	<i>Abra prismatica</i>			7			39
	<i>Abra segmentum</i>	24	15	44	126	271	2567
	<i>Acanthocardia tuberculata</i>	1			19475		
	<i>Anadara demiri</i>	1	1	3	3608	1825	2330
	<i>Anodontia fragilis</i>	17	32	16	797	1892	646
	<i>Anomia ephippium</i>	2	1		353	2	
	<i>Cerastoderma glaucum</i>	3			2710		
	<i>Chamelea gallina</i>	43	1	1	101075	107	2
	<i>Flexopecten glaber glaber</i>			4			8
	<i>Gastrana fragilis</i>	37	89	26	13307	40068	12162
	<i>Gregariella petagnae</i>	1			14		
	<i>Hemilepton nitidum</i>	9	6	2	11	8	3
	<i>Hiatella arctica</i>			2			23
	<i>Loripes lacteus</i>	307	978	1329	91507	68031	92491
	<i>Lucinella divaricata</i>	148	73	20	4768	1678	448
	<i>Mimachlamys varia</i>			2			6
<i>Modiolarca subpicta</i>		1	5		4	98	
<i>Modiolus barbatus</i>		1	8		5	7226	

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

Gruppo	Lista faunistica	N. individui totale			Biomassa fresca totale (mg)		
		L	M	C	L	M	C
	<i>Modiolus c.f.r. adriaticus</i>	3			14		
	<i>Musculus c.f.r. costulatus</i>			1			2
	<i>Mytilaster lineatus</i>	1			2		
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	1		2	13		2
	<i>Nucula nucleus</i>		3	11		358	2479
	<i>Paphia aurea</i>	99	15	27	179828	12094	17405
	<i>Parvicardium exiguum</i>	5	3	23	34	40	169
	<i>Pharus legumen</i>	14			6775		
	<i>Pinna nobilis</i>		1	1		280227	278613
	<i>Ruditapes decussatus</i>	2		4	7927		7108
	<i>Ruditapes philippinarum</i>	5	3	4	21532	19	35
	<i>Tellinmya ferruginosa</i>	2	76	31	3	191	73
	<i>Tellina distorta</i>	9	11	13	51	268	133
	<i>Tellina fabula</i>	57	14	3	3592	375	96
	<i>Tellina nitida</i>	1			1595		
	<i>Tellina tenuis</i>	89	13	1	7666	350	1
	<i>Thracia papyracea</i>	11	10	4	1320	264	4
Moll. Gastropoda	<i>Bittium reticulatum</i>	154	244	3664	1687	10829	100958
	<i>Calyptraea chinensis</i>	7			72		
	<i>Cerithium vulgatum</i>	1	10		5585	47590	
	<i>Chrysallida indistincta</i>			1			3
	<i>Cyclope neritea</i>	109	13	2	36375	3782	704
	<i>Gibbula adriatica</i>		75	147		4202	11433
	<i>Gibbula albida</i>			6			3836
	<i>Hexaplex trunculus</i>	3	13	16	20374	48755	53857
	<i>Nassarius corniculum</i>		1	1		14	17
	<i>Nassarius nitidus</i>	89	26	47	123507	43300	45884
	<i>Ocenebra erinaceus</i>	1			1240		
	<i>Pusillina lineolata</i>	5		13	44		167
	<i>Tricolia pullus</i>	1	76	229	2	348	1973
Nemertea	Nemertea indet.	1	1	2	56	203	323
Phoronidea	<i>Phoronis muelleri</i>		549			8687	
Polychaeta	<i>Capitella capitata</i>	28		2	8,9		0,5
	Capitellidae sp.1			1			6,8
	<i>Capitomastus minimus</i>	48	27	66	17,3	24	40,9
	<i>Cirriformia tentaculata</i>			3			301,6
	<i>Chlymenura clypeata</i>			6			509,8
	<i>Euclymene oerstedii</i>	40	56	64	1788,2	927	1299,5
	<i>Eunice vittata</i>		2			523,8	
	<i>Glycera convoluta</i>	2	15	6	248	1359,8	392,8
	<i>Glycera gigantea</i>		1	1		1510,5	505,5
	<i>Heteromastus filiformis</i>			9			26,6
	<i>Lumbrineris coccinea</i>		3	1		30,2	0,6
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	6	13	7	4073,3	2925,5	1473,2
	<i>Lumbrineris latreilli</i>		2			2,7	
	<i>Lumbrineris spp.</i>			1			0,7
<i>Magelona rosea</i>	2			4,4			

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

Gruppo	Lista faunistica	N. individui totale			Biomassa fresca totale (mg)		
		L	M	C	L	M	C
	<i>Marphysa sanguinea</i>	4	1	2	1577,5	273,7	5756,9
	<i>Mediomastus capensis</i>	149	1	6	309,7	1	3,4
	<i>Megalomma vesiculosum</i>	6	8		8841,2	11509,8	
	<i>Melinna palmata</i>			21			550,7
	<i>Mysta picta</i>	5	1		51,3	10,4	
	<i>Neanthes caudata</i>	69	31	2	227,8	42,8	1,2
	<i>Neanthes succinea</i>		15			79,7	
	<i>Nephtys hombergii</i>	6	3	1	484,4	30,1	50,9
	Nereidae spp.	1			9,5		
	<i>Notomastus lineatus</i>	431	417	417	4582,1	3176,5	2773,7
	<i>Onuphis eremita</i>		2			1292,1	
	<i>Orbinia cuvieri</i>	21			1415,4		
	<i>Owenia fusiformis</i>	16	13	8	4293,5	2500,5	1164,2
	<i>Pectinaria koreni</i>		1	6		28,5	388,4
	<i>Pelogenia arenosa</i>		3			5,6	
	<i>Perinereis cultrifera</i>		1			1229,7	
	<i>Petaloproctus terricolus</i>		11			1579,7	
	<i>Pherusa monilifera</i>	1	1	1	757,4	906,6	1819,9
	<i>Phyllodoce lineata</i>	14	1	2	18,7	0,4	2,8
	Pilargidae spp.		5	1		4,9	0,4
	<i>Platynereis dumerilii</i>	14	59	78	335,6	892,5	334,7
	<i>Praxillella gracilis</i>		6			635,6	
	<i>Protodorvillea kefersteini</i>			2			1,2
	<i>Pseudoleiocardia fauveli</i>	83	19	97	626,9	103,2	594,3
	<i>Sabellaria alveolata</i>	3	5	3	11,9	17,7	12,9
	<i>Sclerocheilus minutus</i>	7		3	2,2		0,4
	<i>Scolelepis</i> spp.	19	9		33,4	56,5	
	Spionidae spp.	3			23,6		
	<i>Sthenelais boa</i>	1	1		324,1	81,5	
	<i>Syllis gracilis</i>	20	8	2	109,9	32,3	6,8
Pycnogonida	Pycnogonidae indet.	3	3	24	3	3	51
Tunicata	<i>Ascidrella aspersa</i>			1			1699
Totale		4679	7976	9681	827121,2	718315,8	790111,3

Tabella 3.1-a - Elenco faunistico dei taxa coloniali, in cui vengono riportati i valori di ricoprimento (cm²) e di biomassa fresca (mg) riferiti all'insieme delle repliche delle stazioni di ciascuna delle tre bocche di porto (Lido [L], Malamocco [M] e Chioggia [C]).

Gruppo	Specie	Ricoprimento totale (cm ²)			Biom. fresca totale (mg)		
		L	M	C	L	M	C
Bryozoa	<i>Cryptosula pallasiana</i>	3,7			103		
	<i>Tricellaria inopinata</i>	0,6	0,1	1	4	1	10
Porifera	Porifera indet.		30			5467	
	<i>Sycon</i> sp.		0,3	0,2		6	1
Totale		4,3	30,4	1,2	107	5474	11

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

Tabella 3.2 - Principali parametri faunistici (S= n° di Taxa; N= n° individui totali) e indici ecologici delle 16 stazioni della campagna macrozoobenthos. Per il loro calcolo non sono stati presi in considerazione i taxa coloniali; "d"=indice di Margalef, "H"=indice di Shannon; "J"=indice di equitabilità di Pielou; "ES(50)"=indice di rarefazione di Hurlbert.

Bocca di Porto di Lido							
Stazione	S	N	Biomassa fresca (g)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
L1	45	635	116,36	6,82	2,82	0,74	17,87
L4	59	1043	112,76	8,35	2,95	0,72	17,87
L7	24	269	53,69	4,11	2,30	0,73	13,32
L8	30	336	84,30	4,99	2,37	0,70	14,19
174	42	1114	75,52	5,84	2,27	0,61	13,73
175	38	452	246,58	6,05	2,96	0,81	18,68
177	33	693	107,77	4,89	1,89	0,54	11,28
179	34	137	30,14	6,71	3,19	0,90	23,35
Valore medio	38,1	584,9	103,39	5,97	2,59	0,72	16,29
Deviazione standard	±10,7	±355,4	±65,2	±1,3	±0,4	±0,1	±3,9

Bocca di Porto di Malamocco							
Stazione	S	N	Biomassa fresca (g)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
M7	61	1517	90,71	8,19	2,28	0,55	12,56
153	47	1127	63,37	6,55	2,74	0,71	16,92
153 BIS	35	804	60,02	5,08	1,41	0,40	9,12
157	80	4528	504,22 (*)	9,38	2,10	0,48	12,49
Valore medio	55,8	1994,0	179,58 (*)	7,30	2,13	0,54	12,77
Deviazione standard	±19,3	±1714,3	±216,9 (*)	±1,9	±0,6	±0,1	±3,2

(*) = Senza il contributo portato dal mollusco bivalve *Pinna nobilis*, il valore della biomassa totale della stazione 157 è pari 223,99 g, quello della biomassa media a 109,52 g e la deviazione standard a 77,5.

Bocca di Porto di Chioggia							
Stazione	S	N	Biomassa fresca (g)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
C1	48	1141	38,25	6,68	2,47	0,64	14,88
C5	79	2735	477,46 (**)	9,86	2,48	0,57	14,09
134	69	1898	96,85	9,01	2,76	0,65	15,93
136	45	3907	177,55	5,32	0,88	0,23	6,61
Valore medio	60,3	2420,3	197,53 (**)	7,72	2,15	0,52	12,88
Deviazione standard	±16,4	±1185,8	±195,2 (**)	±2,1	±0,9	±0,2	±4,2

(**) = Senza il contributo portato dal mollusco bivalve *Pinna nobilis*, il valore della biomassa totale della stazione C5 è pari 198,84 g, quello della biomassa media a 127,87 g e la deviazione standard a 74,2.

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

Tabella 3.3 - Principali parametri faunistici delle sole stazioni a fanerogame marine (S= n° di Taxa; N= n° individui totali) e indici ecologici delle 10 stazioni della campagna macrozoobenthos localizzate in praterie a fanerogame marine. Per il loro calcolo non sono stati presi in considerazione i taxa coloniali; "d"=indice di Margalef, "H"=indice di Shannon; "J"=indice di equitabilità di Pielou; "ES(50)" =indice di rarefazione di Hurlbert.

