



**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/3**

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

Contratto prot.n. 17128 si/gce/fbe

Documento **MACROATTIVITÀ: AFFIORAMENTI ROCCIOSI,
TEGNUE**

RAPPORTO FINALE

Versione **3.0**

Emissione **4 Luglio 2008**

Redazione

Dott. Daniele Curiel
(SELC)

Verifica

Dott. Luca Mizzan

Verifica

Prof.ssa Patrizia Torricelli

Approvazione

Ing. Pierpaolo
Campostrini

Indice

1 INTRODUZIONE.....	4
1.1 Introduzione storica	4
1.2 Lo Studio B.6.78-I/II.....	5
1.3 Gli studi B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3	7
1.4 Obiettivi degli studi B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3	8
1.5 Principali evidenze del primo e secondo monitoraggio: Studi B.6.72 B/1 e B/2	9
2 AREE DI STUDIO E METODOLOGIA.....	11
2.1 Scelta degli affioramenti rocciosi.....	11
2.2 Metodologia per la conduzione dei campionamenti.....	18
2.3 Metodologie di laboratorio.....	21
2.3.1 <i>Macrozoobenthos</i>	21
2.3.2 <i>Macrophytobenthos</i>	22
3 RISULTATI.....	25
3.1 Macrozoobenthos	25
3.1.1 <i>Consistenza e composizione zoobentonica</i>	25
3.1.2 <i>Tecniche distribuzionali</i>	33
3.1.3 <i>Analisi multivariata</i>	44
3.2 Macrophytobenthos	48
3.2.1 <i>Consistenza e composizione floristica</i>	48
3.2.2 <i>Analisi statistica e indici di diversità</i>	59
4 CONFRONTI E VALUTAZIONI CON GLI STUDI PRECEDENTI.....	66
4.1 Premessa	66
4.2 Le comunità zoobentoniche degli studi B.6.72 (B/1, B/2 e B/3) e B.6.78.....	66
4.3 Le comunità fitobentoniche degli studi B.6.72 (B/1, B/2 e B/3) e B.6.78.....	86
4.4 Confronto statistico	91
5 CONSIDERAZIONI FINALI	95
6 BIBLIOGRAFIA.....	100

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

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

dott. Daniele Curiel

dott.ssa Chiara Miotti

dott. Giuseppe Pessa

Per le determinazioni sistematiche di laboratorio:

dott.ssa Silvia Gentilin

dott.ssa Chiara Dri

dott.ssa Chiara Miotti

dott. Emiliano Checchin

1 INTRODUZIONE

1.1 Introduzione storica

I fondali delle coste occidentali alto adriatiche e venete sono costituiti essenzialmente da distese sabbioso-fangose, interrotte localmente dalla presenza di "isole" di substrati solidi che creano, sia pure localmente, zone ricche di microambienti e gradienti ecologici che favoriscono un aumento della diversità specifica nei popolamenti.

Questi substrati solidi, denominati lungo le coste venete "*Tegnùe*", sono affioramenti rocciosi naturali che si distribuiscono in modo discontinuo nell'area occidentale del Golfo di Venezia, in batimetriche comprese fra gli 8 e i 40 m. Le dimensioni possono essere molto diverse, da pochi metri quadri nelle minori alle diverse migliaia di metri quadri nelle maggiori, con elevazioni dal fondale che variano dai pochi decimetri nelle formazioni basse e tavolati, spesso definite "lastrure" ad alcuni metri in quelle più alte, spesso localizzate a maggiore profondità.

Nonostante sia stata segnalata in via ufficiale per la prima volta da A. Stefanon nel 1966, in realtà l'esistenza di questi affioramenti rocciosi era già nota più di due secoli fa [Olivi, 1792]. La credenza popolare, inoltre, li faceva risalire ai resti di antiche città sprofondate [Dorigo, 1983] e i pescatori li evitavano perché troppo spesso le loro reti vi si impigliavano ed andavano perse (da qui il nome "tegnue", traslazione dialettale di tenere - trattenere).

Le "tegnue" sono riconducibili essenzialmente a tre tipologie [Stefanon, 2001]:

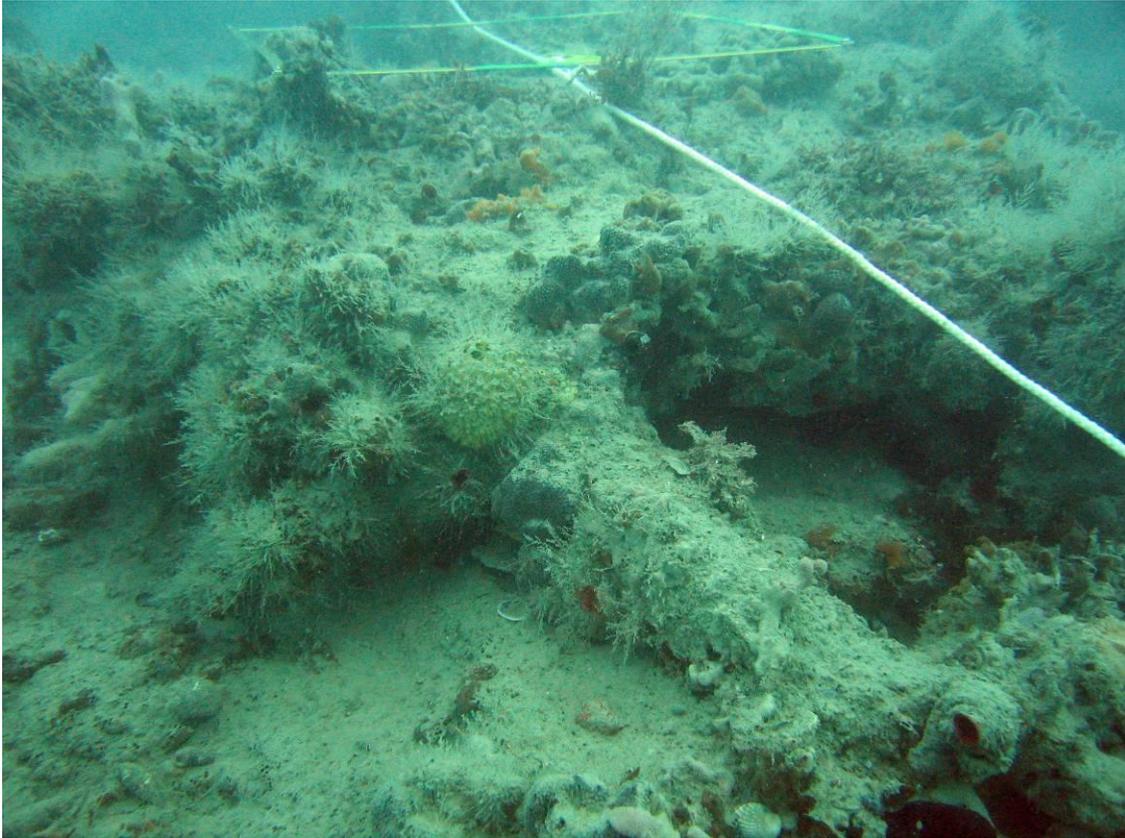
1. **rocce sedimentarie clastiche** formate per cementazione carbonatica di sedimenti (sabbie) o detrito organogeno (essenzialmente tanatocenosi a molluschi);
2. **rocce sedimentarie di deposito chimico**, formatesi probabilmente in seguito all'emersione di gas metano dal fondo e dalla reazione di questo con l'acqua marina, con l'innescò di un processo che può determinare la precipitazione di carbonati con cementazione dei sedimenti;
3. **rocce organogene**, strutture prodotte dall'azione di organismi costruttori, vegetali e animali, il cui scheletro calcareo stratificandosi può formare strutture di discreto spessore.

Su tali substrati si possono insediare organismi sessili che richiedono per l'adesione una superficie solida, assente nelle zone circostanti. La localizzazione di tali formazioni in acque naturalmente eutrofiche non eccessivamente profonde favorisce l'aumento della biomassa e del numero di specie grazie al supporto e la protezione offerte dal substrato solido, unite alla presenza di un gradiente verticale offerto dall'elevazione delle strutture dal fondale e l'enorme disponibilità alimentare sotto forma di materiale organico in sospensione o già sedimentato. Si realizzano così "oasi" di estrema ricchezza biologica, con un incremento del numero delle specie presenti, ma anche con una notevole biomassa per unità di superficie.

Negli ultimi trent'anni, a partire dalla loro segnalazione nel 1966, sono stati condotti diversi studi sulle "tegnue" sotto il profilo biologico [Boldrin 1979; Mizzan 1992, 1994, 1995, 1999; Cesari e Mizzan, 1994; Gabriele *et al.*, 1999; Ponti, 2001, Soresi *et al.*, 2004; ARPAV, 2006] che hanno permesso di evidenziare la grande ricchezza che queste strutture possono ospitare e riconducibile essenzialmente a Poriferi, Celenterati (soprattutto Idrozoi e Anemoni), Anellidi (tra cui spiccano per numerosità i policheti Serpuloidei), Echinodermi, Molluschi e Tunicati.

A differenza del macrozoobenthos, le informazioni sulle comunità macrofitobentoniche delle "tegnue" sino a qualche anno fa erano scarse e poco dettagliate perché valutate in modo spesso sommario, limitandosi a citare solamente le specie più evidenti [Gabriele *et al.*, 1999; Casellato *et al.*, 2005; Ponti, 2001]. Il solo lavoro che riportava le specie presenti in questi affioramenti rocciosi si riferiva ai tratti di mare antistanti la Laguna di Grado e Marano [Curiel *et al.*, 2001]. Un recente lavoro eseguito da ARPAV [2006] negli anni 2005-2006 ha permesso di colmare questa lacuna

anche per le tegnue del tratto di mare del litorale veneto, evidenziando una significativa ricchezza fitobentonica.



Affioramento roccioso (MA1 001) durante la fase di preparazione del campo di lavoro

1.2 Lo Studio B.6.78-I/II

Lo Studio B.6.78 (1^a e 2^a fase) [Magistrato alle Acque, 2003, 2004, 2005a; 2006] ha previsto la caratterizzazione, sulla base di misure sperimentali, degli ecosistemi di pregio esistenti, sia in mare sia in Laguna, nelle aree interessate direttamente o indirettamente dalla realizzazione delle previste opere alle bocche. Si è trattato di un programma di monitoraggio condotto nella primavera che ha rappresentato la prima fase di una più ampia indagine che dovrà coprire l'intero periodo di realizzazione delle opere e che ha avuto quindi lo scopo di acquisire i valori dello stato di qualità *ante operam*, punto di riferimento per la valutazione dei relativi impatti e per la loro mitigazione, se necessaria.

L'intera serie di attività ha compreso tra le altre un'indagine di caratterizzazione degli affioramenti rocciosi situati lungo la fascia costiera (tegnue).

Per questa attività, le aree interessate dalla dispersione dei sedimenti potenzialmente generati dalle attività dei cantieri alle bocche sono state identificate mediante elaborazioni con modello idrodinamico-dispersivo (considerando l'involuppo di tutte le possibili condizioni di vento e diverse granulometrie del materiale rilasciato, in modo da definire scenari cautelativi per le aree di pregio). Sono stati così individuati gli affioramenti potenzialmente impattati dalle attività di cantiere e quelli da considerare invece di controllo perché ritenuti esterni al possibile areale di impatto. Le attività di individuazione e caratterizzazione degli affioramenti rocciosi in tali aree, distribuite su una superficie complessiva di 55 km², pur essendo formalmente suddivise nelle due fasi dello studio in oggetto (B.6.78/I e B.6.78/II) sono state condotte in maniera unitaria al fine di

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

fornire una omogenea valutazione complessiva, che potesse essere di riferimento per il monitoraggio degli eventuali impatti dei cantieri alle bocche (Fig.1.1).

Nello schema sottostante sono riportate le aree rilevate nelle due fasi dello studio *ante operam*:

	Aree investigate
Studio B.6.78/I	A1, A2, A3, A4, A5, A6, LA1, LA1bis, MA1, MB4bis, CC1, AC2, DFL, DFM, DFC
Studio B.6.78/II	LC2, MA2, MB4, MC3

Lo studio ha previsto inizialmente una fase di rilievo della morfologia dei fondali lungo la fascia costiera (con rilievi acustici a tappeto mediante *side scan sonar*) con lo scopo di evidenziare la presenza degli affioramenti rocciosi (tegnue) nelle aree interessate direttamente ed indirettamente dalla realizzazione delle opere, vista la loro importanza dal punto di vista ambientale.

Individuati gli affioramenti di maggior interesse, una seconda fase di rilievo più dettagliata ha permesso di selezionare i siti e la precisa localizzazione di transetti in cui eseguire il campionamento di macrofitozoobenthos per la caratterizzazione delle comunità biologiche.

Complessivamente sono stati individuati 21 affioramenti rocciosi (vedi figura 2.1):

- 6 di controllo e 8 in prossimità delle bocche di porto nello studio B.6.78/I;
- 7 in prossimità delle bocche di porto nello studio B.6.78/II.

Lo Studio B.6.78, sia perché condotto su un esteso numero di affioramenti rocciosi, sia perché realizzato in un periodo di *ante operam*, sarà il riferimento per comprendere nel tempo quanto e se le comunità bentoniche differiscano rispetto ad una condizione di riferimento riconducibile ad una fase in cui le attività di cantiere non avevano avuto ancor modo generare modifiche.