Bocca di Porto di Lido							
Stazione	S	N	Biomassa fresca (g)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
174	42	1114	75,52	5,84	2,27	0,61	13,73
L1	45	635	116,36	6,82	2,82	0,74	17,87
L4	59	1043	112,76	8,35	2,95	0,72	17,87
Valore medio	48,7	930,7	101,54	7,00	2,68	0,69	16,49
Deviazione standard	±9,1	±258,5	±22,6	±1,3	±0,4	±0,1	±2,4

Bocca di Porto di Malamocco							
Stazione	S	N	Biomassa fresca (g)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
M7	61	1517	90,71	8,19	2,28	0,55	12,56
153	47	1127	63,37	6,55	2,74	0,71	16,92
157	80	4528	504,22 (***)	9,38	2,10	0,48	12,49
Valore medio	62,7	2390,7	219,43 (***)	8,04	2,37	0,58	13,99
Deviazione standard	±16,6	±1861,2	±247,0 (***)	±1,4	±0,3	±0,1	±2,5

(***) = Senza il contributo portato dal mollusco bivalve *Pinna nobilis*, il valore della biomassa totale della stazione 157 è pari 223,99 g, quello della biomassa media a 26,02 g e la deviazione standard a 85,9.

Bocca di Porto di Chioggia							
Stazione	S	N	Biomassa fresca (g)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
C1	48	1141	38,25	6,68	2,47	0,64	14,88
C5	79	2735	477,46 (****)	9,86	2,48	0,57	14,09
134	69	1898	96,85	9,01	2,76	0,65	15,93
136	45	3907	177,55	5,32	0,88	0,23	6,61
Valore medio	60,3	2420,3	197,53 (****)	7,72	2,15	0,52	12,88
Deviazione standard	±16,4	±1185,8	±195,2 (****)	±2,1	±0,9	±0,2	±4,2

(****) = Senza il contributo portato dal mollusco bivalve *Pinna nobilis*, il valore della biomassa totale della stazione C5 è pari 198,84 g, quello della biomassa media a 127,87 g e la deviazione standard a 74,2.

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

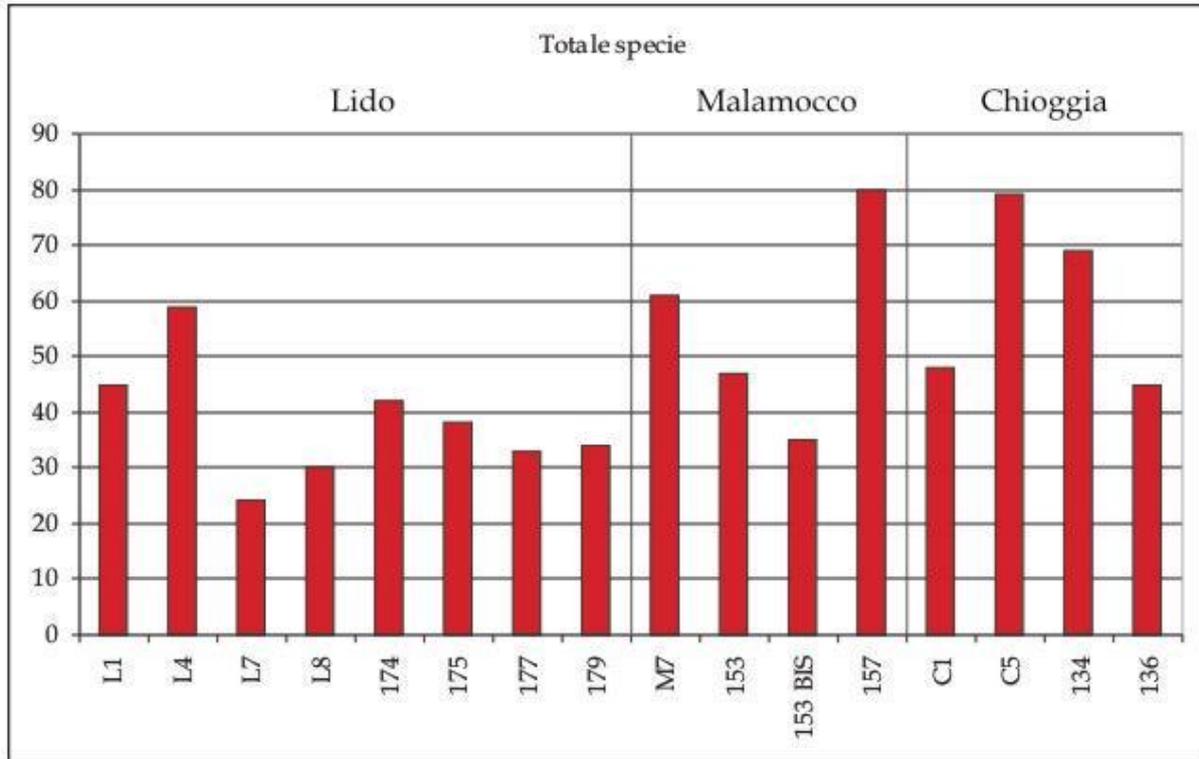


Fig. 3.1. Numero totale dei taxa non coloniali rinvenuti nelle 16 stazioni, divise per bocche di porto. Il numero di taxa è riferito all'insieme delle 5 repliche di ogni stazione (0,25 m²).

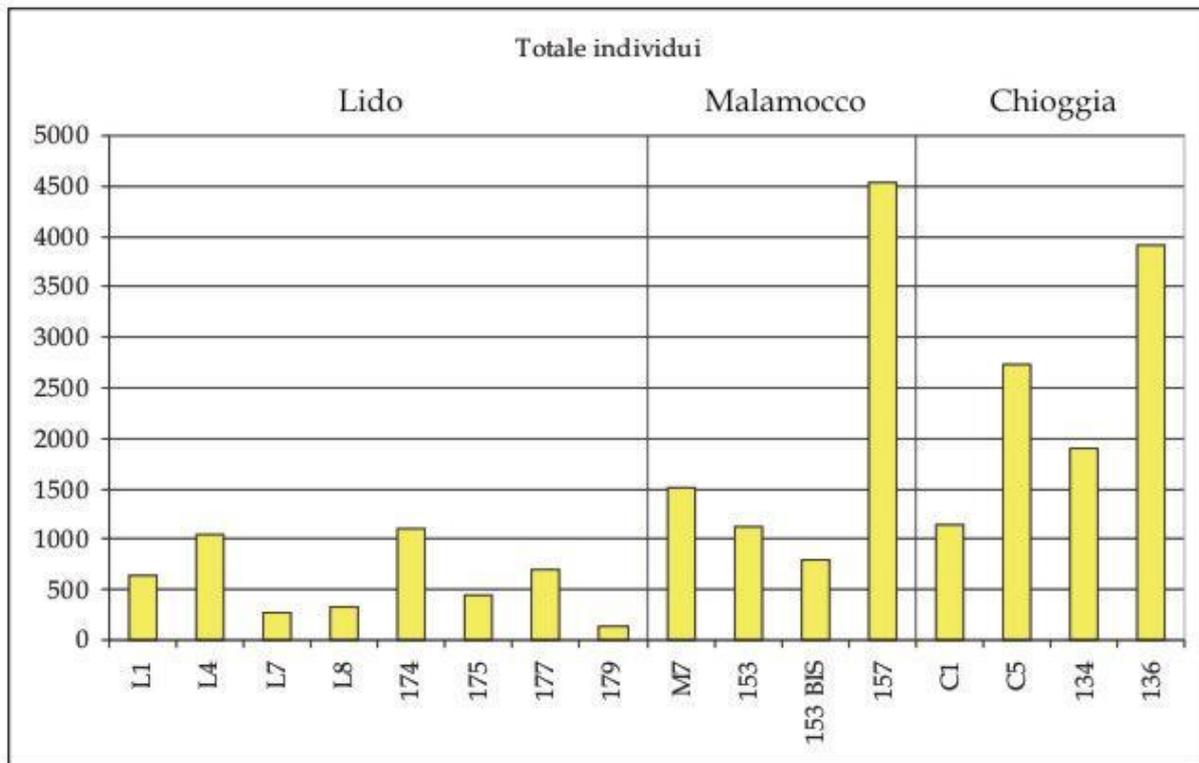


Fig. 3.2. Numero totale degli individui dei taxa non coloniali rinvenuti nelle 16 stazioni, divise per bocca di porto. Il numero di individui è riferito all'insieme delle 5 repliche di ogni stazione (0,25 m²).

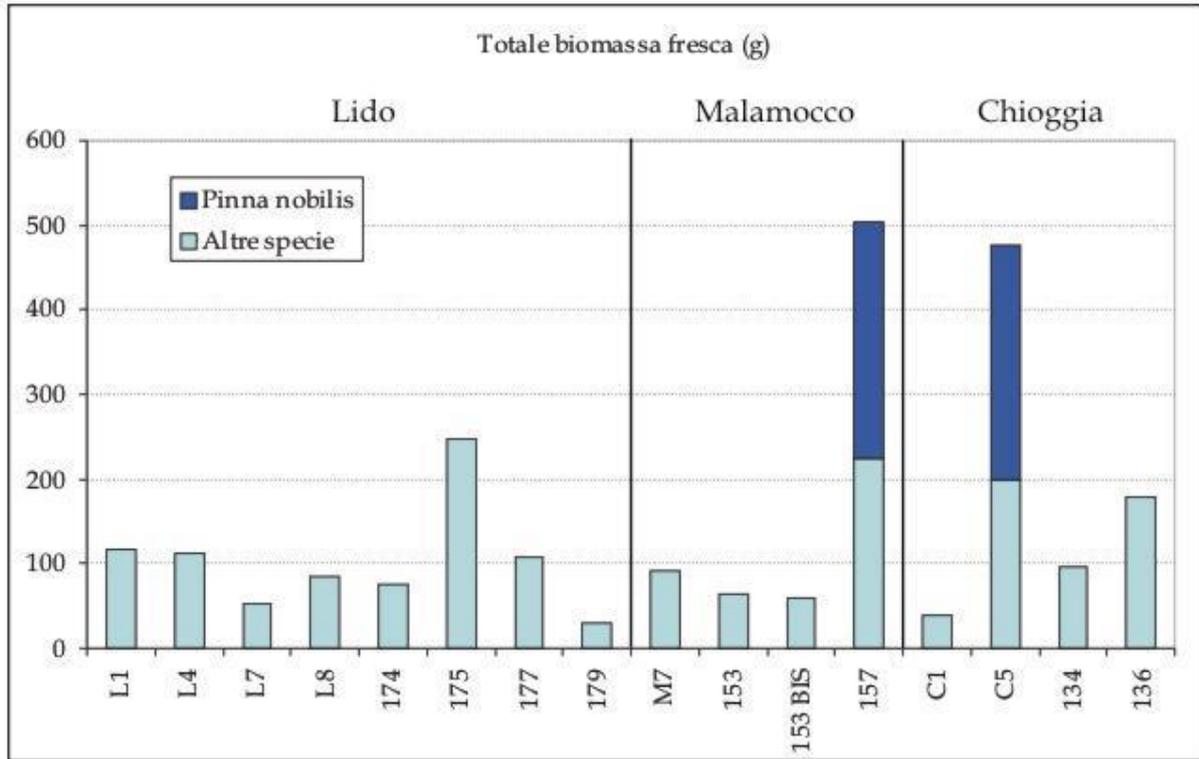


Fig. 3.3-a. Biomassa fresca totale (g) dei taxa non coloniali rinvenuti nelle 16 stazioni, divise per bocche di porto. Il valore di biomassa è riferito all'insieme delle 5 repliche di ogni stazione (0,25m²). Per le stazioni 157 e C5 viene messo in evidenza il contributo che il mollusco bivalente *Pinna nobilis* porta alla biomassa totale.

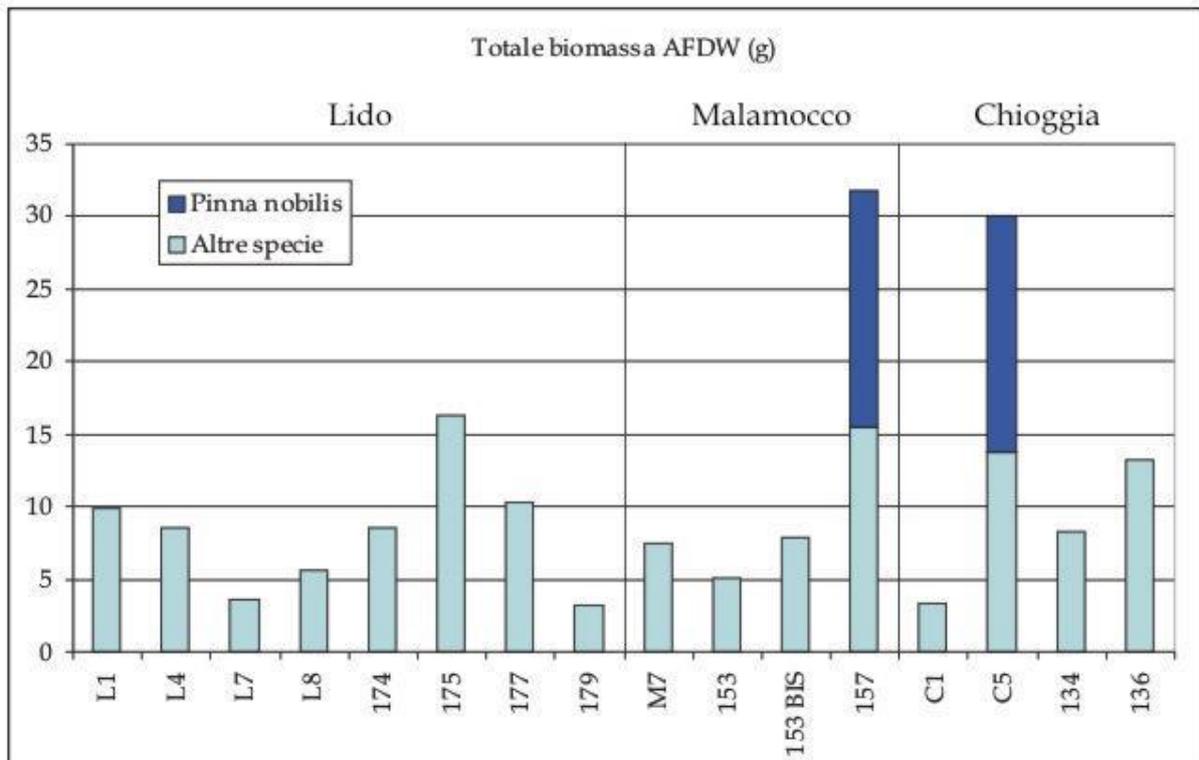


Fig. 3.3-b. Biomassa espressa come AFDW (g) dei taxa non coloniali rinvenuti nelle 16 stazioni, divise per bocche di porto. Il valore di biomassa è riferito all'insieme delle 5 repliche di ogni stazione (0,25m²). Per le stazioni 157 e C5 viene messo in evidenza il contributo che il mollusco bivalente *Pinna nobilis* porta alla biomassa totale espressa come AFDW.

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

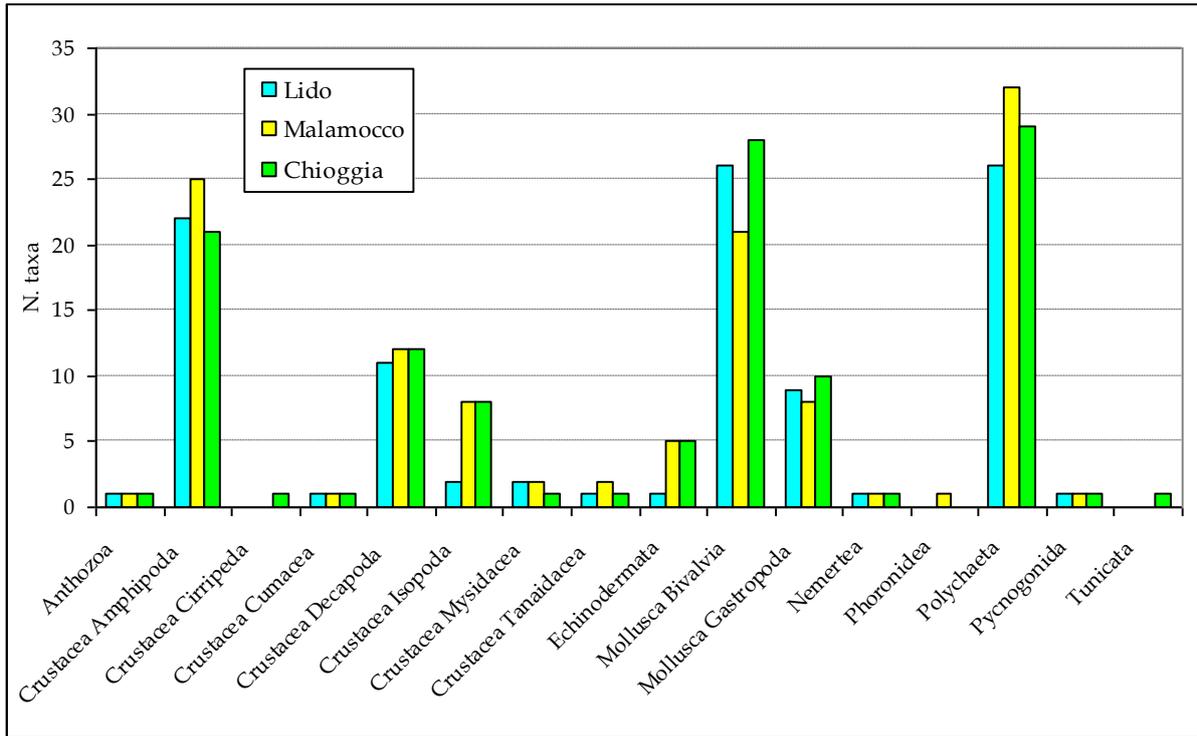


Fig. 3.4. Ripartizione nei diversi gruppi tassonomici del numero di taxa non coloniali rilevato complessivamente in ciascuna bocca di porto. Il numero di taxa di ciascun gruppo è riferito alla lista faunistica complessiva delle stazioni di ciascuna bocca di porto.

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

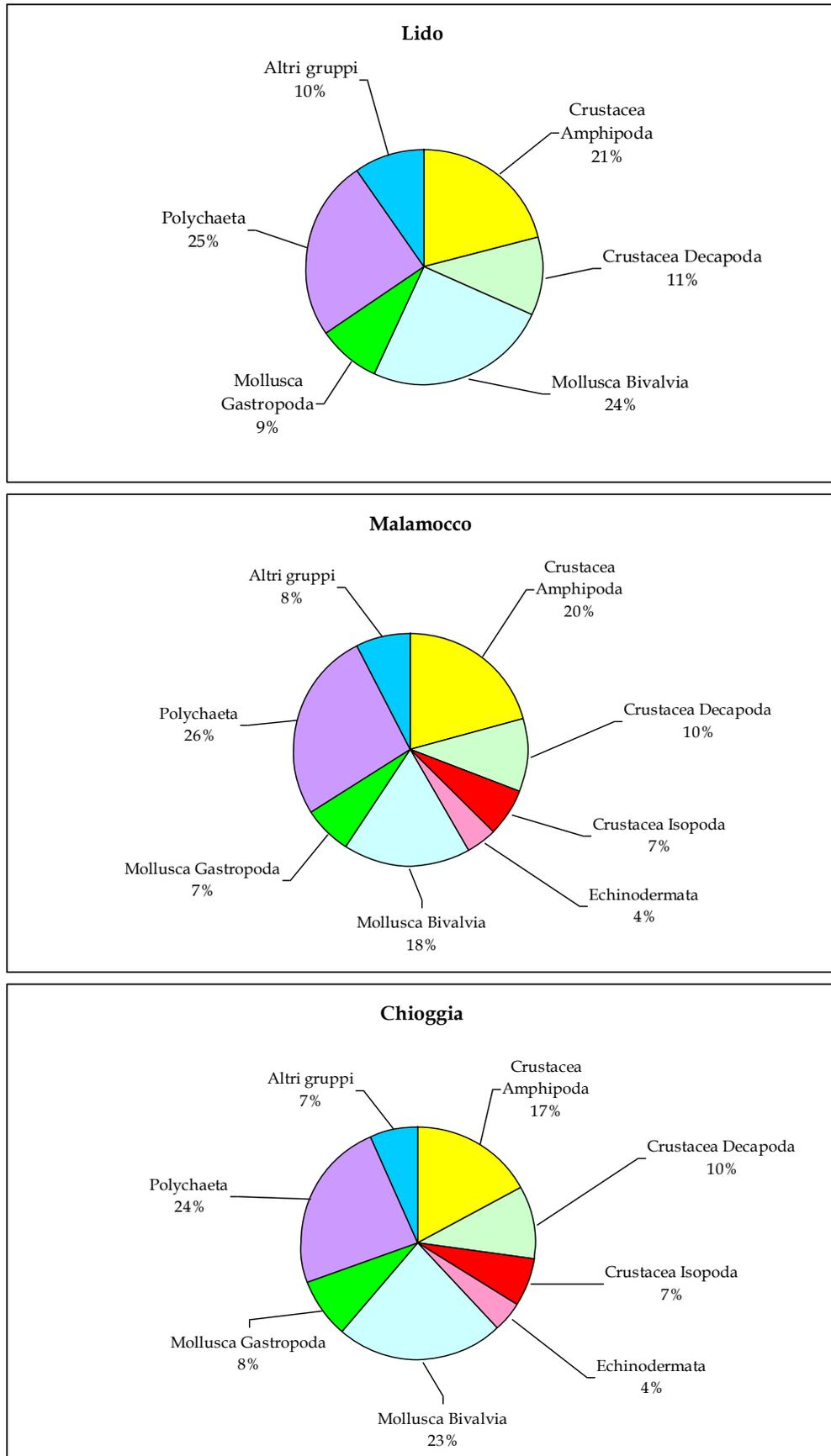


Fig. 3.5. Ripartizione percentuale nei diversi gruppi tassonomici del numero di taxa non coloniali rilevato complessivamente in ciascuna bocca di porto. La percentuale del numero di taxa di ciascun gruppo si riferisce alla lista faunistica complessiva delle stazioni di ciascuna bocca di porto.