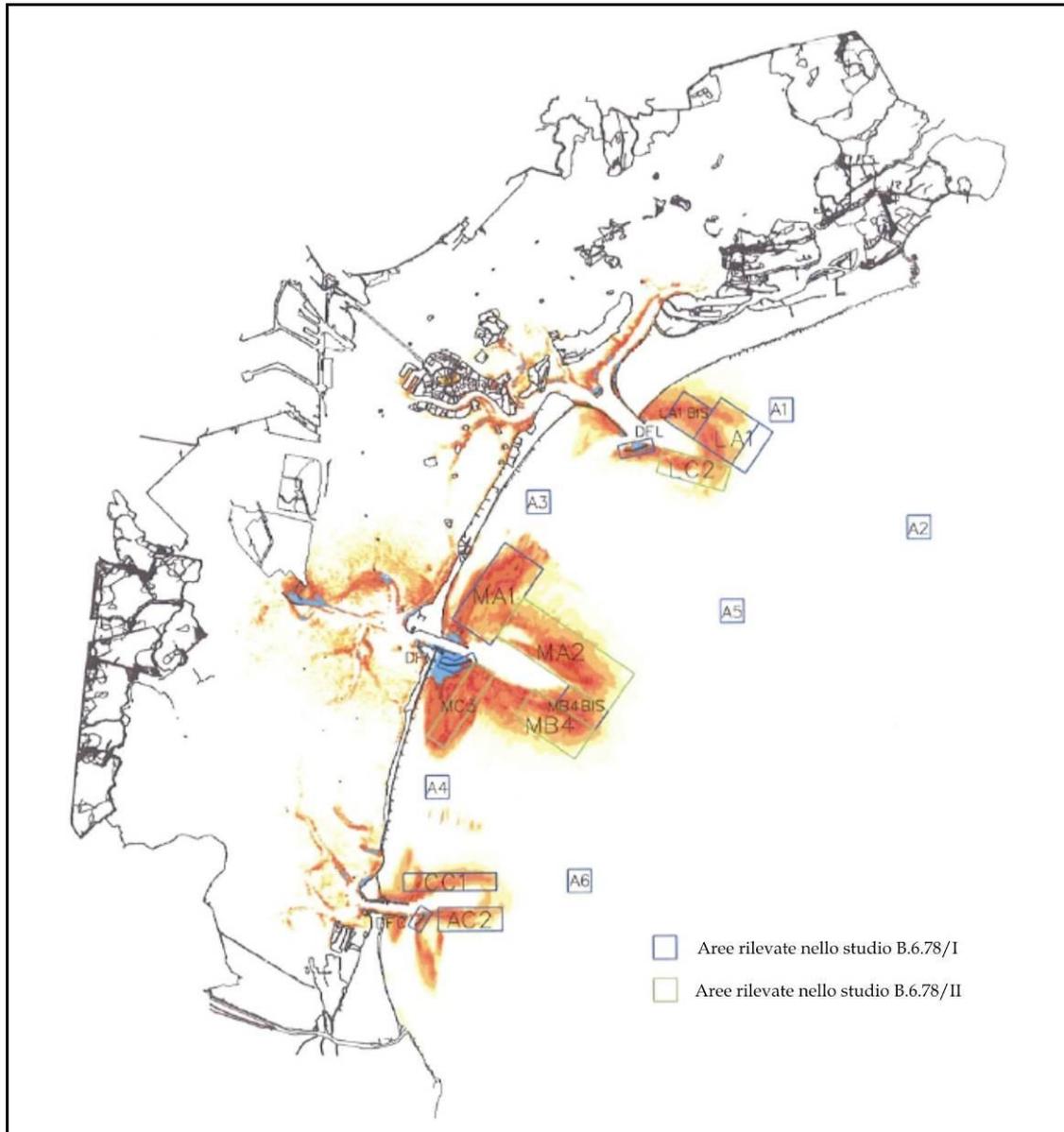


Fig. 1.1 Modello idrodinamico dispersivo con le aree interessate dai rilievi dello Studio B.6.78 I/II.

1.3 Gli studi B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3

Gli studi B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3, sino ad ora eseguiti per le attività di campionamento nei mesi invernali, hanno avuto lo scopo di monitorare i possibili effetti, segnalati dallo Studio di Impatto Ambientale (SIA), da parte dei cantieri durante la realizzazione delle opere mobili. Il SIA ha individuato proprio in questa fase operativa, stimata nella durata di 8 anni, il periodo in cui potrebbero avvenire le principali modifiche alle componenti ambientali riconducibili a impatti diretti o indiretti.

Per parametri “diretti” si intendono quei parametri per i quali esiste una relazione chiara di causa-effetto tra disturbo generato dalle attività di cantiere e impatto prodotto. Per parametri “indiretti” si intendono invece quelli, che, seppur di notevole interesse ambientale, si prestano a indirette relazioni causa-effetto perché possono manifestare situazioni di stress in tempi successivi alle attività di cantiere o per cause diverse dai cantieri.

Gli affioramenti rocciosi presenti nel mare antistante la costa veneziana, localizzati in acque non eccessivamente profonde, per il fatto di essere colonizzati da una fauna e una flora diversificate, sono considerati Ecosistemi di pregio e quindi inseriti nel piano di monitoraggio di questi studi. Per il loro pregio ecologico e per la loro peculiarità, le comunità che colonizzano questi affioramenti rocciosi sono state inserite, assieme alla praterie a fanerogame marine, tra i parametri indiretti da monitorare negli anni in cui sarà in corso la realizzazione delle opere alle bocche.

I motivi del monitoraggio derivano dal fatto che l'aumento della torbidità dell'acqua e l'eventuale sedimentazione possono incidere sugli organismi bentonici, riducendo la luce nel caso delle macroalghe o, per quanto riguarda lo zoobenthos, ricoprendolo e ostacolandone la filtrazione, la crescita, il reclutamento e il normale svolgimento dei processi metabolici. Gli effetti di questi fenomeni sono stati studiati soprattutto nelle acque costiere superficiali, evidenziando una riduzione della biodiversità e una dominanza di specie opportunistiche [Airoldi e Cinelli, 1987; Irving e Connell, 2002a,b]. Gli studi sulle comunità algali hanno evidenziato come, in presenza di sedimentazione, si verifichi un cambiamento nella struttura delle comunità, con l'aumento di specie a "feltro" (turf) e opportunistiche e una riduzione delle specie a tallo eretto [Ballata *et al.*, 2004]. Minori sono, invece, i lavori che valutano la correlazione tra la sedimentazione e la componente animale.

1.4 Obiettivi degli studi B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3

Gli studi hanno preso in esame solamente una parte degli affioramenti presenti nei fondali limitrofi alle due bocche di porto, scelti in base alle conoscenze scientifiche e morfologiche disponibili e alle elaborazioni modellistiche che hanno permesso di individuare quelle potenzialmente impattate dalle attività di cantiere.

Lo Studio di riferimento B.6.78, eseguito nella primavera del 2005, ha preso invece in esame un numero superiore di affioramenti rocciosi in un periodo definito *ante operam* (Studio B.6.78 [Magistrato alle Acque, 2006]), cioè antecedente o in parte concomitante all'avvio dei cantieri, quando i possibili o presunti impatti non erano ancora effettivi. Questo studio ha permesso di definire la gamma di variazione dei principali indicatori biologici (es. biodiversità, abbondanza, biomasse, ecc.), sia della comunità zoobentonica sia fitobentonica, a cui riferirsi per la comparazione che, di volta in volta, sarà condotta tra stato *ante operam* e stato di cantiere. Da sottolineare che lo studio B.6.78 è stato eseguito durante la primavera 2005. Le campagne di monitoraggio del primo e secondo anno sono state invece eseguite in periodo invernale. Dato che la stagione di campionamento è importante perché può condizionare la presenza e l'abbondanza delle specie fito-zoobentoniche tale aspetto verrà attentamente valutato nell'analisi dei risultati.

Il monitoraggio biologico è volto a definire tutti gli elementi della comunità bentonica degli affioramenti rocciosi, in modo da poter individuare eventuali variazioni e situazioni di disturbo nelle comunità e, qualora presenti, verificare se tali variazioni siano riconducibili alle attività di cantiere piuttosto che ad altre cause o a forzanti naturali o antropiche.

Le comunità fito-zoobentoniche rappresentano validi indicatori di qualità per lo studio degli ambienti marini e, soprattutto se considerate nel loro insieme più che nelle singole specie che le compongono, risultano dei buoni indicatori per valutazioni di carattere qualitativo. Gli organismi bentonici, risentono dell'intensità e della durata delle interazioni dei fattori chimico-fisici e trofici in conseguenza dello stretto e continuo rapporto con l'ambiente. Le caratteristiche fisiche e chimiche delle acque e dei sedimenti in cui questi popolamenti vivono, inducono modificazioni quantitative e qualitative, che si riflettono sulla struttura stessa della comunità. Un'analisi degli indicatori strutturali e funzionali di queste comunità permetterà di fare delle valutazioni sul loro stato di equilibrio.

Il confronto con i dati del campionamento dello Studio B.6.78 o di quelli di altri lavori inerenti gli affioramenti rocciosi, dovrebbe permetterci di evidenziare delle tendenze in atto qualora le attività di cantiere determinassero un impatto. Queste tendenze dovranno però essere valutate in modo equilibrato, poiché le comunità biologiche fanno parte dei cosiddetti “*parametri indiretti*”, per i quali non esiste una chiara relazione causa-effetto. Qualora siano evidenti delle variazioni sulla composizione e sulla struttura di queste comunità, si dovrà procedere ad un esame dei possibili stress in atto e dei parametri diretti di cui sia sufficientemente nota la relazione causa-effetto.

La difficoltà nell’analizzare questi aspetti e trarre conclusioni certe derivano anche dal fatto che, a fronte di un esteso e ampio dibattito sull’importanza di tutela biologica di questi affioramenti, sono scarse le conoscenze sulla variabilità spaziale e interannuale delle comunità bentoniche di teggna. Se da un lato si ritiene che le comunità bentoniche profonde siano più stabili e manifestino una minore variabilità temporale rispetto a quelle più superficiali, per la maggiore stabilità dei fattori ambientali in profondità [Pérès e Picard, 1964], dall’altra, però, recenti lavori hanno anche evidenziato come la struttura e la composizione delle comunità coralligene presentino una significativa variabilità legata alle stagioni e ad altri fattori temporali [Abbiati *et al.*, 1996]. Queste considerazioni assumono una maggiore importanza soprattutto se si considerano le limitate profondità in cui sono collocate le teggne oggetto dello studio (massimo 10-13 m) e le caratteristiche delle acque del nord Adriatico in cui, rispetto agli altri mari, sono più marcate le variazioni chimico-fisiche e trofiche della colonna d’acqua tra le stagioni. Si ricorda, infatti, che il nord Adriatico presenta affinità sub-Atlantiche, piuttosto che mediterranee, che favoriscono l’insediamento di specie caratteristiche di acque fresche [Sacchi *et al.*, 1989, Giaccone 1971]. Inoltre, è stato più volte evidenziato come la morfologia dei siti e gli andamenti meteo-climatici incidano in modo determinante sulla variabilità interannuale delle comunità sia fito, sia zoobentoniche [Magistrato alle Acque, 2005b, 2005c].

1.5 Principali evidenze del primo e secondo monitoraggio: Studi B.6.72 B/1 e B/2

I campionamenti eseguiti nel primo e secondo anno di monitoraggio (inverno 2005 e inverno 2006) [Magistrato alle Acque, 2006b; Magistrato alle Acque, 2007] hanno sostanzialmente confermato come la comunità bentonica degli affioramenti rocciosi sia fortemente sbilanciata a favore della componente zoobentonica (192-159 taxa), maggiormente rappresentata rispetto a quella macroalgale (30-36 taxa). Come documentato in altri lavori che hanno investigato questi ambienti [Studio B.6.78; ARPAV], infatti, la componente macroalgale della fascia costiera antistante il litorale veneto risulta fortemente limitata nel suo sviluppo dalla ridotta trasparenza delle acque (3-4 m, dati ARPAV) dovuta alla notevole presenza di particolato sospeso; quest’ultimo da un lato limita la penetrazione della radiazione luminosa che serve alle alghe per svolgere i processi fotosintetici, dall’altro ne ostacola o ne inibisce lo sviluppo andando a depositarsi sui talli.

Si deve poi aggiungere che gli affioramenti selezionati per questo monitoraggio sono molto vicini alla linea di costa e alle bocche di porto e risultano morfologicamente di scarsa elevazione e di dimensioni complessive ridotte (lastre o un insieme di massi). Queste caratteristiche, unitamente agli eventi meteo-marini che possono indurre la risospensione dei sedimenti più fini, sono di ostacolo allo sviluppo delle macroalghe o favoriscono lo sviluppo solo di quelle sciafile. In ambedue i monitoraggi è stata, infatti, osservata una chiara prevalenza della componente macroalgale sciafila (alghe che vivono in condizioni di scarsa luminosità) rispetto a quella fotofila (alghe che prediligono siti illuminati), ma è bene ricordare come il tutto sia inserito in un quadro generale in cui, comunque, le abbondanze in termini di spazio colonizzato sui substrati è molto limitato.