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

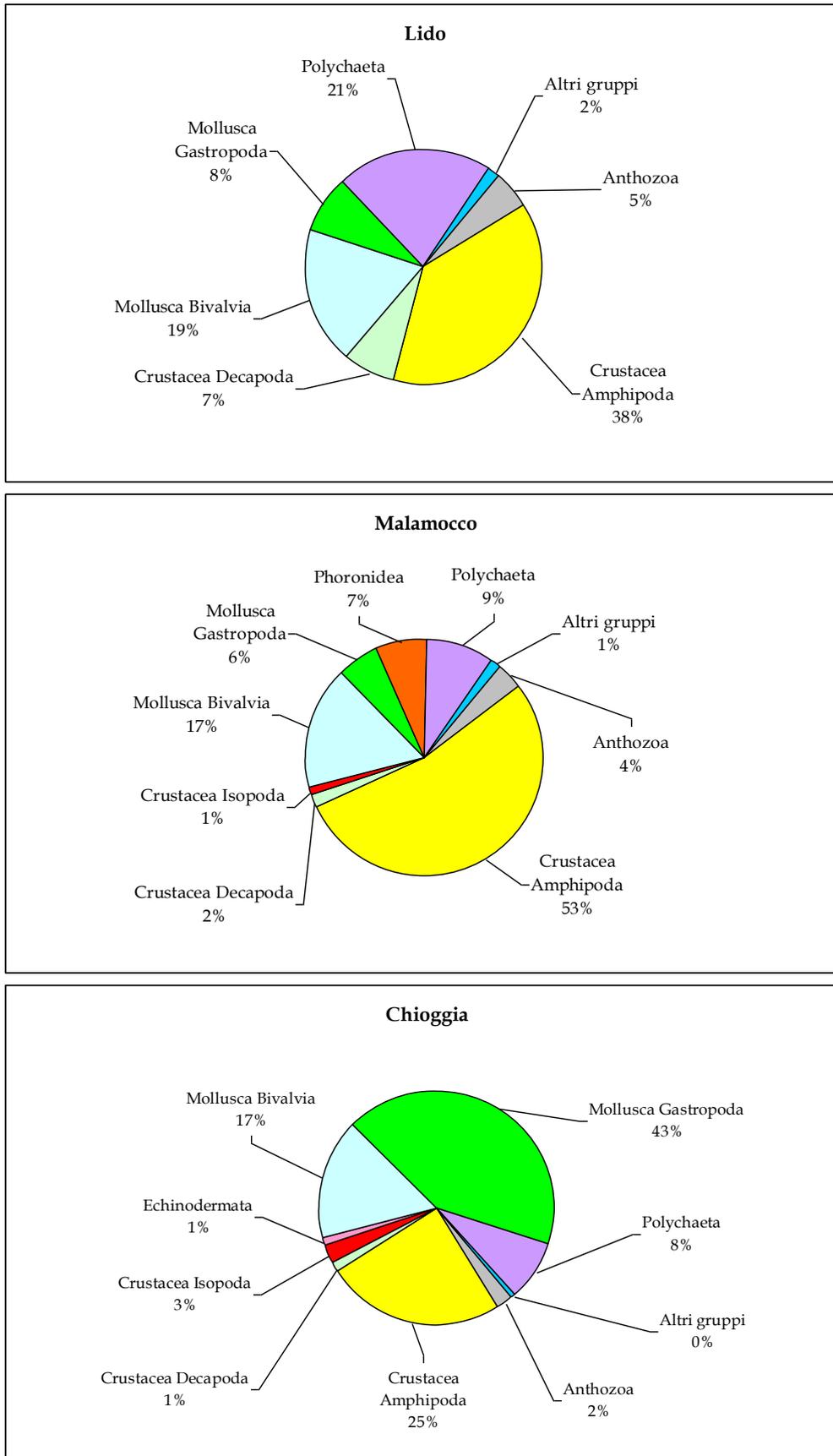


Fig. 3.6. Ripartizione percentuale nei diversi gruppi tassonomici del numero di individui rilevato complessivamente in ciascuna bocca di porto. La percentuale del numero di individui di ciascun gruppo si riferisce all'insieme complessivo delle stazioni di ciascuna bocca di porto.

3.2 Analisi multivariata

L'applicazione della *cluster analysis* consente di raggruppare le stazioni sulla base della struttura delle comunità zoobentoniche a partire da una matrice di similarità di Bray-Curtis. I dati sono stati trasformati con radice quadrata, per ridurre il peso delle specie con un elevato numero di individui.

Ciò premesso, il cluster in figura 3.7 per le 16 stazioni di monitoraggio evidenzia, ad un livello di similarità di circa il 35%, la presenza di quattro gruppi principali:

- il primo gruppo, denominato **A** e costituito dal sito di campionamento 177 (Lido);
- il secondo gruppo, denominato **B**, con un livello medio di similarità pari al 45% e formato dalle stazioni L7, L8, 175 e 179, situate in prossimità della bocca di porto di Lido e dalla 153-bis di Malamocco;
- il terzo “gruppo”, denominato **C**, con un livello medio di similarità pari al 48% e di cui fanno parte la stazione 153, situata in prossimità della bocca di porto di Malamocco e le stazioni C1 e 136, dislocate in vicinanza della bocca di porto di Chioggia;
- il quarto gruppo, denominato **D**, con un livello medio di similarità pari al 47% e formato dalle stazioni di Lido L1 e L4 e 174, dalle stazioni M7 e 157 di Malamocco e dalle stazioni C5 e 134 di Chioggia.

Per comprendere alla presenza di quali taxa sia attribuibile la suddivisione in questi gruppi, si è proceduto con un'analisi della similarità percentuale data dalla composizione in taxa tra i gruppi di stazioni individuati dal dendrogramma di figura 3.7, attraverso l'impiego della routine SIMPER (Similarity Percentage break down) del programma PRIMER [Clarke e Warwick, 1994].

In generale le stazioni appartenenti ai gruppi **C** e **D**, per la loro localizzazione in praterie a fanerogame, si distinguono chiaramente da quelle degli altri due gruppi (**A** e **B**), posizionate, invece, su fondali sabbiosi privi di vegetazione o in vicinanza di un prateria a *Cymodocea nodosa* (stazione 153bis).

Il primo “gruppo” (**A**) individuato nel cluster di figura 3.7 è costituito dalla sola stazione 177, localizzata in prossimità della bocca di porto di Lido e che, essenzialmente, si differenzia dagli altri siti di campionamento non tanto per i bassi valori del numero di specie o di abbondanza, quanto per la presenza, rispetto agli altri siti di campionamento, di un elevato numero di individui appartenenti ai policheti *Notomastus lineatus* e *Pseudoleiocapitella fauveli* e al mollusco gasteropode *Bittium reticulatum*.

Il secondo gruppo preso in considerazione (**B**) è quello composto dalle stazioni della bocca di porto di Lido L7, L8, 175 e 179, localizzate su fondali sabbiosi in cui non sono presenti praterie a fanerogame marine, e dalla 153-bis della bocca di porto di Malamocco, localizzata in prossimità di una prateria a *C. nodosa*; un buon contributo alla percentuale di similarità esistente tra questi siti di campionamento è dato dalla presenza dell'anfipode *Ampelisca sarsi*, dei bivalvi *Lucinella divaricata*, *Loripes lacteus* e *Tellina tenuis*, e del gasteropode *Cyclope neritea*. Come si vede dalla figura 3.7, la stazione 153-bis, pur restando all'interno del gruppo, si separa in parte dagli altri siti di campionamento e tale evento è riconducibile alla presenza del foronideo *Phoronis muelleri*, rinvenuto, con densità mediamente elevate, solo in corrispondenza di questa stazione.

Un ulteriore contributo alla distinzione tra il gruppo **B** e quelli **C** e **D**, inoltre, è portato dalla presenza in **B** di un minor numero medio di specie e di individui (appartenenti soprattutto al gruppo dei crostacei anfipodi).

Il terzo gruppo (**C**) comprende stazioni poste in vicinanza sia della bocca di porto di Malamocco (153), sia di Chioggia (C1 e 136), accomunate dalla localizzazione in praterie a fanerogame marine

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

dove è presente una sola specie (*Cymodocea nodosa* o *Zostera marina* o *Nanozostera noltii*) e dalla presenza di comunità zoobentoniche caratterizzate da una elevata abbondanza del mollusco bivalve *Loripes lacteus*, dei molluschi gasteropodi *Bittium reticulatum* e *Gibbula adriatica* e dei crostacei anfipodi *Gammarus insensibilis* e *Gammarella fucicola*.

L'ultimo gruppo è costituito dai siti di campionamento L1 e L4 e 174 (bocca di porto di Lido), M7 e 157 (bocca di porto di Malamocco) e C5 e 134 (Chioggia) accomunati dalla localizzazione in praterie a fanerogame marine dove è presente una sola specie (*C. nodosa* o *Z. marina*) o più specie (*Z. marina* e *C. nodosa*); le comunità zoobentoniche presenti in queste stazioni sono caratterizzate da elevate densità del mollusco bivalve *Loripes lacteus*, dell'antozoo Actinaria indet. e dei crostacei anfipodi *Erichthonius brasiliensis* e *Gammarella fucicola*. All'interno di questo raggruppamento si possono individuare due sottogruppi (fig. 3.7): il primo, costituito dalle stazioni L1 e L4 e 174 (Lido) ed il secondo dalle stazioni M7 e 157 (Malamocco) e C5 e 134 (Chioggia). A spiegare gran parte della dissimilarità esistente tra essi sono, rispettivamente, per il primo la presenza di una maggiore densità dei crostacei anfipodi *Ampelisca sarsi* e *Ampithoe helleri* e, per il secondo, elevate abbondanze del polichete *Notomastus lineatus* e del crostaceo anfipode *Jassa* cfr. *marmorata*.

L'applicazione della tecnica di analisi multivariata MDS ha, infine, permesso di ottenere un'altra rappresentazione grafica della similarità (distanza) esistente tra le 16 diverse stazioni (fig. 3.8) che sostanzialmente conferma la suddivisione proposta dalla cluster di figura 3.7; sono, infatti, ben riconoscibili i quattro gruppi (A, B, C e D) identificati nel dendrogramma.

In figura 3.9 e in figura 3.10 viene riportata la medesima suddivisione spaziale delle stazioni di figura 3.8, associando rispettivamente la bocca di porto di appartenenza e la presenza o meno di praterie a fanerogame marine; come si era già verificato con i dati della campagna di giugno 2008, tali rappresentazioni evidenziano e confermano come la struttura e la composizione delle comunità presenti in ciascuna stazione e le caratteristiche del sito stesso (vegetato o meno) influenzino il grado di similarità presente nei diversi gruppi di stazioni identificati più dell'appartenenza alla bocca di porto.