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

La comunità zoobentonica in ambedue i precedenti monitoraggi è risultata ben strutturata e composta da associazioni di specie **coloniali**, specie **erranti o vagili** e sessili **non coloniali**. All'interno di queste comunità si è osservato come vi sia competizione per lo spazio a disposizione; quindi alla presenza di un alto numero di taxa incrostanti coloniali, con elevati valori di copertura, corrisponde una presenza minore di specie non coloniali.

Gli affioramenti localizzati più in vicinanza delle bocche (DFL-003 e MA1-001) hanno presentato i valori minori di copertura dello zoobenthos, proprio come quelli posti a minor profondità (MA1-005), che risentono maggiormente del disturbo dovuto alla sedimentazione e alla torbidità di origine meteo-marina.

Nel monitoraggio del secondo anno (B/2), rispetto al primo (B/1), è stata osservata una differenza nella struttura della comunità fito-zoobentonica che non è, però, ascrivibile o collegabile in modo oggettivo alle attività di cantiere alle bocche di porto, in quanto non vi sono indicazioni univoche. Sono risultate in aumento, infatti, alcune specie coloniali filtratrici in termini di numero, biomassa e copertura (spazio occupato sui substrati); contemporaneamente è stato anche rilevato un incremento di specie indicatrici della presenza di sedimentazione.

Per la componente macroalgale, in ambedue i monitoraggi gli indicatori strutturali hanno evidenziato livelli inferiori sia di biodiversità, sia di abbondanza, rispetto al corrispondente Studio di riferimento. Le analisi a livello complessivo dei sei affioramenti, però, non evidenziano differenze statisticamente significative nelle comunità macroalgali rispetto allo studio *ante operam*.

Solo analizzando separatamente gli affioramenti delle due macroaree, Lido e Malamocco, sono state osservate differenze statisticamente moderate, in particolare per gli affioramenti della bocca di porto di Malamocco. Per gli affioramenti della bocca di porto di Lido, se da un lato negli anni non si notano sostanziali differenze rispetto allo studio di riferimento, dall'altro si deve tener conto del fatto che la comunità algale appare molto semplificata, sia per numero di specie, sia per abbondanza. Su quest'ultima componente, può solo in parte aver influito il fatto che nello studio *ante operam* i campionamenti sono stati eseguiti in aprile mentre, nei monitoraggi successivi, tra dicembre e gennaio.

Ambedue le componenti bentoniche indicano in modo concorde che gli affioramenti ritenuti di "controllo", che non dovrebbero essere soggetti ad impatti da parte delle opere in corso di realizzazione alle bocche, mostrano un trend simile a quello degli altri affioramenti della medesima macroarea. Le variazioni osservate sembrano quindi interessare complessivamente tutti gli affioramenti della macroarea e non le singole tegnie.

Proprio in relazione a quest'ultimo aspetto, sia nel primo, sia nel secondo anno di monitoraggio di controllo, è sembrato ragionevole non attribuire alle attività in corso alle bocche la causa di impatti diretti sulle comunità bentoniche. Quando sono state osservate variazioni nelle comunità, queste hanno infatti riguardato sia gli affioramenti prossimi alle bocche, sia gli affioramenti che svolgono la funzione di controllo e quindi non soggette a possibili impatti.

2 AREE DI STUDIO E METODOLOGIA

2.1 Scelta degli affioramenti rocciosi

Nel terzo anno di monitoraggio (campagna invernale eseguita nel dicembre 2007) sono state riconfermati i medesimi affioramenti rocciosi campionati nello Studio B.6.72 B/1 e B/2.

La scelta delle bocche di porto in cui individuare degli affioramenti rocciosi idonei a svolgere anche nel tempo una funzione di monitoraggio è riconducibile a decisioni prese nelle fasi preliminari ai primi interventi di monitoraggio eseguiti negli anni precedenti e già indicate nel Rapporto di Pianificazione Operativa (“Identificazione dei siti di campionamento biologico aree di Monitoraggio”, Studio B.6.72 B/1). I criteri di scelta hanno preso in considerazione aspetti quali le dimensioni degli affioramenti, i rilievi batimetrici, le immagini acustiche *side scan sonar*, i rilievi video tramite veicolo subacqueo a guida remota, immagini fotografiche ed elaborazioni modellistiche sul rilascio dei sedimenti, portando alla decisione che i monitoraggi avrebbero interessato i tratti di mare prospicienti la bocca di Lido e la bocca di Malamocco sulla base di queste considerazioni:

- la **bocca di Lido**, pur non avendo affioramenti rocciosi di particolare rilevanza per estensione ed elevazione dal fondale, si caratterizza per un avanzato stato delle attività di cantiere, estensione ed entità delle movimentazioni dei sedimenti;
- la **bocca di Malamocco** vede sino ad ora una significativa attività di cantiere (lavori al molo sud, realizzazione della lunata, ecc.) e si segnala soprattutto per una estesa rete di affioramenti rocciosi significativi per dimensione e numero.

La scelta precisa degli affioramenti su cui eseguire i rilievi nelle due bocche di porto prescelte è stata fatta in sede di pianificazione operativa sulla base di uno specifico rapporto “Identificazione dei siti di campionamento biologico aree di Monitoraggio” relativo allo Studio B.6.78 (Fig. 2.1) che ha preso in esame una numerosa gamma di affioramenti rocciosi situati tra le bocche di porto di Lido e di Chioggia [Magistrato alle Acque, 2005d]. Le indagini condotte in questo Studio B.6.78 I/II, che ha esaminato oltre 20 affioramenti in diversi ambiti scientifici [Magistrato alle Acque, 2006], ha permesso di individuare le aree in cui eseguire i campionamenti delle comunità biologiche di substrato solido [Magistrato alle Acque, 2005d, 2005e].

In ognuna delle due bocche di porto sono stati selezionati 2 affioramenti rocciosi potenzialmente esposti agli impatti delle opere di cantiere e 1 di controllo, collocato in aree potenzialmente non influenzate dalle opere di cantiere sulla base del modello di dispersione dei sedimenti appositamente elaborato (Fig. 1.1). Complessivamente nel monitoraggio sono stati selezionati **4 affioramenti rocciosi potenzialmente impattati** e di **2 affioramenti con la funzione di controllo**. Nelle figure 2.2 e 2.3 è riportata la collocazione geografica degli affioramenti rocciosi selezionati per il campionamento per ognuna delle due bocche di porto sulla base del rapporto di identificazione dei siti di campionamento [Magistrato alle Acque, 2005d].

Nelle tabelle 2.1 e 2.2 sono riportate le coordinate Gauss-Boaga dei transetti di campionamento. In base alle dimensioni e alla morfologia degli affioramenti, per alcune aree era disponibile più di un transetto di campionamento. Gli operatori in immersione, dopo una prima valutazione dell'affioramento, hanno effettuato la scelta del transetto. Nella figure 2.4 e 2.5 è riportato il posizionamento dei transetti con specificato, nel caso vi fosse un'alternativa, quello effettivamente utilizzato dagli operatori in immersione.

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

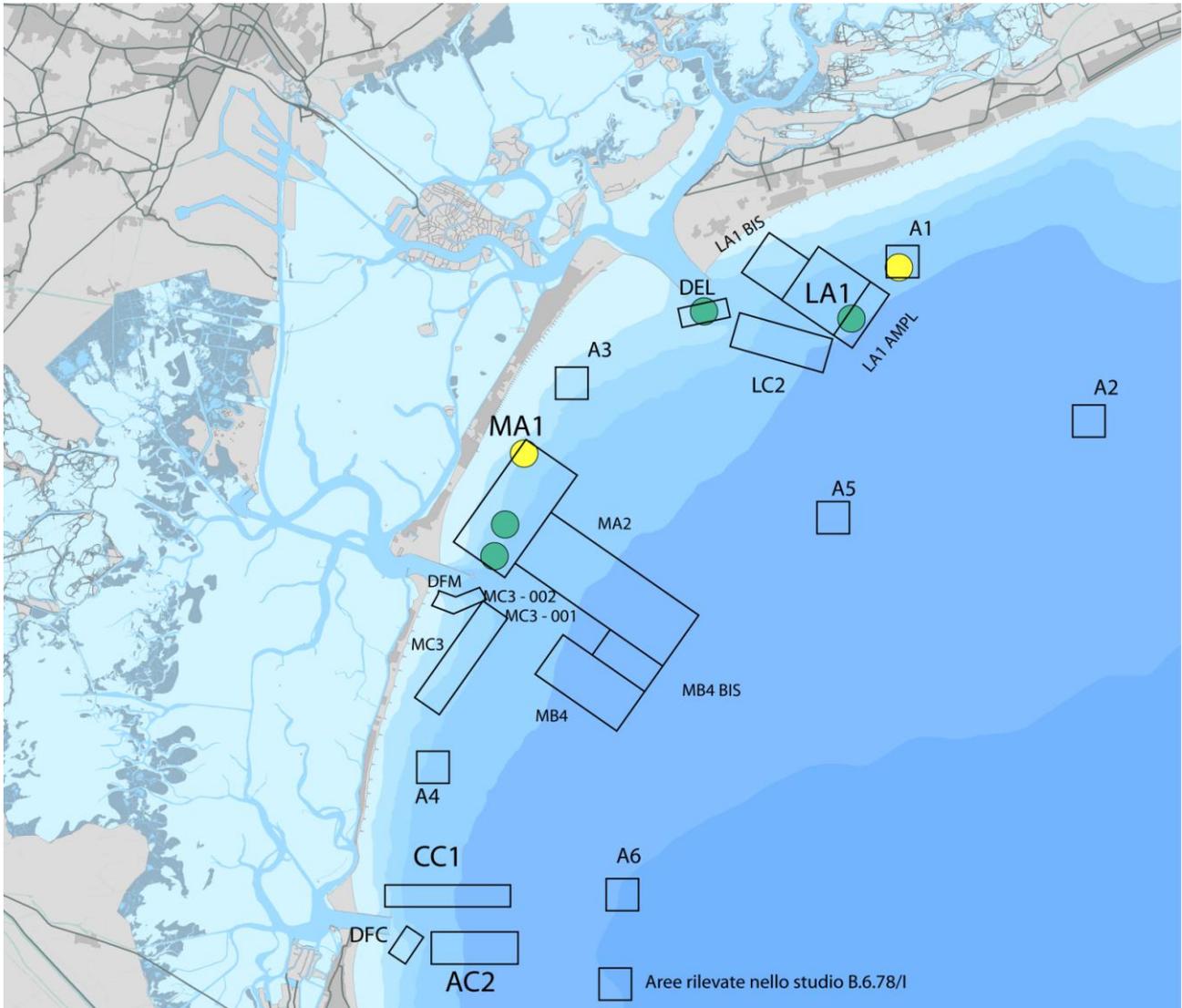


Fig. 2.1 Localizzazione delle aree dove sono collocati i 6 affioramenti rocciosi. In verde gli affioramenti potenzialmente impattati e in giallo quelli di controllo. Nella figura sono riportate tutte le aree indagate negli studi B.6.78

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

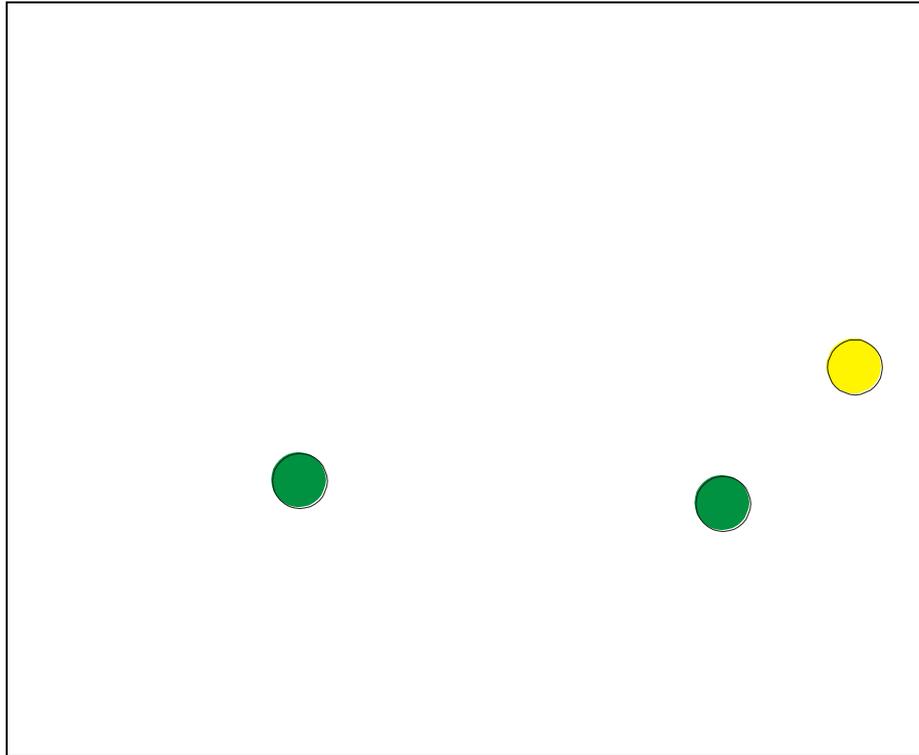


Fig. 2.2 Localizzazione dei tre affioramenti di campionamento della bocca di porto di Lido. In verde gli affioramenti potenzialmente impattati e in giallo quelli di controllo. La nomenclatura degli affioramenti fa riferimento a quella riportata nello Studio B.6.78.

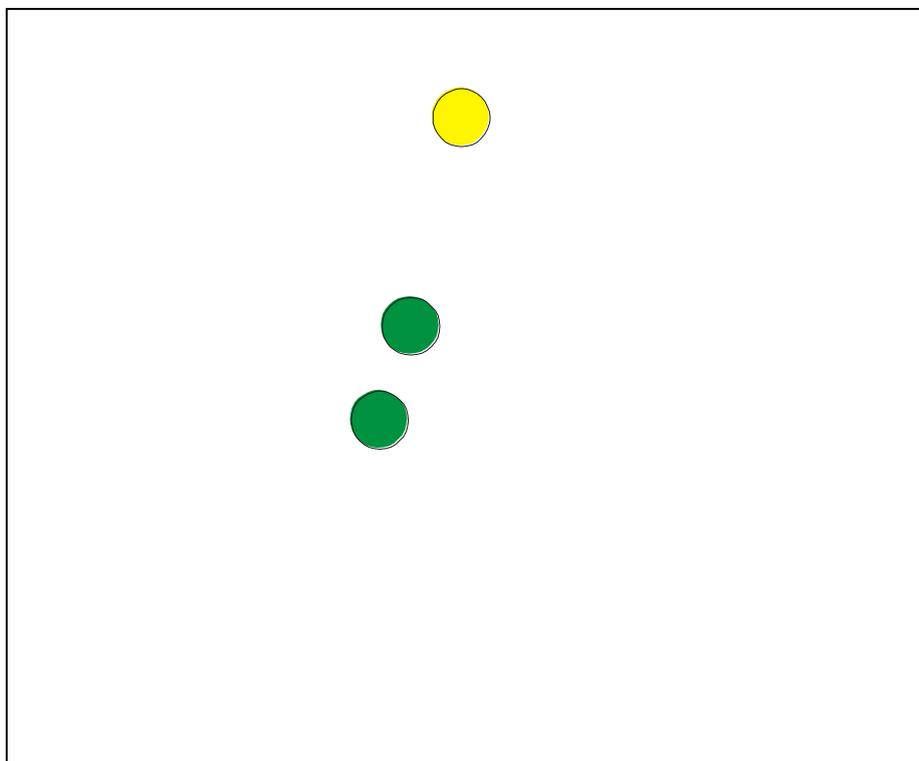


Fig. 2.3 Localizzazione dei tre affioramenti di campionamento della bocca di porto di Malamocco. In verde gli affioramenti potenzialmente impattati e in giallo quelli di controllo. La nomenclatura degli affioramenti fa riferimento a quella riportata nello Studio B.6.78.

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

Tab. 2.1 Coordinate dei siti di campionamento relativi alla bocca di Lido

Denominazione: DFL 001

Sito potenzialmente impattato

Coordinate estremi del transetto 2 (lunghezza 20 m) - profondità 11-12 m

X Y 2319126,5291 5032170,0375

X Y 2319144,5621 5032160,9446

Denominazione: LA1 003

Sito potenzialmente impattato

Coordinate estremi del transetto 2 (lunghezza 15 m) - profondità 13,5-14 m

X Y 2323663,6596 5031932,8767

X Y 2323676,4305 5031940,8959

Denominazione: A1 001

Sito di controllo

Coordinate estremi del transetto (lunghezza ca 20 m) - profondità 13-14 m

X Y 2325291,1244 5033468,2131

X Y 2325306,1613 5033458,2214

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

Tab. 2.2 Coordinate dei siti di campionamento relativi alla bocca di Malamocco

Denominazione: MA1 001

Sito potenzialmente impattato

Coordinate estremi del transetto (lunghezza ca 20 m) – profondità 10-11 m

X Y 2312507,4181 5024230,8656

X Y 2312524,2709 5024240,7352

Denominazione: MA1 003

Sito potenzialmente impattato

Coordinate estremi del transetto 1 (lunghezza 15 m) – profondità 9-10 m

X Y 2312839,4226 5025223,9038

X Y 2312853,3396 5025221,6115

Denominazione: MA1 005

Sito di controllo

Coordinate estremi del transetto (lunghezza ca 20 m) – profondità 7,5-8,5 m

X Y 2313391,8298 5027497,2673

X Y 2313407,3638 5027485,7237

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

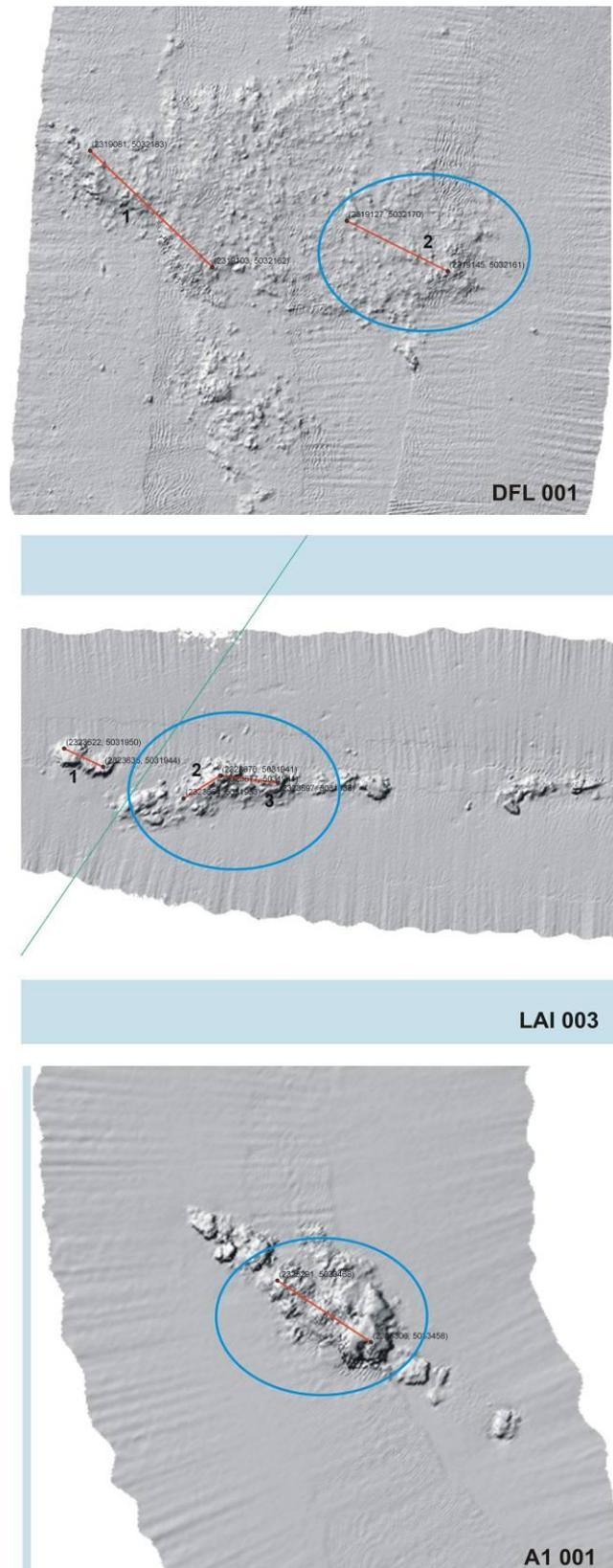


Fig. 2.4 Localizzazione dei transetti di campionamento sugli affioramenti rocciosi relativi alla bocca di Lido.
Il transetto cerchiato in blu è quello individuato dagli operatori subacquei nel caso fosse presente un'alternativa.

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

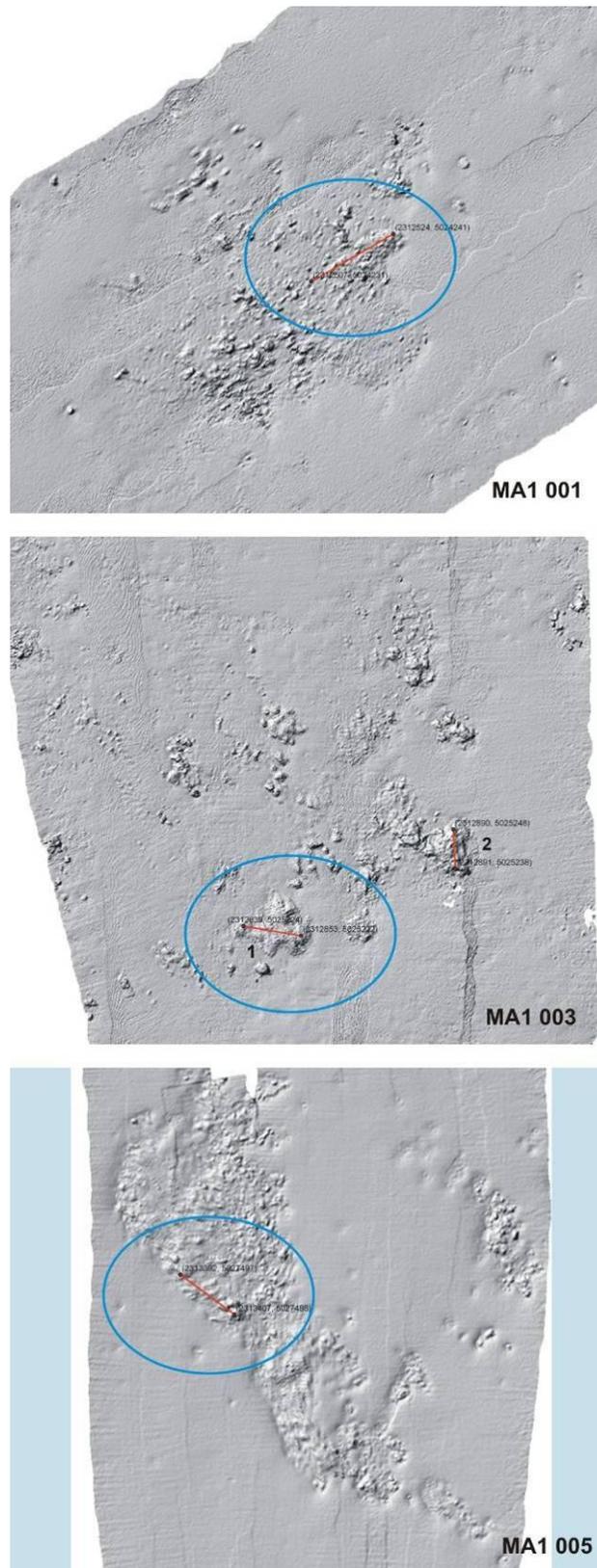


Fig. 2.5 Localizzazione dei transetti di campionamento sugli affioramenti rocciosi relativi alla bocca di Malamocco. Il transetto cerchiato in blu è quello individuato dagli operatori subacquei nel caso fosse presente un' alternativa.

2.2 Metodologia per la conduzione dei campionamenti

Le attività di campo per i rilievi da condurre nei 6 affioramenti sono state condotte con un'imbarcazione opportunamente attrezzata e con operatori in grado di svolgere le immersioni con attrezzatura ARA. La metodologia adottata in questo studio corrisponde in tutte le sue fasi (campionamento e determinazioni di laboratorio) a quella adottata nello Studio di riferimento B.6.78: le repliche sono casuali e fanno riferimento ad un transetto tracciato nella sezione di affioramento di maggiore elevazione media e quindi con condizioni omogenee per quanto riguarda esposizione alla luce, sedimentazione e idrodinamica.

Una volta raggiunta l'area con l'imbarcazione, sono stati individuati e segnalati con boe i due estremi del transetto dell'area indagata, dopodiché i subacquei in immersione hanno svolto, fra i due punti del transetto, una cima di 10, 15 o 20 m, in relazione alla lunghezza del transetto stesso.

In ognuno dei 6 affioramenti sono stati prelevati 3 campioni (repliche) di macrobenthos, ognuno delle dimensioni di 50 x 50 cm, lungo un transetto identificato sul fondo da una cima opportunamente predisposta da un operatore in immersione.

Per fare in modo che la scelta del punto di campionamento non avvenisse in modo discrezionale da parte dei sommozzatori, la cima utilizzata per segnalare il transetto è stata precedentemente munita di più punti marcati con etichette numerate, poste ad intervalli non regolari. Per la scelta dei singoli punti di campionamento, l'operatore in immersione ha prima svolto la cima per l'intera sua lunghezza tra i due punti estremi del transetto scelto e poi ha verificato che, in corrispondenza del punto marcato sulla cima, fosse presente un substrato solido con i requisiti idonei per il campionamento. In caso contrario (area risultante a substrato mobile o con parziale copertura rocciosa) il sub è passato al punto successivo lungo il transetto. Il verso di percorrenza del transetto è stato deciso in modo casuale prima dell'immersione.