È stato infine condotto un confronto fra i dati rilevati nelle campagne tardo primaverili del 2008 e del 2009, applicando la tecnica MDS per analizzare la similarità (distanza) esistente tra le 16 diverse stazioni dei due campionamenti.

Dal momento che, tra il 2008 e il 2009, alcune tipologie di organismi sono state determinate a differenti livelli tassonomici (taxa indeterminati, taxa a livello di genere, taxa a livello di specie), per evitare che tale diversità incida sulle valutazioni complessive, i dati di abbondanza sono stati armonizzati (accorpendo i valori) degli organismi che presentavano le più evidenti variazioni a livello di determinazione sistematica (come ad es. Gammaridae/Gammarus/Gammarus spp., Caprellidae/Caprella, Corophiidae/Corophium, Tanaidacea/Tanaidae, Microdeutopus/Microdeutopus spp.), inserendoli nel nuovo dataset al più elevato livello sistematico riportato.

Come si vede dalla figura 3.11, è evidente che, nella maggior parte dei casi, le medesime stazioni presentino ancora un elevato grado di similarità nel confronto tra le campagne di giugno 2008 e giugno 2009; i siti di campionamento tendono inoltre a raggrupparsi ancora in base alla localizzazione su praterie a fanerogame o meno, piuttosto che all'appartenenza ad una determinata bocca di porto (fig. 3.12).

Per valutare la significatività delle similarità o delle differenze osservate è stato applicato il test statistico PERMANOVA (Permutational Multivariate Analysis of Variance) che considera i valori delle similarità stesse e non fa assunzioni sulla distribuzione dei dati [Anderson, 2001].

Considerando i dati di abbondanza delle singole stazioni, sia come somma sia come media delle cinque repliche (tab.3.4), il test PERMANOVA ha evidenziato, in entrambi i casi, una differenza statisticamente significativa tra le comunità delle 16 stazioni del 2008 e quelle del 2009; un'analisi

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

più approfondita a livello di singola bocca di porto (Lido 2008 - Lido 2009, Malamocco 2008 - Malamocco 2009 e Chioggia 2008 - Chioggia 2009) non ha, invece, segnalato differenze significative, come si rileva dall'analisi dei valori riportati nella tabella sottostante. Visto il limitato numero di campioni, in particolare per il set di dati delle bocche di porto di Malamocco e Chioggia (solo 4 stazioni), è stato applicato anche il Monte Carlo test (consigliato in questi casi) e i cui valori confermano quanto assunto dall'analisi di P(permanova).

Tabella 3.4 - Dati di abbondanza come somma e media delle 5 repliche di ogni stazione:

Stazioni	t	P(permanova)		P(MC)	
		somma	media	somma	media
16 stazioni L-M-C 2008-2009	1,5547	0,0158	0,019	-	-
8 stazioni Lido 2008-2009	1,2463	0,1256	0,1261	0,1627	0,1567
4 stazioni Malamocco 2008-2009	0,9443	0,4637	0,4539	0,4532	0,4567
4 stazioni Chioggia 2008-2009	1,2356	0,1107	0,1147	0,2156	0,2055

L'applicazione della tecnica SIMPER ha poi permesso di andare ad analizzare in dettaglio quali siano le specie che maggiormente contribuiscono alla similarità/dissimilarità tra i campioni del 2008 e del 2009.

Per quanto riguarda il confronto generale tra i dati relativi al complesso delle 16 stazioni delle tre bocche di porto di giugno 2008 e di giugno 2009, il contributo maggiore alla dissimilarità esistente tra i due gruppi (69,4%) è dovuto alla presenza sia di specie differenti, sia di specie con marcate differenze di abbondanza (intesa come numero di individui) tra le due campagne. A differenziare i due gruppi, infatti, sono soprattutto i crostacei anfipodi, ad esempio *Microdeutopus* spp. (più abbondante nella campagna del 2008), *Erichthonius brasiliensis* e *Ampithoe helleri* (presenti, invece, solo nel 2009) o l'isopode *Lekanesphaera hookeri* (segnalato solo nel 2008). Anche i molluschi, con il gasteropode *Bittium reticulatum*, portano un contributo notevole ai valori di dissimilarità percentuale esistente tra le due campagne, poiché *Bittium*, pur rimanendo una delle specie con i maggiori valori di densità in entrambe le stagioni (2008 e 2009), talvolta è stato rinvenuto con abbondanze molto diverse a livello di singole stazioni (ad esempio è più numeroso nella 153 nel 2008 rispetto al 2009 o più numeroso nella 136 nel 2009 rispetto al 2008).

A livello di singola bocca di porto, prendendo in esame per prima quella di Lido, l'analisi SIMPER evidenzia come i maggiori contributi alla percentuale di dissimilarità tra le stazioni del 2008 e quelle del 2009 siano riconducibili, anche in questo caso, a specie appartenenti soprattutto ai crostacei anfipodi (*Microdeutopus* spp., *Ampelisca sarsi*, *Dexamine spinosa* e *Gammarus* spp.), che presentano discrete variazioni annuali nei valori di abbondanza, risultando più numerosi nel 2008.

L'applicazione dell'analisi MDS ai dati di Lido (figura 3.13) evidenzia, ancora una volta, come le stazioni delle due campagne si separino, non tanto temporalmente (2008 o 2009), quanto in base alla localizzazione o meno su praterie a fanerogame marine; la rappresentazione MDS, unitamente ai risultati della SIMPER e ai valori ricavati dalla matrice di similarità di Bray-Curtis applicata ai dati delle singole stazioni, permette poi di rilevare quali siano i siti di campionamento che presentano le maggiori variazioni tra la campagna di giugno 2008 e quella di giugno 2009.

In particolare sono le coppie di stazioni L7-2008 e L7-2009 (similarità pari a 38,1%), L1-2008 e L1-2009 (similarità pari a 44,4%) e 174-2008 e 174-2009 (similarità pari a 50,3%) a far registrare i maggiori cambiamenti tra le due campagne. Tali variazioni sono imputabili essenzialmente a fluttuazioni nei valori di abbondanza di un numero limitato di specie che:

- nel caso delle stazioni L1 e 174 (su praterie a fanerogame) appartengono ai crostacei anfipodi *Microdeutopus* spp. per entrambe (nella L1 presente solo nel 2008 e nella 174 quasi

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

esclusivamente nel 2008), Caprellidae indet. per la L1 (dove è molto più numerosa nel 2008) e *Ampithoe helleri* per la 174 (dove è stato rinvenuto solo nel 2009);

- nel caso della stazione L7 (priva di fanerogame) sono il gasteropode *Bittium reticulatum* (presente solo nel 2008) e i policheti *Neanthes caudata* (molto più numeroso nel 2008), *Capitella capitata* (rinvenuto solo nel 2009) e *Notomastus lineatus* (segnalato solo nel 2008).

Anche per la bocca di porto di Malamocco, l'analisi SIMPER evidenzia come i maggiori contributi alla percentuale di dissimilarità tra i dati delle stazioni del 2008 e quelle del 2009 siano portati da specie che sono state rinvenute solo in una delle due campagne o che, tra queste ultime, presentano marcate variazioni (in positivo o in negativo) dei valori di abbondanza. Tra queste specie si ricordano il mollusco gasteropode *Bittium reticulatum* e l'anfipode *Microdeutopus* spp. (presenti entrambi con densità più elevate nella campagna del 2008) e l'anfipode *Erichthonius brasiliensis* (rinvenuto solo nel 2009).

Per le coppie di stazioni localizzate su fanerogame (M7-2008 e M7-2009, 157-2008 e 157-2009, 157-2008 e 157-2009) i valori della matrice di similarità indicano una minore somiglianza (rispettivamente 51,8%; 52,8% e 57,3%) rispetto a quanto calcolato (69,3%) nel confronto 2008/2009 per la stazione avegetata 153-bis.

In generale anche per le stazioni M7, 153 e 157, le maggiori variazioni tra le due campagne stagionali di giugno 2008 e giugno 2009 sono legate a fluttuazioni nei valori di abbondanza o alla scomparsa di determinate specie, nel primo caso soprattutto crostacei anfipodi (come *Microdeutopus* spp., mediamente più abbondante nel 2008) e nel secondo, ad esempio, l'anfipode *Erichthonius brasiliensis* e il crostaceo isopode *Lekanesphaera hookeri*, rinvenuti, il primo, solo nel 2009 e, il secondo, solo nel 2008.

Per la bocca di porto di Chioggia, l'analisi SIMPER indica come le specie di gasteropodi *Bittium reticulatum* e *Tricolia pullus* (presenti soprattutto nel 2008), gli anfipodi *Microdeutopus* spp. (più abbondante nel 2008) e *Erichthonius brasiliensis* (rinvenuto solo nel 2009) e l'isopode *Lekanesphaera hookeri* (segnalato solo nel 2009) portino i maggiori contributi alla percentuale di dissimilarità tra le stazioni del 2008 e quelle del 2009, in seguito, anche in questo caso, a variazioni nei relativi valori di abbondanza.

I risultati della SIMPER e i valori ricavati dalla matrice di similarità applicata ai dati delle singole stazioni (53,0% per C1-08/09; 47,5% per C5-08/09; 59,% per 134-08/09; 45,2% per 136-08/09) individuano come le variazioni intercorse tra i due campionamenti siano imputabili principalmente a cali/incrementi nei valori di abbondanza di un numero limitato di specie che:

- nel caso della stazione C1 fanno parte soprattutto del gruppo dei molluschi gasteropodi (in particolare *Bittium reticulatum* e *Tricolia pullus*, presenti soprattutto nel 2008), dei crostacei anfipodi (come *Gammarella fucicola* e *Gammarus* spp., più abbondanti nel 2008) e degli isopodi (*Lekanesphaera hookeri*, specie rinvenuta solo nel 2008);
- per la stazione C5 appartengono soprattutto ai crostacei anfipodi come *Microdeutopus* spp. (più abbondante nella campagna del 2008), *Erichthonius brasiliensis* e *Jassa* cfr. *marmorata* (rinvenuti solamente nel 2009), all'isopode *Lekanesphaera hookeri* (segnalato solo nel 2008) e al polichete *Neanthes caudata* (molto più numeroso nel 2008);
- nel caso della stazione 134 fanno parte principalmente del gruppo dei crostacei isopodi (come *Lekanesphaera hookeri*, segnalato solo nel 2008, e *Cymodoce truncata*, molto più abbondante nel 2009) e degli anfipodi (come *Erichthonius brasiliensis*, rinvenuto solo nel 2009);
- per la stazione 136 sono soprattutto il mollusco gasteropode *Bittium reticulatum* (con valori di densità più elevati nel 2009), l'isopode *Lekanesphaera hookeri* (segnalato solo nel 2008) e i molluschi bivalvi *Paphia aurea* e *Loripes lacteus* (molto più abbondanti nel 2008).

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

Visto il notevole contributo che, come più volte sottolineato, la tipologia del sito (vegetato o meno) porta alla differenziazione tra le stazioni di monitoraggio, gli organismi rinvenuti sono stati ripartiti proprio in base al tipo di relazione che instaurano con il substrato: epifauna (specie che vivono sulla superficie e/o in stretto contatto con le lamine fogliari) ed infauna (specie che vivono all'interno del sedimento).