Per ciascun dei 3 punti che sono stati individuati per ogni transetto, i sommozzatori hanno poi collocato il telaio per il campionamento di 50 x 50 cm, in modo che i lati risultassero a 2 a 2 paralleli o tangenti alla fune (Fig. 2.6). In tal modo l'unica discrezionalità riservata al sommozzatore nella collocazione dell'area di campionamento è stata la verifica dell'effettiva esistenza di substrato solido nel punto risultante.

Prima del campionamento, la superficie di ognuno dei campioni, identificata da un telaio di riferimento semirigido, è stata fotografata o per intero o, dove la torbidità delle acque non lo permetteva, con una tecnica a fotomosaico. La successiva raccolta dei campioni biologici è avvenuta mediante raschiamento ed aspirazione con sorbona munita di sacco con maglia da 1 mm di luce.

Una volta portato a bordo, il materiale biologico ottenuto dal raschiamento e trattenuto dal sacco di rete (maglia 1 mm) della sorbona è stato posto in secchi con acqua di mare ed anestetico per 30 minuti. È stato quindi trasferito in seguito in sacchetti di plastica e conservato refrigerato fino al momento della consegna al laboratorio. Una volta in laboratorio il materiale è stato congelato fino al momento delle analisi.

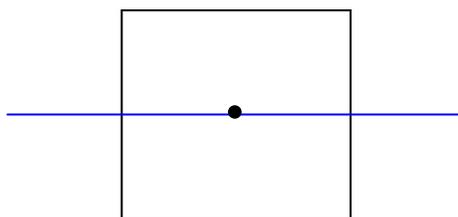
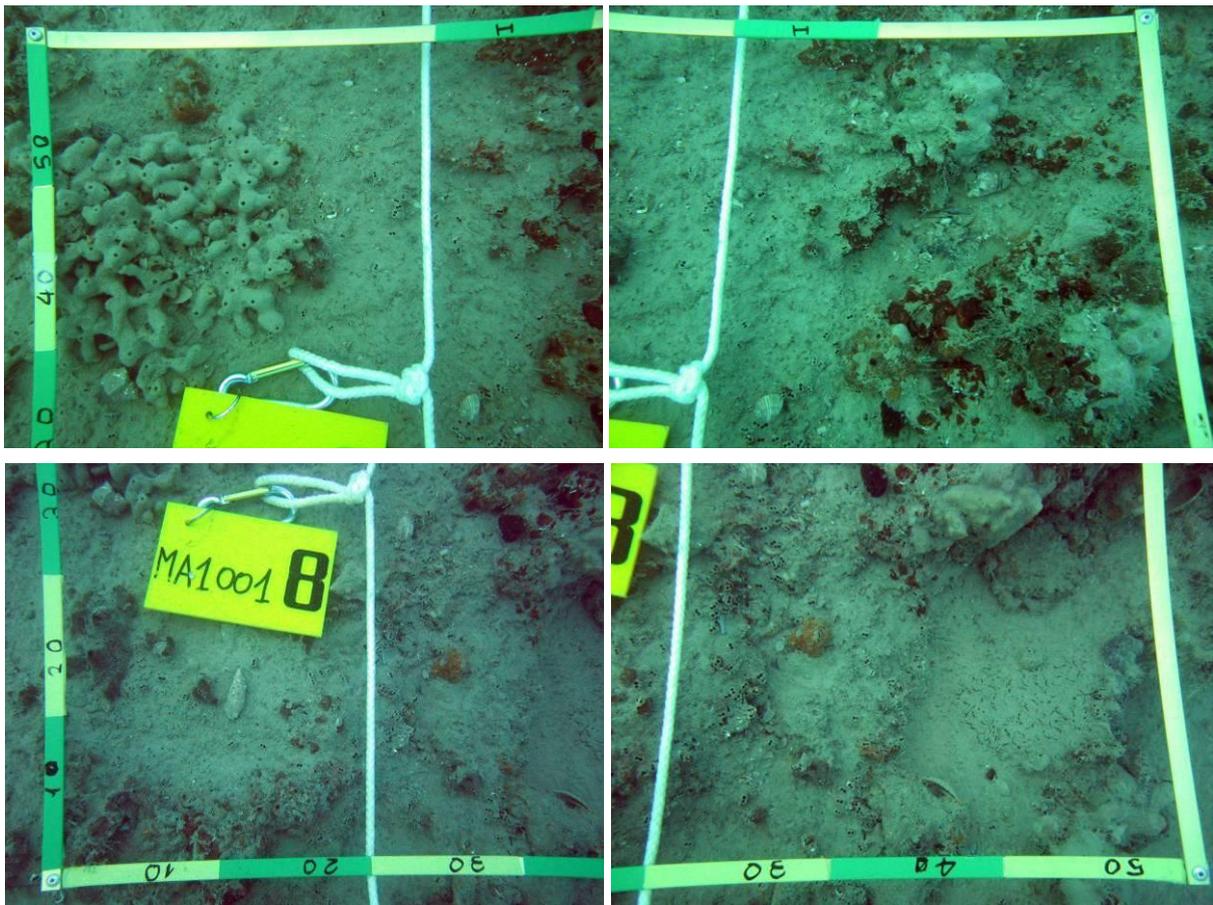
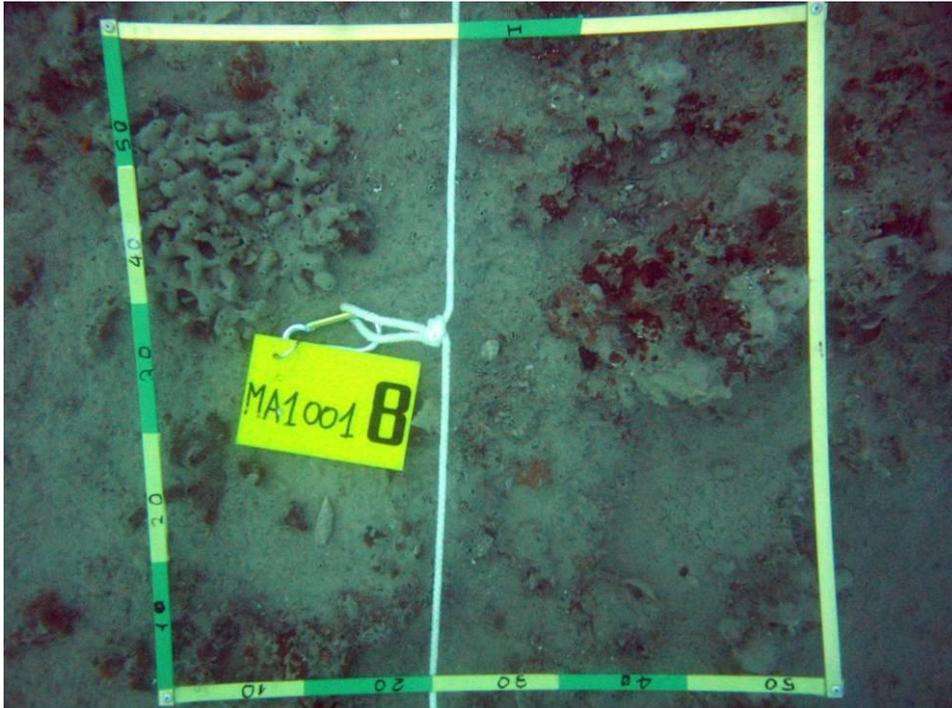


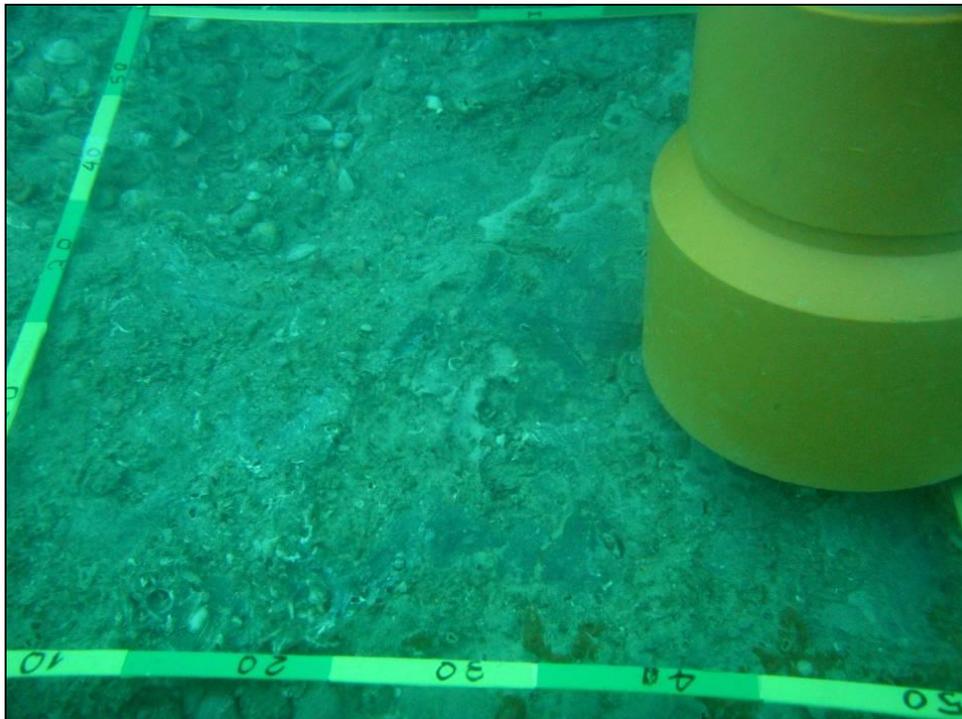
Fig. 2.6 Schema di orientamento del telaio rispetto alla cima lungo il transetto

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



Particolare del telaio su un affioramento roccioso prima del campionamento. L'area di campionamento è stata inoltre fotografata con una tecnica a fotomosaico.

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



Fase di campionamento mediante sorbona

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

I campionamenti nei sei affioramenti sono stati eseguiti nello stesso periodo dell'anno dei precedenti Studi B.6.72 B/1 e B.6.72 B/2, secondo la scadenza temporale riportata nella seguente tabella.

Tab. 2.2 Date di campionamento per ogni affioramento roccioso

Stazione	Data di Campionamento
MA1-001	05/12/2007
MA1-003	04/12/2007
MA1-005	04/12/2007
A1-001	06/12/2007
DFL-001	05/12/2007
LA1-003	06/12/2007

2.3 Metodologie di laboratorio

2.3.1 *Macrozoobenthos*

In laboratorio i campioni sono stati sottoposti inizialmente a smistamento (sorting), cioè separazione della frazione morta (tanatocenosi) dalla frazione viva al momento del campionamento. Gli organismi di quest'ultima, una volta suddivisi tra i vari gruppi sistematici (molluschi, crostacei, policheti, ecc), sono stati posti, fino alla successiva fase di classificazione, in una soluzione d'alcol etilico al 70% o in acqua di mare e aldeide formica al 4%.

Gli organismi animali così smistati sono stati successivamente sottoposti a classificazione e determinazione specifica. La classificazione consiste nell'identificazione degli organismi rilevati e nella loro determinazione tassonomica (classi, ordini, famiglie, generi e specie). Nei casi dubbi ed ove le condizioni degli organismi esaminati non lo consentivano la classificazione è stata limitata a livelli tassonomici superiori.

Per ciascuna specie animale sono stati determinati il numero di individui e la biomassa complessiva. Per le specie animali coloniali (Briozoi, Idrozoi, Poriferi, ecc.), così come per le specie algali, non essendo possibile valutare il numero di individui, sono stati valutati il ricoprimento (spazio occupato in proiezione sul substrato [Boudouresque, 1971]) e la biomassa.

Durante le determinazioni di laboratorio sono stati considerati i seguenti gruppi tassonomici:

- Anthozoa
- Bryozoa
- Crustacea
- Echinodermata
- Hydrozoa
- Mollusca
- Polychaeta
- Porifera
- Sipunculida
- Tunicata

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

I dati di abbondanza, ricoprimento e biomassa, ottenuti dall'analisi dei campioni biologici sono stati raccolti in formato Excel in allegato. Per ciascun affioramento e replica i risultati sono stati riportati all'unità di superficie indagata in modo da fornire un quadro della presenza faunistica in termini di:

- densità specifica della singola replica (n. individui/0,25 m², n. specie/0,25m²);
- densità specifica dell'intero campione (3 repliche assieme) (n. individui/0,75 m², n. specie/0,75 m²);
- ricoprimento delle specie coloniali della singola replica (cm²/0,25 m²);
- biomassa della singola replica (espressa come peso fresco e peso secco in g/0,25 m²);
- biomassa dell'intero campione (3 repliche assieme) (espressa come peso fresco e peso secco in g/0,75 m²).

Sulla base dei dati così tabulati si è proceduto alle successive analisi statistiche (ANOVA, ANOSIM, Curve di Abbondanza, K-Dominanza, Curve ABC, Cluster Analysis e MultiDimensional Scaling).

2.3.2 *Macrophytobenthos*

Il materiale è stato sottoposto a sorting per separare le macroalghe più evidenti nelle tre categorie sistematiche Rhodophyta (alghe rosse), Phaeophyta (alghe brune) e Chlorophyta (alghe verdi). Frammenti litologici di minori dimensioni sono stati esaminati successivamente allo stereoscopio per valutare la presenza delle specie di minore dimensione.

Per la determinazione delle specie sono state impiegate chiavi di identificazione e per l'esame dei caratteri diacritici per il riconoscimento (struttura interna del tallo e struttura di apparati riproduttori) sono stati allestiti sezioni sottili, colorazioni di preparati e trattamenti di decalcificazione per i talli parzialmente o totalmente calcificati.

Una volta identificate le macroalghe, possibilmente sino al livello di specie, si è determinata la loro abbondanza come ricoprimento (spazio occupato in proiezione sul substrato [Boudouresque, 1971]) e quando tecnicamente possibile, anche come biomassa (peso fresco e peso secco).

Complessivamente nei referti di ognuno dei 18 campioni si riporteranno:

- ricoprimento (cm²/0,25 m²);
- peso umido (g/0,25 m²);
- peso secco (g/0,25 m²);

Sulla base dei dati così tabulati si è proceduto alle successive analisi statistiche ANOVA, ANOSIM, Cluster Analysis e MultiDimensional Scaling.

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



Campione in contenitori di plastica prima del sorting iniziale



Durante il sorting sono stati raggruppati gli organismi appartenenti ai gruppi zoologici simili per la successiva fase di determinazione

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



Classificazione di Poriferi (spugne) dopo la fase di smistamento

3 RISULTATI

3.1 Macrozoobenthos

3.1.1 *Consistenza e composizione zoobentonica*

I popolamenti macrobentonici presenti sugli affioramenti rocciosi sono costituiti da organismi appartenenti ai regni vegetale (Macroalghe) ed animale (Macrozoobenthos)

Lo zoobenthos è costituito da organismi **incrostanti e sessili** (adesi al substrato e privi di capacità di movimento) che ricoprono i substrati rocciosi ed **organismi vagili** (dotati di mobilità) che vivono sulla superficie (epifauna), e talvolta anche all'interno del substrato stesso (endofauna).

In molti casi gli organismi **sessili sono coloniali**, come ad esempio spugne, tunicati ed antozoi, e per essi non è possibile definire un numero di individui; la loro abbondanza viene quindi espressa come copertura, cioè come una stima dei cm² che tali organismi ricoprono sul substrato. Ciò premesso, in questo rapporto i dati relativi allo zoobenthos saranno valutati e riportati in tabelle relative alle abbondanze degli organismi per i quali è possibile contare il numero di individui (**sessili non colonia e vagili**) e organismi di cui non è possibile stimare il numero ma solo le copertura (**sessili coloniali**).

Nei 18 campioni (repliche) raccolti sono stati classificati 187 organismi appartenenti al macrozoobenthos, dei quali 125 sono stati determinati a livello di specie, 29 a livello di genere e 36 a livelli tassonomici superiori. A questi si devono aggiungere anche 3 pesci appartenenti alla famiglia dei Blennidae, la cui cattura è da considerarsi del tutto accidentale, trattandosi di individui di piccola taglia incapaci di opporsi alla forza di aspirazione della sorbona.

I taxa rinvenuti sono così distribuiti nei diversi gruppi:

Gruppo	N° taxa
Anthozoa	2
Bryozoa	7
Crustacea	43
Echinodermata	6
Hydrozoa	5
Mollusca	63
Polychaeta	32
Porifera	18
Sipunculida	1
Tunicata	6
Nematoda	1
Nemertea	1
Oligochaeta	1
Picnogonidae	1
Pisces*	3

* = organismi appartenenti alla fauna ittica

Tra i 187 taxa rinvenuti, 30 sono coloniali e i loro valori quantitativi sono stati espressi come copertura (Tabella 3.1), mentre 157 sono non coloniali e per loro sono stati espressi valori di abbondanza (Tabella 3.2).

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

Tabella 3.1 Lista faunistica degli organismi coloniali del macrozoobenthos rinvenuti nei campioni delle 6 stazioni indagate.

<i>Amathia lendigera</i>	<i>Geodia cydonium</i>
<i>Aplysina aerophoba</i>	<i>Haliclona mediterranea</i>
<i>Axinella verrucosa</i>	<i>Halicondria sp.</i>
<i>Beania sp.</i>	<i>Ircinia variabilis</i>
<i>Caberea boryi</i>	<i>Polymastia mamillaris</i>
<i>Campanularidae indet.</i>	<i>Porifera sp. 5</i>
<i>Campanulinidae indet.</i>	<i>Porifera sp. 14</i>
<i>Chondrosia reniformis</i>	<i>Sarcotragus spinosulus</i>
<i>Cliona viridis</i>	<i>Schizobrachiella sanguinea</i>
<i>Didemnum maculosum</i>	<i>Sertularella gaudichaudi</i>
<i>Dysidea fragilis</i>	<i>Spirorbidae indet.</i>
<i>Epizoanthus arenaceus</i>	<i>Suberites sp.</i>
<i>Eudendrium racemosum</i>	<i>Tedania anhelans</i>
<i>Eudendrium sp.</i>	<i>Tricellaria inopinata</i>
<i>Flustridae indet.</i>	<i>Tubuliporidae indet.</i>

Il numero di taxa totale rinvenuto negli affioramenti di Malamocco è di circa 90 per ciascuna tegnù con una certa equidistribuzione dei valori. Le stazioni relative alla bocca di Lido hanno avuto una distribuzione più eterogenea con un picco per la tegnù DFL-001 (circa 120 taxa) e valori di poco superiori a 80 taxa per gli altri affioramenti; mediando i valori dei tre affioramenti di Lido si ottengono valori comparabili a quelli dei tre affioramenti di Malamocco (Fig. 3.1a e 3.1b).

Il numero di taxa degli organismi non coloniali e vagili nei diversi affioramenti denota come questi abbiano un andamento del tutto simile a quello del numero di taxa totale; negli affioramenti di Malamocco sono mediamente più numerosi (Fig. 3.2a, b) e hanno valori tra loro simili mentre, in quelli di Lido, si ha il massimo numero di taxa nell'affioramento DFL-001 (107) con gli altri due che si posizionano su livelli inferiori e pari a circa 70 taxa.

I taxa coloniali hanno una diversa distribuzione, risultando limitati in numero nelle le stazioni di Malamocco (circa una decina) e più numerosi in quelli di Lido, in particolar modo in A1-001 e LA1-003 (Fig. 3.3a, b).

Tabella 3.2 Lista faunistica degli organismi macrozoobentonici non coloniali/vagili rinvenuti nei campioni dei sei affioramenti rocciosi indagati.

<i>Abra alba</i>	<i>Clanculus cruciatus</i>	<i>Lima sp.</i>	<i>Pagurus sp.</i>
<i>Abra prismatica</i>	<i>Corbula gibba</i>	<i>Lithophaga lithophaga</i>	<i>Palaemon serratus</i>
<i>Abra sp.</i>	<i>Corophium sp.</i>	<i>Lucinella divaricata</i>	<i>Palola siciliensis</i>
<i>Acasta spongine</i>	<i>Cumacea indet.</i>	<i>Lumbrineris sp.</i>	<i>Paphia aurea</i>
<i>Alpheus dentipes</i>	<i>Cyathura carinata</i>	<i>Macropodia rostrata</i>	<i>Paracerceis sculpta</i>
<i>Alvania cimex</i>	<i>Dexamine spinosa</i>	<i>Macropodia sp.</i>	<i>Parvicardium exiguum</i>
<i>Alvania sp.</i>	<i>Diodora gibberula</i>	<i>Maja sp.</i>	<i>Petricola lithophaga</i>
<i>Ampelisca sp.</i>	<i>Diodora graeca</i>	<i>Maldanidae indet.</i>	<i>Phallusia fumigata</i>
<i>Ampharete grubei</i>	<i>Diopatra neapolitana</i>	<i>Mangelia costulata</i>	<i>Phyllodocidae indet.</i>
<i>Amphipholis squamata</i>	<i>Dyspanopeus sayi</i>	<i>Mangelia sp.</i>	<i>Picnogonidae indet.</i>
<i>Amphiura chiajei</i>	<i>Eunice vittata</i>	<i>Marphysa sanguinea</i>	<i>Pilumnus hirtellus</i>
<i>Anadara demiri</i>	<i>Eunicidae indet.</i>	<i>Marshallora adversa</i>	<i>Pisidia longimana</i>
<i>Anodontia fragilis</i>	<i>Fissurella nubecula</i>	<i>Microcosmus vulgaris</i>	<i>Pitar rudis</i>
<i>Anomia ephippium</i>	<i>Galathea bolivari</i>	<i>Microdeutopus sp.</i>	<i>Pododesmus patelliformis</i>
<i>Anthozoa indet.</i>	<i>Galathea intermedia</i>	<i>Modiolarca subpicta</i>	<i>Polydora sp.</i>

CORILA

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

<i>Aphrodita aculeata</i>	<i>Galathea sp.</i>	<i>Modiolus barbatus</i>	<i>Pomatoceros triqueter</i>
<i>Aphroditidae indet.</i>	<i>Galeomma turtoni</i>	<i>Molgula sp.</i>	<i>Processa sp.</i>
<i>Apseudes latreillei</i>	<i>Gammaridea indet.</i>	<i>Muricopsis cristata</i>	<i>Psammechinus</i>
<i>Arca noae</i>	<i>Gastrana fragilis</i>	<i>Musculista senhousia</i>	<i>microtuberculatus</i>
<i>Athanas nitescens</i>	<i>Gastrochaena dubia</i>	<i>Myriochele oculata</i>	<i>Pyura dura</i>
<i>Bittium reticulatum</i>	<i>Glycera tridactyla</i>	<i>Mysia undata</i>	<i>Rhithropanopeus harrisi</i>
<i>Bivalvia indet.</i>	<i>Gregariella petagna</i>	<i>Nassarius incrassatus</i>	<i>Sabellaria spinulosa</i>
<i>Blenniidae indet.*</i>	<i>Hexaplex trunculus</i>	<i>Nassarius pygmaeus</i>	<i>Sabellidae indet.</i>
<i>Blennius sp.*</i>	<i>Hiatella arctica</i>	<i>Nassarius reticulatus</i>	<i>Serpula vermicularis</i>
<i>Blennius tentacularis*</i>	<i>Hiatella rugosa</i>	<i>Natantia indet.</i>	<i>Serpulidae indet.</i>
<i>Bolinus brandaris</i>	<i>Holoturia tubulosa</i>	<i>Nematoda indet.</i>	<i>Sipunculidae indet.</i>
<i>Brachiura indet.</i>	<i>Hydroides dianthus</i>	<i>Nematoneis unicornis</i>	<i>Sirpus zariquieyi</i>
<i>Calliostoma virescens</i>	<i>Hydroides elegans</i>	<i>Nemertea indet.</i>	<i>Striarca lactea</i>
	<i>Hydroides</i>		<i>Styela canopus</i>
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	<i>pseudouncinatus</i>	<i>Notomastus sp.</i>	<i>Sycon raphanus</i>
<i>Capitellidae indet.</i>	<i>Idotea sp.</i>	<i>Nucula nucleus</i>	<i>Syllidae indet.</i>
<i>Caprellidae indet.</i>	<i>Irus irus</i>	<i>Nucula sulcata</i>	<i>Tellina sp.</i>
<i>Ceratonereis costae</i>	<i>Jaera sp.</i>	<i>Nudibranchia indet.</i>	<i>Terebellidae indet.</i>
<i>Cerithium vulgatum</i>	<i>Jujubinus exasperatus</i>	<i>Ocenebra erinaceus</i>	<i>Tethya citrina</i>
<i>Chama gryphoides</i>	<i>Kellia suborbicularis</i>	<i>Oligochaeta indet.</i>	<i>Tethya sp.</i>
<i>Chlamys glabra</i>	<i>Lagis koreni</i>	<i>Ophiothrix fragilis</i>	<i>Thoralus cranchii</i>
<i>Chlamys sp.</i>	<i>Lekanesphaera hoockeri</i>	<i>Ophiuroidea indet.</i>	<i>Tricolia pullus</i>
<i>Chlamys varia</i>	<i>Leptochelia savignyi</i>	<i>Ostrea edulis</i>	<i>Valvifera indet.</i>
<i>Cirolana sp.</i>	<i>Leucothoe venetiarum</i>	<i>Paguridea indet.</i>	<i>Vermiliopsis sp.</i>
<i>Cirolanidae indet.</i>	<i>Lima exilis</i>	<i>Paguristes eremita</i>	<i>Verruca stroemia</i>
<i>Cirratulidae indet.</i>	<i>Lima hians</i>	<i>Pagurus anachoretus</i>	<i>Xantho sp.</i>