Considerando i dati di abbondanza delle due campagne del 2008 e del 2009, separatamente per l'epifauna (tab. 3.5) e per l'infauna (tab. 3.6) (come somma e media delle cinque repliche), il test PERMANOVA ha evidenziato, in entrambi i casi, una differenza statisticamente significativa tra le comunità delle 16 stazioni tra il 2008 e il 2009, ma non per singola bocca di porto (Lido 2008 - Lido 2009, Malamocco 2008 - Malamocco 2009 e Chioggia 2008 - Chioggia 2009), come si rileva dall'analisi dei valori riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 3.5 - Epifauna: dati di abbondanza come somma e media delle 5 repliche di ogni stazione:

Stazioni	t	P(permanova)		P(MC)	
		somma	media	somma	media
16 stazioni L-M-C 2008-2009	1,6413	0,0165	0,0146	-	-
8 stazioni Lido 2008-2009	1,2932	0,1139	0,1153	0,1342	0,1358
4 stazioni Malamocco 2008-2009	1,0436	0,4502	0,4498	0,3622	0,3641
4 stazioni Chioggia 2008-2009	1,3475	0,0571	0,058	0,1542	0,1426

Tabella 3.6 - Infauna: dati di abbondanza come somma e media delle 5 repliche di ogni stazione:

Stazioni	t	P(permanova)		P(MC)	
		somma	media	somma	media
16 stazioni L-M-C 2008-2009	1,4251	0,0358	0,0399	-	-
8 stazioni Lido 2008-2009	1,1869	0,1822	0,1792	0,2124	0,2071
4 stazioni Malamocco 2008-2009	0,8191	0,6259	0,6253	0,5887	0,5907
4 stazioni Chioggia 2008-2009	1,0799	0,2899	0,2816	0,339	0,3342

L'applicazione della tecnica SIMPER ha poi permesso di individuare quali siano le specie che maggiormente contribuiscono a distinguere i campioni del 2008 da quelli del 2009, sia per l'epifauna, sia per l'infauna. In entrambi i casi, il confronto generale tra i dati relativi alle 16 stazioni delle tre bocche di porto di giugno 2008 e di giugno 2009 ha evidenziato come il contributo maggiore alla dissimilarità sia, ancora una volta, dovuto alla presenza di specie differenti e/o con marcate differenze di abbondanza (intesa come numero di individui) tra le due campagne.

In particolare, per l'epifauna i gruppi maggiormente coinvolti sono i crostacei anfipodi, ad esempio *Microdeutopus* spp. e *Gammarus* spp. (più abbondanti nella campagna del 2008), *Erichthonius brasiliensis* (presente, invece, solo nel 2009) o l'isopode *Lekanesphaera hookeri* (segnalato solo nel 2008). Per l'infauna, invece, sono soprattutto i molluschi bivalvi (con *Loripes lacteus*, più abbondante nel 2008) e i policheti (con *Notomastus lineatus*, più presente nel 2009) a contribuire maggiormente alla percentuale di dissimilarità tra il 2008 e il 2009.

Nel confronto tra le stagioni tardo primaverili di giugno 2008 e 2009, sono stati considerati, fino ad ora, i dati di abbondanza, intesi come numero di individui. Per approfondire le dinamiche, si è proceduto quindi anche ad una analisi incentrata sui dati di biomassa (espressa come grammi di peso secco senza ceneri, AFDW).

Il test PERMANOVA non ha evidenziato differenze statisticamente significative, sia complessivamente tra le comunità delle 16 stazioni del 2008 e del 2009, sia a livello di singola bocca

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

di porto (Lido 2008 - Lido 2009, Malamocco 2008 - Malamocco 2009 e Chioggia 2008 - Chioggia 2009), come si rileva dai valori riportati nella tabella seguente.

Tramite l'utilizzo dell'analisi SIMPER, inoltre, sono state individuate le specie che maggiormente contribuiscono alla dissimilarità tra i campioni del 2008 e del 2009; il confronto generale tra i dati relativi alle 16 stazioni delle tre bocche di porto di giugno 2008 e 2009 (tab. 3.7), ha evidenziato come, in questo caso, il contributo maggiore alla dissimilarità non sia tanto dovuto alla presenza di specie differenti, quanto a variazioni di biomassa AFDW tra le due campagne. In particolare si assiste ad un calo nei valori di questo parametro tra il 2008 e il 2009, da parte soprattutto dei molluschi bivalvi *Loripes lacteus* e *Paphia aurea*, del gasteropode *Nassarius nitidus* e dei crostacei decapodi *Upogebia pusilla* e *Carcinus aestuarii*.

Tabella 3.7 - Dati di biomassa come somma e media delle 5 repliche di ogni stazione:

Stazioni	t	P(permanova)		P(MC)	
		somma	media	somma	media
16 stazioni L-M-C 2008-2009	1,1073	0,2349	0,2291	-	-
8 stazioni Lido 2008-2009	0,9369	0,4956	0,4809	0,4808	0,5006
4 stazioni Malamocco 2008-2009	0,5791	0,5957	0,5995	0,5791	0,5789
4 stazioni Chioggia 2008-2009	0,3074	0,2601	0,2607	0,3074	0,3084

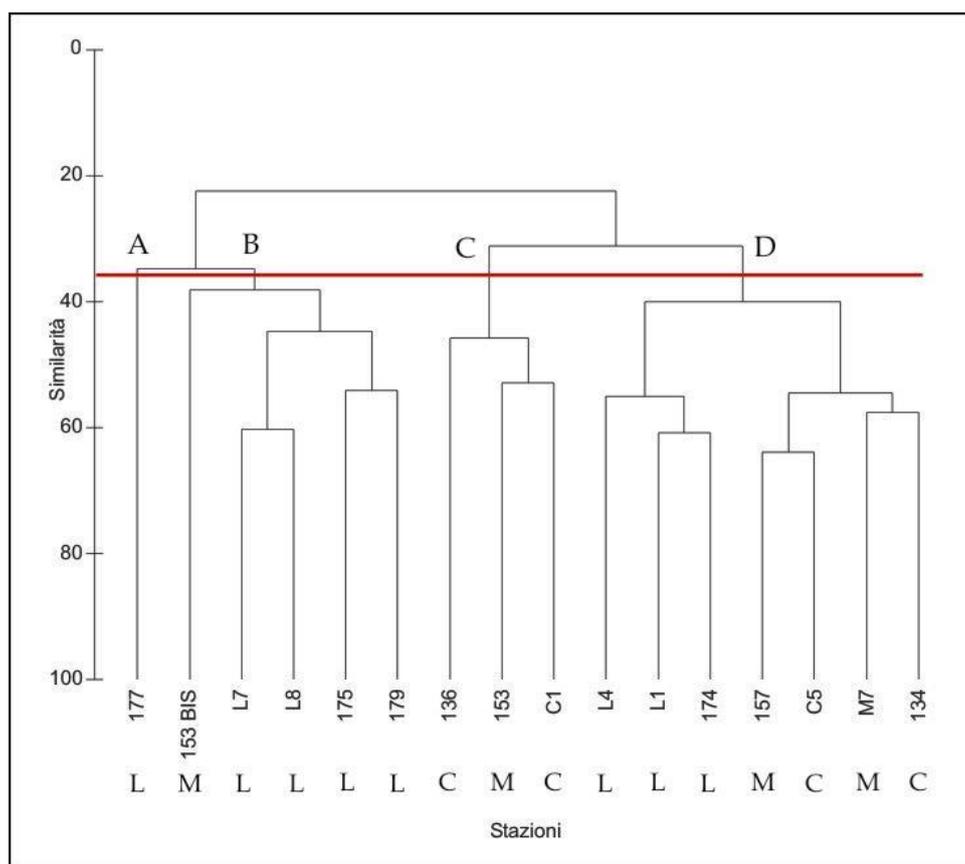


Fig. 3.7. Dendrogramma rappresentante i rapporti di similarità, calcolati con l'indice di Bray-Curtis applicato ai valori di abbondanza delle specie non coloniali rinvenute nelle 16 stazioni. L = bocca di porto di Lido; M = bocca di porto di Malamocco; C = bocca di porto di Chioggia.

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

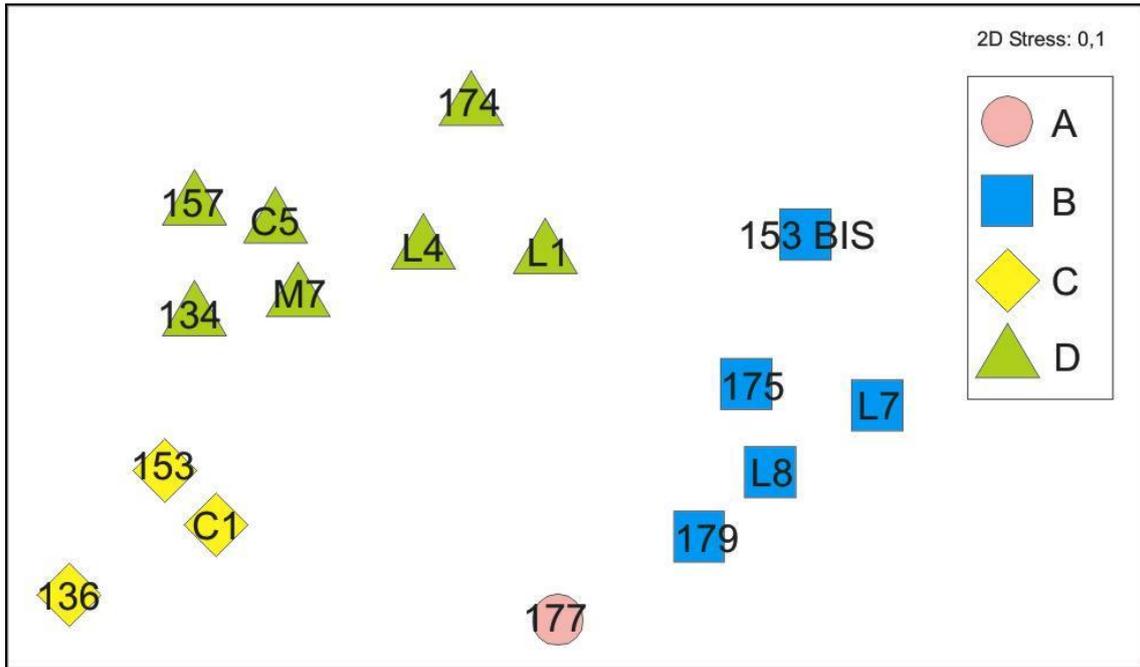


Fig. 3.8. Analisi MDS della similarità rilevata tra le 16 stazioni con i raggruppamenti individuati dalla cluster analysis alla similarità del 35%.