* = organismi appartenenti alla fauna ittica

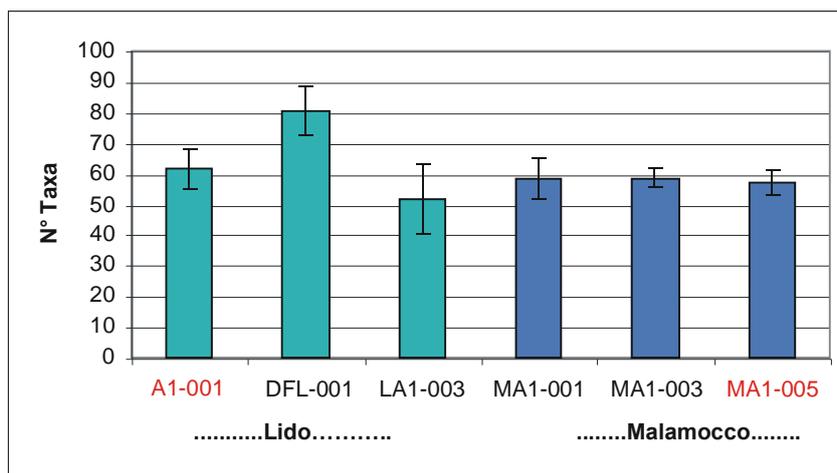


Fig. 3.1a Numero medio dei taxa zoobentonici (coloniali, non coloniali e vagili) rinvenuti nelle stazioni indagate divisi secondo la bocca di porto di influenza. Le barre indicano i valori di deviazione standard calcolati sulle tre repliche. Il dato per affioramento è quindi riferito a 0,25 m²

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

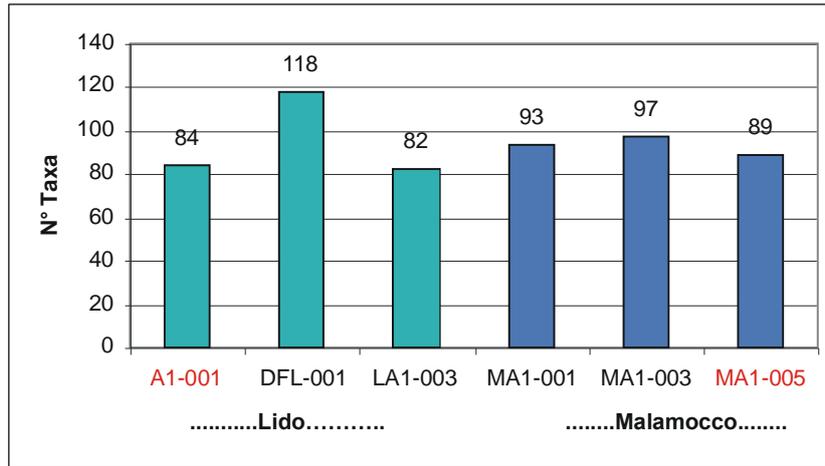


Fig. 3.1b Numero totale dei taxa (coloniali, non coloniali e vagili) rinvenuti nelle 6 stazioni, divise secondo la bocca di porto di influenza. Il numero di taxa è riferito all'insieme delle tre repliche (0,75 m²).

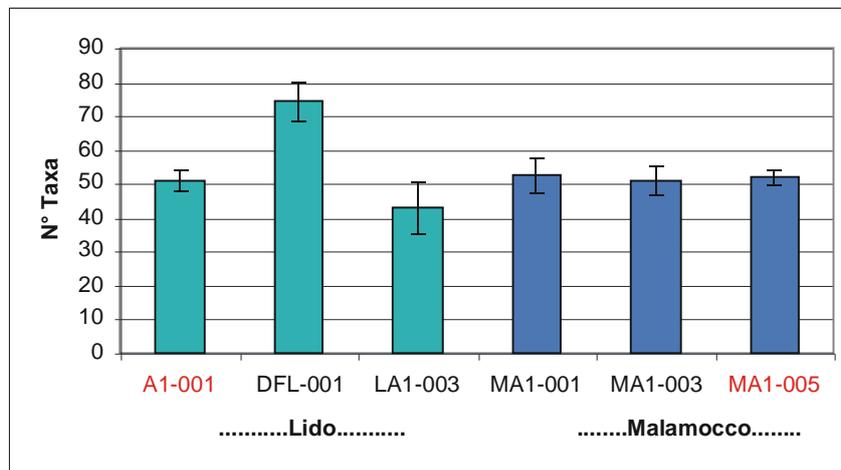


Fig. 3.2a Numero medio dei taxa vagili e non coloniali delle 6 stazioni indagate. Le barre indicano i valori di deviazione standard calcolati sulle tre repliche. Il dato per affioramento è quindi riferito a 0,25 m²

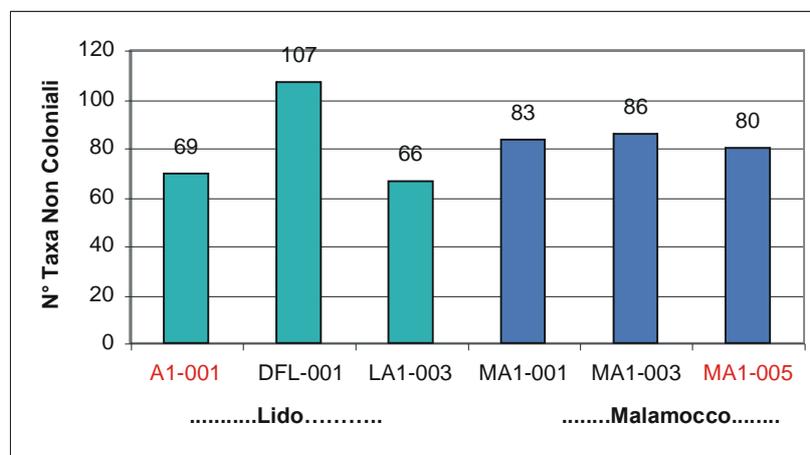


Fig. 3.2b Numero totale dei taxa vagili e non coloniali delle 6 stazioni indagate. Il numero di taxa è riferito all'insieme delle tre repliche (0,75 m²).

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

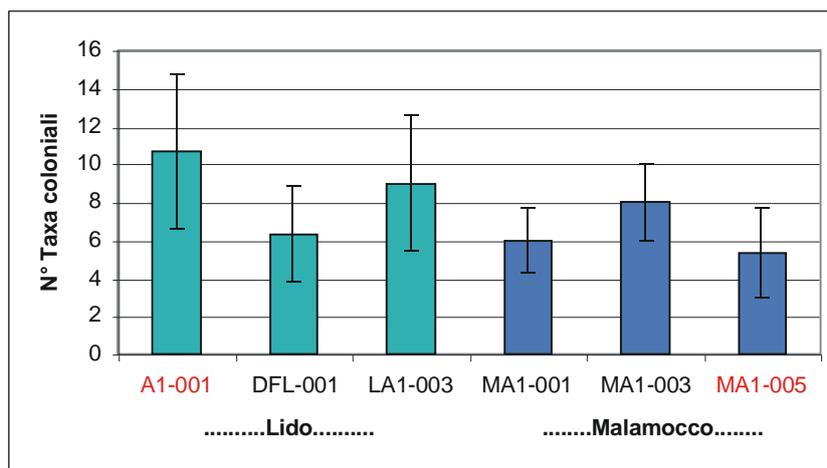


Fig. 3.3a Numero medio dei taxa coloniali delle 6 stazioni indagate. Le barre di errore indicano i valori di deviazione standard calcolati sulle tre repliche. Il dato per affioramento è quindi riferito a 0,25 m²

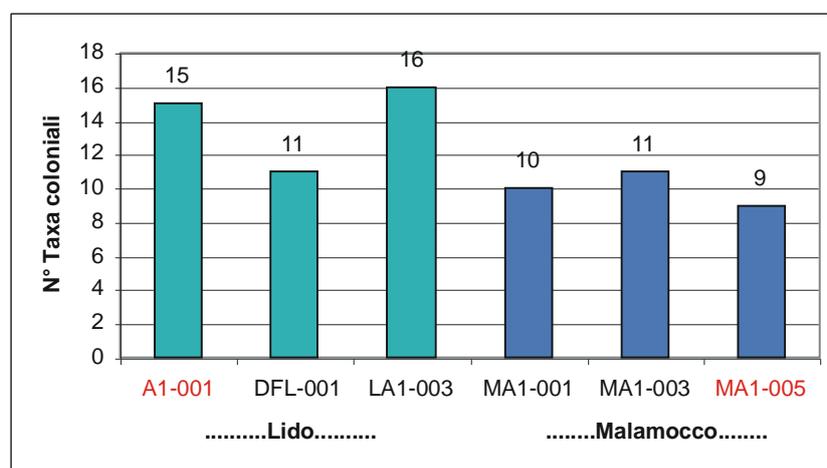


Fig. 3.3b Numero totale dei taxa coloniali delle 6 stazioni indagate. Il numero di taxa è riferito all'insieme delle tre repliche (0,75 m²).

La **biomassa** degli organismi, cioè il loro peso, è un buon indicatore della disponibilità alimentare presente nelle zone campionate e per degli organismi zoobentonici rinvenuti in ciascuno dei sei affioramenti è stata valutata sia come biomassa fresca, cioè peso fresco sgocciolato, sia come peso secco, dopo essiccazione in stufa per 12/15 ore a 70° C. I valori di biomassa, riportati come peso secco e rappresentati nell'istogramma di figura 3.4, variano in modo sensibile entro le tre repliche della maggior parte degli affioramenti, come evidenziato dalle barre di deviazione standard. Nel grafico si nota come le teggine di Lido, in particolar modo la stazione A1-001, abbiano valori di biomassa maggiori rispetto a quelle di Malamocco. Nell'affioramento A1-001 alla biomassa totale contribuiscono in modo simile gli organismi singoli e quelli coloniali (Figure 3.5 e 3.6), mentre negli affioramenti LA1-003, MA1-001, MA1-003 e MA1-005 sono gli organismi coloniali a dare un maggiore contributo alla biomassa presente (Figura 3.5 e 3.6). È da notare il basso valore in biomassa delle specie coloniali presenti nell'affioramento DFL-001 posto nei pressi della bocca di Lido (Fig. 3.6).

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

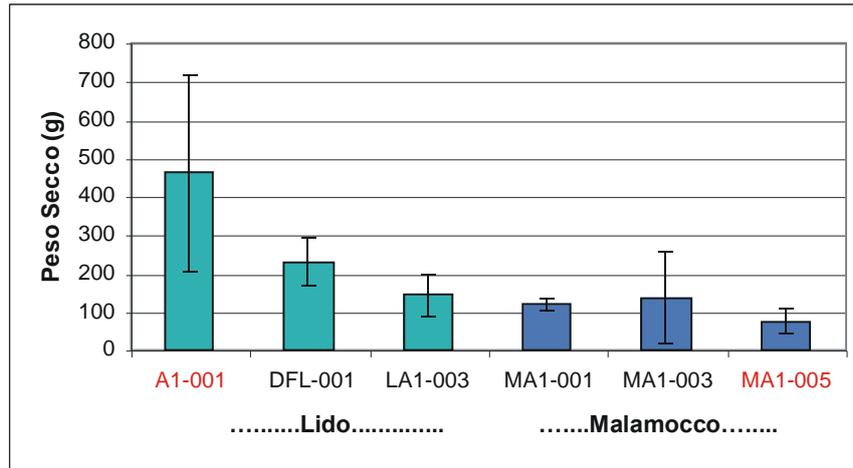


Fig. 3.4 Valori di biomassa (g peso secco) degli organismi macrozoobentonici (coloniai, non coloniali e vagili). Le barre indicano i valori di deviazione standard. Il dato per affioramento è quindi riferito a 0,25 m²

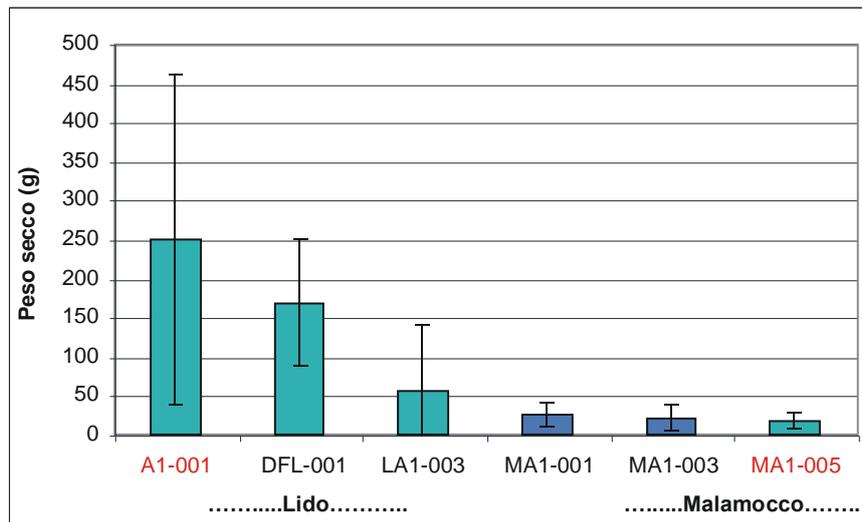


Fig. 3.5 Valori di biomassa (g peso secco) degli organismi macrozoobentonici non coloniali e vagili. Le barre indicano i valori di deviazione standard. Il dato per affioramento è quindi riferito a 0,25 m²

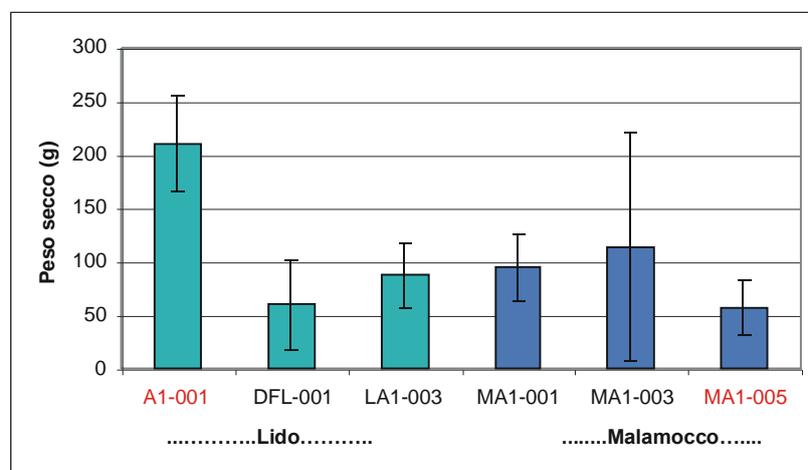


Fig. 3.6 Valori di biomassa (g peso secco) degli organismi macrozoobentonici coloniali. Le barre indicano i valori di deviazione standard. Il dato per affioramento è quindi riferito a 0,25 m²

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

I valori di copertura degli organismi coloniali, quantificati come stima della superficie di substrato occupato (Fig. 3.7), mostrano un andamento molto simile a quello osservato per i parametri biomassa (Fig. 3.6) e numero di taxa (Fig. 3.3), presentando i maggiori valori nell'affioramento A1-001 per l'area del Lido e MA1-003 per l'area di Malamocco. I valori di copertura sono risultati molto eterogenei, sia all'interno degli affioramenti, sia per le bocche di porto. Applicando l'analisi di correlazione tra i parametri associati alle misure degli organismi coloniali, si vede come vi sia una correlazione positiva tra valori di copertura, ed il peso dei taxa coloniali, mentre la stessa correlazione risulta molto minore rispetto al numero dei taxa coloniali (Tabella 3.3).