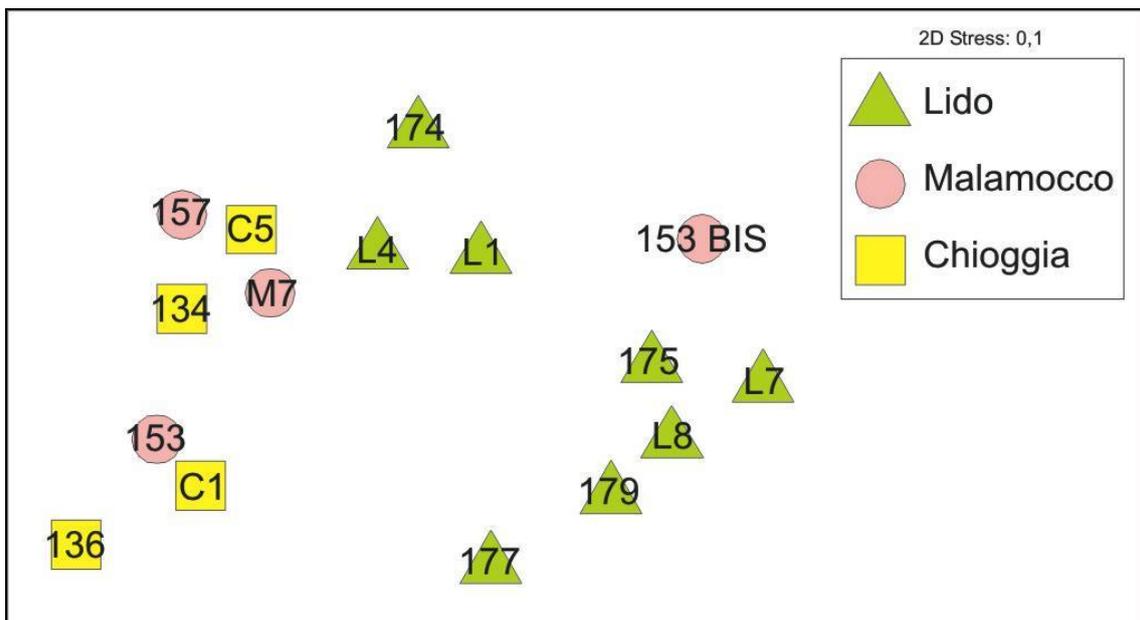


Fig. 3.9. Analisi MDS della similarità rilevata tra le 16 stazioni con i raggruppamenti individuati dalla cluster analysis alla similarità del 35% e divisi in base alla bocca di porto.

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

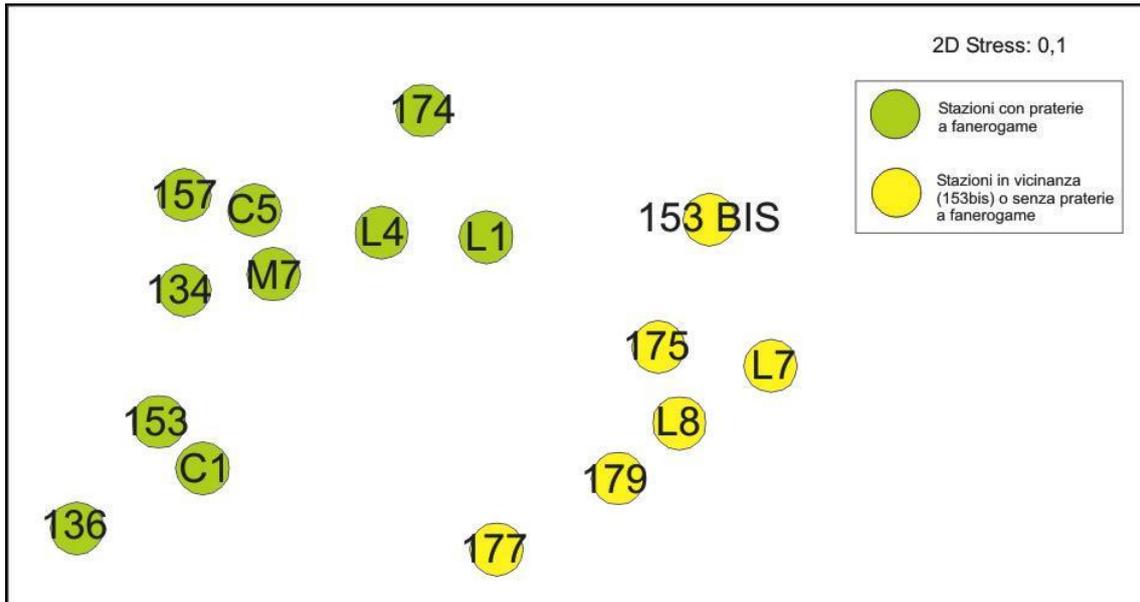


Fig. 3.10. Analisi MDS della similarità rilevata tra le 16 stazioni con i raggruppamenti individuati dalla cluster analysis alla similarità del 35% e divisi in base alla presenza o meno di praterie a fanerogame marine.

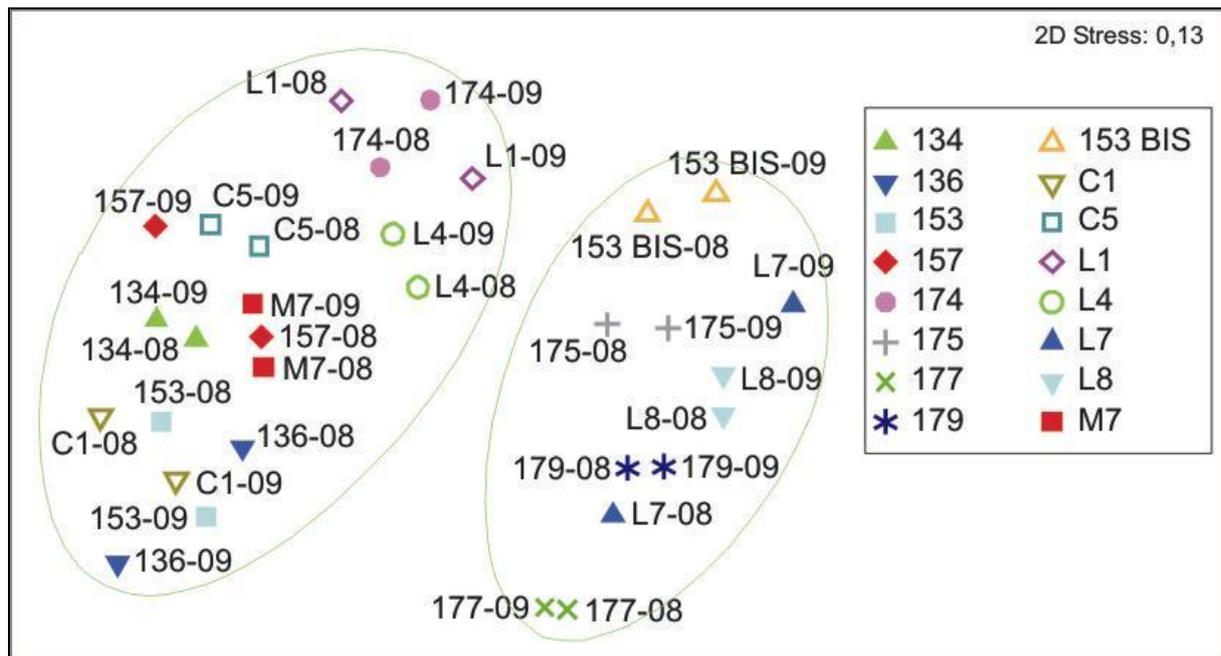


Fig. 3.11. Analisi MDS della similarità rilevata tra le 16 stazioni delle due campagne di giugno 2008 e 2009. Raggruppate, alla similarità del 35%, nel cerchio a sinistra, le stazioni localizzate su praterie a fanerogame e, nel cerchio a destra, le stazioni prive di vegetazione.

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

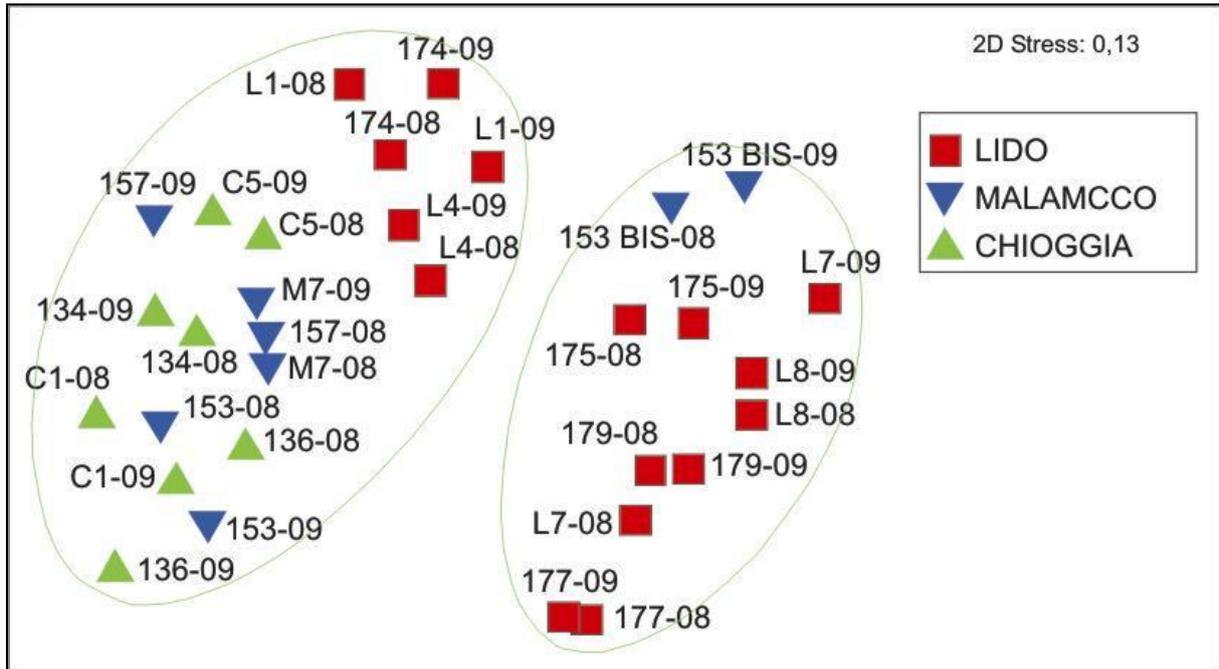


Fig. 3.12. Analisi MDS della similarità rilevata tra le 16 stazioni delle due campagne di giugno 2008 e 2009 e distinguibili anche in base alla bocca di porto. Raggruppate, alla similarità del 35%, nel cerchio a sinistra, le stazioni localizzate su praterie a fanerogame e, nel cerchio a destra, le stazioni prive di vegetazione.

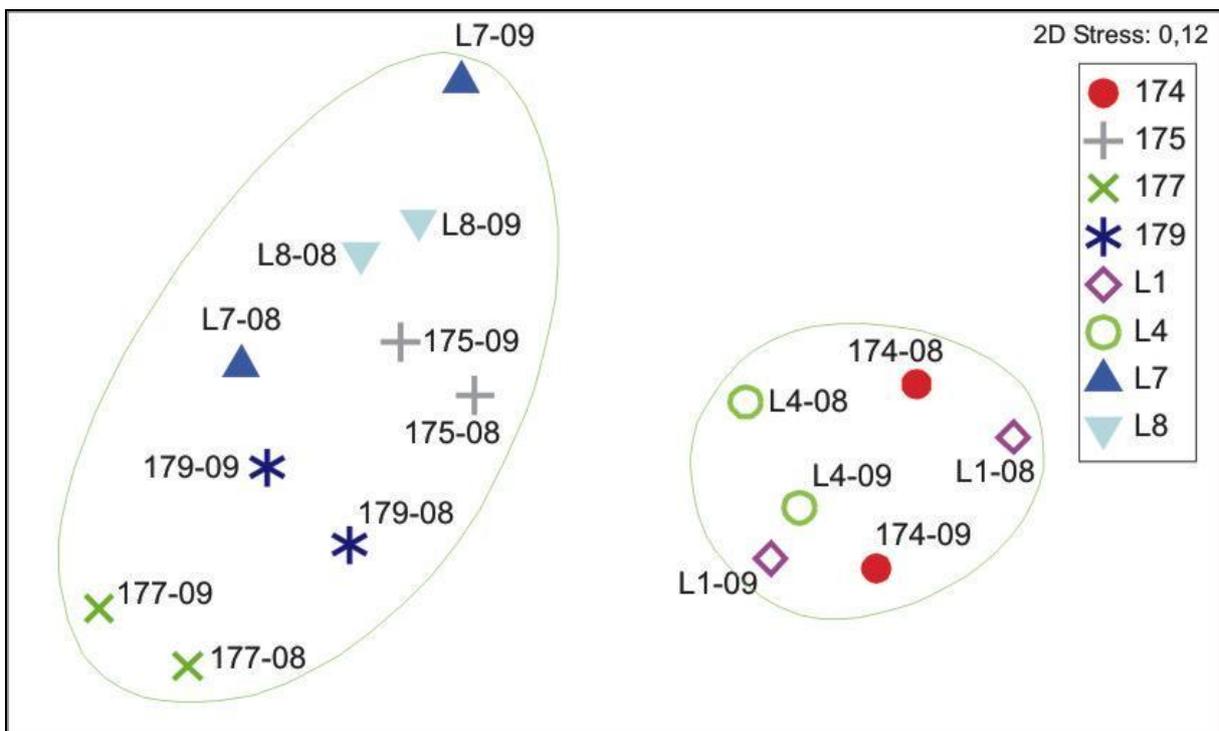


Fig. 3.13. Analisi MDS della similarità rilevata tra le 8 stazioni di Lido delle due campagne di giugno 2008 e 2009. Raggruppate, alla similarità del 35%, nel cerchio a destra, le stazioni localizzate su praterie a fanerogame e, nel cerchio a sinistra, le stazioni prive di vegetazione.

4 CONSIDERAZIONI FINALI

I risultati della prima campagna di monitoraggio, condotta a giugno 2009 sulla rete di 16 stazioni distribuite presso le Bocche di Porto di Lido, Malamocco e Chioggia, hanno confermato la presenza di comunità macrozoobentoniche generalmente ricche e diversificate.

Anche in corrispondenza di un basso numero di taxa e/o di individui, come per alcune stazioni della bocca di porto Lido, i valori degli indici evidenziano la presenza di una comunità comunque ben differenziata e non dominata, invece, in termini di abbondanza, da poche specie. In linea con quanto registrato nelle precedenti due campagne dello Studio B.6.85/II, inoltre, se i siti di campionamento presenti nelle bocche di porto di Chioggia e Malamocco presentano i valori medi più alti dei principali parametri strutturali rilevati (numero di taxa, numero di individui e biomassa) è alle stazioni di Lido che sono, invece, associati i valori medi più elevati degli indici di diversità.

L'applicazione di tecniche di analisi multivariata ha permesso di identificare similarità e differenze nella struttura delle comunità macrozoobentoniche delle tre bocche di porto; in particolare, sono stati identificati gruppi di siti di campionamento dove appare evidente che a determinare il maggior o minor grado di similarità tra i popolamenti siano la presenza di praterie a fanerogame marine, di substrati avegetati o di una minore/maggiore presenza di specie di alcuni gruppi sistematici, piuttosto che l'appartenenza alla singola bocca di porto.

Anche dal confronto tra le campagne di giugno 2009 e giugno 2008 è emersa l'importanza della struttura della comunità bentonica sulla quale incide fortemente la presenza/assenza del substrato vegetato, dal momento che le stazioni (16 del 2008 e 16 del 2009) si sono distribuite (Cluster e MDS) preferenzialmente in base a questo fattore, anziché all'anno di campionamento o all'appartenenza alla bocca di porto.

L'applicazione del test PERMANOVA, inoltre, ha permesso di verificare la presenza o meno di differenze statisticamente significative tra le stazioni del 2008 e quelle del 2009, sia a livello generale (16 stazioni), sia a livello di ogni singola bocca di porto; tali differenze sono emerse solo a livello generale e solo per i valori delle abbondanze (16 stazioni 2008 contro 16 stazioni 2009).

Infine, nel confronto tra le campagne di giugno 2008 e giugno 2009, l'utilizzo dell'analisi SIMPER rileva come le dissimilarità, che comunque esistono, sia a livello generale sia a livello di bocca di porto, siano riconducibili, nella maggioranza dei casi, a fluttuazioni nei valori di abbondanza e/o alla comparsa/scomparsa di talune specie, appartenenti soprattutto ai crostacei anfipodi (ad esempio *Microdeutopus* spp., *Erichthonius brasiliensis* e *Ampithoe helleri*).

5 BIBLIOGRAFIA

Anderson M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32-46.

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
Direttiva 2000/60/CE del parlamento europeo e del consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. a.u.c.E. 22/12/2000 L 327.

MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - SELC. 2004a. Studio B.6.78/I - Attività di monitoraggio alle bocche di porto controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Rilievo del macrozoobenthos in Laguna in corrispondenza delle aree di bocca. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - SELC. 2004b - Attività di monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia - Esecutivo del 2° stralcio triennale (2002-2005) Mela2 - Attività 3C.4.5 - Rapporto sugli esiti delle campagne di acquisizione dati macrozoobenthos e mezoobenthos. Rapporto 1° anno. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - SELC. 2004c - Attività di monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia - Esecutivo del 2° stralcio triennale (2002-2005) Mela2 - Attività 3C.4.5 - Rapporto sugli esiti delle campagne di acquisizione dati macrozoobenthos. Rapporto 2° anno. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - SELC. 2005 - Monitoraggio dell'Ecosistema Lagunare (MELa2) - 2° stralcio triennale (2002-2005). Linea C. Rilievo della distribuzione delle comunità bentoniche di substrato molle (macro e mezoobenthos e macrofitobenthos) in Laguna di Venezia - Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - CORILA. 2008a. Studio B.6.72 B/3. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche di porto. Area Ecosistemi di Pregio. Macroattività: Avifauna. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - CORILA. 2008b. Studio B.6.85/II - Proseguimento degli interventi di valorizzazione ambientale dei litorali veneziani ed innesco di processi insediativi alle bocche di Malamocco e Chioggia. Macroattività: Macrozoobenthos. Rapporto di Pianificazione Operativa. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

MAGISTRATO ALLE ACQUE - SELC. 2008. MELa4 (2007-2009) - OP/416. Monitoraggio di mantenimento delle conoscenze sullo stato delle acque e del macrobenthos. Rapporto Macrozoobenthos di fine attività di campo e laboratorio (campagna di rilievo 2007). Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

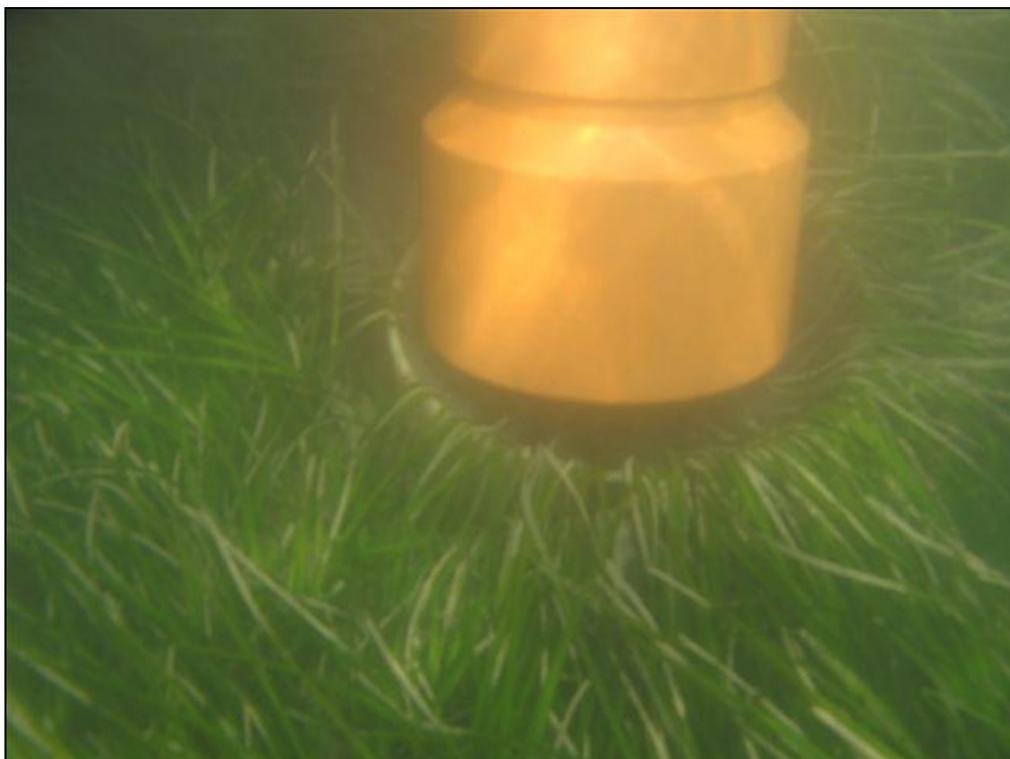
MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - CORILA - CNR-ISMAR, 2009. MELa4 (2007-2009) - OP/416. Monitoraggio di mantenimento delle conoscenze sullo stato delle acque e del macrobenthos. Relazione Finale - Attività C.8. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - CORILA 2009a. Studio B.6.85/II - Proseguimento degli interventi di valorizzazione ambientale dei litorali veneziani ed innesco di processi insediativi alle bocche di Malamocco e Chioggia. Macroattività: Macrozoobenthos. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

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

MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA - CORILA. 2009b. Studio B.6.72 B/4 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

ALLEGATO FOTOGRAFICO



Fasi del campionamento mediante sorbona.

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



Esemplare del Mollusco Bivalve *Pinna nobilis*.



Esemplari del Mollusco Bivalve *Loripes lacteus*.

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



Esemplare del Mollusco Gasteropode *Hexaplex trunculus*.



Esemplari del Crostaceo Decapode *Upogebia pusilla*.