Tabella 3.3 Coefficienti di correlazione relativi al confronto tra le medie dei parametri delle specie macrobentoniche coloniali.

	Copertura	Peso secco dati Copertura
Peso Secco dati copertura	0,850	
N° taxa coloniali	0,572	0,558

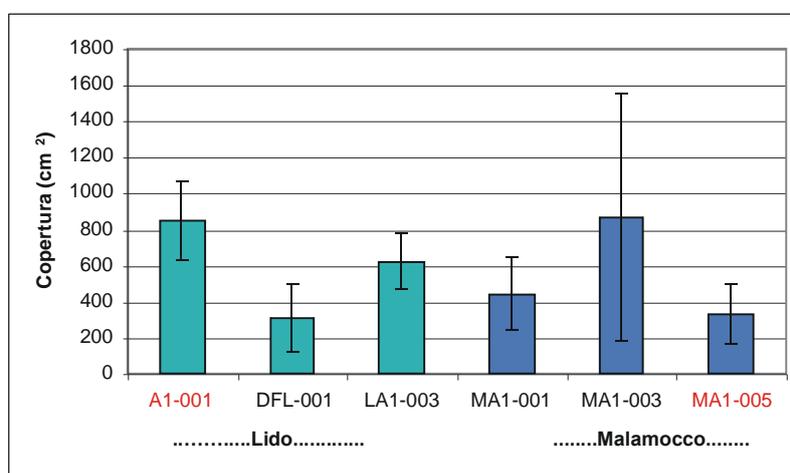


Fig. 3.7 Valori medi di copertura degli organismi macrozoobentonici coloniali calcolati sulle 3 repliche. Le barre indicano i valori di deviazione standard. Il dato per affioramento è quindi riferito a 0,25 m²

I valori di abbondanza (n. individui) degli organismi non coloniali e vagili (Fig. 3.8) hanno un andamento opposto a quello delle coperture: a valori alti di copertura corrispondano valori bassi di abbondanza (es. affioramento MA1-003 di Malamocco) o viceversa, a valori di copertura bassi corrispondono valori di abbondanza alti (es. affioramento DFL-001 di Lido) (Fig. 3.7).

Questo andamento non assume però valori statistici di correlazione come era stato, invece, osservato nel precedente studio (B. 6.72 B/2). D'altro canto, com'era facile attendersi, è stata evidenziata una correlazione positiva tra valori di abbondanza e numero di taxa di organismi non coloniali (Tabella 3.4).

Tabella 3.4 Coefficienti di correlazione relativi al confronto tra le medie dei parametri indicati nelle etichette delle righe e delle colonne.

	N° taxa coloniali	N° taxa non coloniali/vagili
N° taxa non coloniali/vagili	-0,040	
N° individui	-0,257	0,806

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

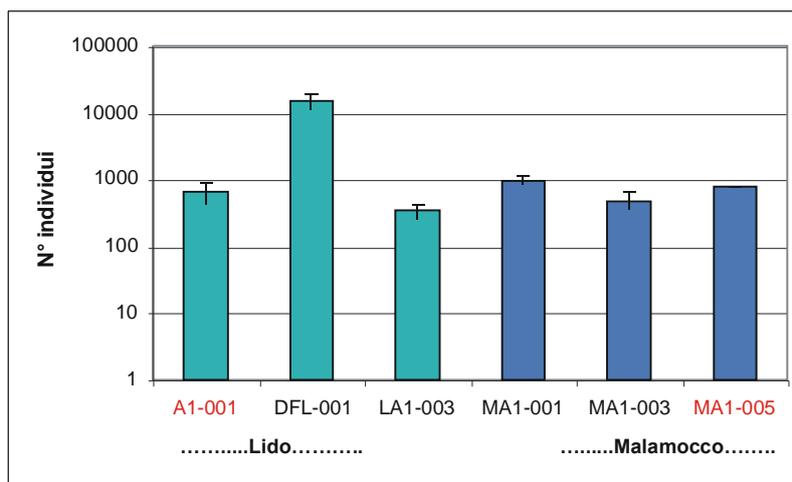


Fig. 3.8 Valori di abbondanza degli organismi macrozoobentonici non coloniali e vagili; i valori si riferiscono alla media dell'unità di campionamento (0,25 m²). Le barre indicano i valori di deviazione standard calcolata sulle 3 repliche raccolte. Data la grande abbondanza di individui presenti nella stazione DFL-001 (oltre 15.000) la scala delle ordinate è logaritmica per permettere di apprezzare i valori delle altre stazioni.

Dalle matrici dei valori di abbondanza sono stati calcolati, sia per gli affioramenti, sia per le singole repliche, i valori dei principali indici ecologici di ricchezza e diversità (Tabelle 3.5 e 3.6).

Tabella 3.5 Valori degli indici ecologici calcolati sui dati di abbondanza delle repliche delle specie non coloniali/vagili. S= n° di taxa; N= n° di individui, d = indice di ricchezza specifica di Margalef; J= indice di equipartizione di Pielou; ES(50)= indice di ricchezza specifica basato sulle curve di rarefazione di Sanders (è un indice probabilistico che indica il numero di specie che ci si attende di trovare nel campione pescando a caso 50 individui); H' = indice di diversità di Shannon (calcolato in base naturale [log_e]).

Lido	S	N	d	J'	ES(50)	H'(log _e)
A1-001 A	48	818	7,008	0,7617	18,515	2,949
A1-001 B	54	724	8,049	0,7377	19,928	2,941
A1-001 C	51	391	8,377	0,7767	20,4936	3,053
DFL-001 A	69	19099	6,898	0,0888	3,409	0,376
DFL-001 B	80	10640	8,520	0,1890	6,532	0,832
DFL-001 C	73	16276	7,425	0,1237	4,467	0,531
LA1-003 A	49	409	7,982	0,7864	20,355	3,061
LA1-003 B	34	241	6,0171	0,7903	19,012	2,787
LA1-003 C	45	368	7,447	0,7609	19,485	2,896
.....Malamocco.....						
Malamocco	S	N	d	J'	ES(50)	H'(log _e)
MA1-001 A	50	905	7,197	0,432	12,299	1,691
MA1-001 B	49	876	7,084	0,462	13,540	1,797
MA1-001 C	58	1139	8,099	0,532	14,153	2,160
MA1-003 A	46	326	7,776	0,735	20,022	2,813
MA1-003 B	52	611	7,950	0,524	14,145	2,069
MA1-003 C	54	530	8,449	0,766	20,814	3,054
MA1-005 A	53	792	7,791	0,588	16,098	2,335
MA1-005 B	53	809	7,766	0,467	13,597	1,853
MA1-005 C	49	780	7,208	0,423	12,180	1,645

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

Tabella 3.6 Valori medi degli indici ecologici calcolati sui valori di abbondanza delle specie non coloniali/vagili per i sei affioramenti. S= n° di taxa; N= n° di individui, d = indice di ricchezza specifica di Margalef; J= indice di equipartizione di Pielou; ES(50)= indice di ricchezza specifica basato sulle curve di rarefazione di Sanders (è un indice probabilistico che indica il numero di specie che ci si attende di trovare nel campione pescando a caso 50 individui); H' = indice di diversità di Shannon (calcolato in base naturale \log_e).

Lido	S	N	d	J'	ES(50)	H'(log _e)
A1-001	69	1933	8,9866	0,7463	21,2614	3,1598
DFL-001	107	46015	9,8727	0,1184	4,5977	0,5535
LA1-003	66	1018	9,3855	0,7406	20,3462	3,1028
Malamocco	S	N	d	J'	ES(50)	H'(log _e)
MA1-001	83	2920	10,2765	0,4508	13,9878	1,9919
MA1-003	86	1467	11,6582	0,6619	19,9626	2,9484
MA1-005	80	2381	10,1604	0,4712	14,8181	2,0648

I valori dei principali indici di diversità specifica, quali l'indice di Margalef, l'indice di Shannon e l'ES(50), presentano, per la maggior parte, valori molto simili o perlomeno con differenze che rientrano entro una variazione statistica non significativa (Tabella 3.6 e Fig. 3.9). Fanno eccezione i valori dell'indice ES(50) e di diversità di Shannon della tegrùna DFL-001, che risultano più bassi rispetto a quelli degli altri affioramenti

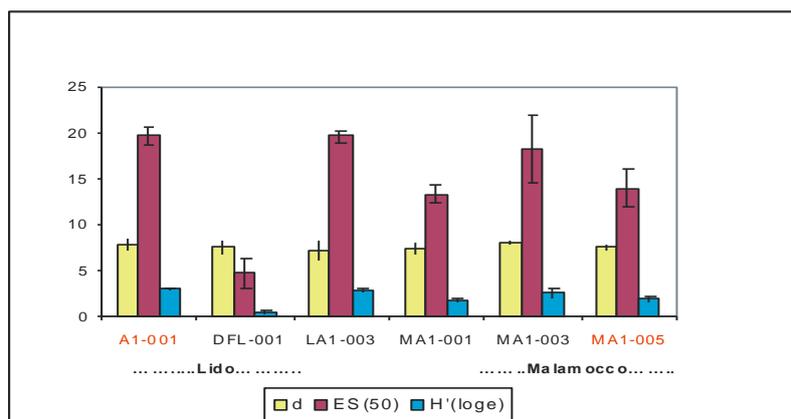


Fig. 3.9 Principali indici di diversità e ricchezza specifica calcolati sui valori di abbondanza degli organismi macrozoobentonici vagili e/o singoli non coloniali; i valori si riferiscono alla media dell'unità di campionamento (0,25 m²). Le barre indicano i valori di deviazione standard.

3.1.2 Tecniche distribuzionali

Passo successivo all'analisi dei principali parametri strutturali delle comunità bentoniche è l'utilizzo di tecniche grafiche distribuzionali che, basandosi sui valori di abbondanza e biomassa delle comunità, permettono di comprenderne meglio la struttura. Particolari indicazioni le possiamo ottenere dalle curve di K-dominanza. Queste curve si basano sull'applicazione dell'indice di dominanza, che rappresenta l'abbondanza percentuale della specie più abbondante di una comunità, estendendone la valutazione al calcolo della dominanza di tutte le specie. La K dominanza è quindi la dominanza combinata delle k specie considerate. Le curve si ottengono combinando graficamente due misure di diversità, quali il numero delle specie e la percentuale di abbondanza relativa.

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

Basandosi sul concetto che una comunità ben strutturata presenta specie caratterizzate da una bassa dominanza (equidistribuzione), una rappresentazione grafica delle curve di dominanza va interpretata considerando che le comunità con maggior ricchezza e diversità specifica risultano essere quelle che presentano un graduale incremento nella curva, partendo con valori bassi di dominanza relativa. Non potendo confrontare in un'unica curva i valori di abbondanza delle specie non coloniali e vagili con i valori di copertura (spazio occupato sul substrato) di quelle coloniali, la struttura della comunità zoobentonica è stata valutata separatamente per i due gruppi di organismi.

In figura 3.10 sono riportate le curve di dominanza cumulativa per i valori di abbondanza degli organismi non coloniali/vagili. In base alla struttura della dominanza relativa descritta da queste curve, gli affioramenti con comunità più stabili sono LA1-003, A1-001 e MA1-003 che presentano un andamento molto simile, partendo da valori inferiori al 30% per la specie dominante. In posizione intermedia si pongono gli affioramenti MA1-001 ed MA1-005, che presentano specie maggiormente dominanti, come si nota dalle curve che iniziano da un valore leggermente superiore al 60%. La tagna con maggior dominanza e quindi con minor equidistribuzione delle abbondanze tra le specie è la DFL-001 con valori di dominanza della specie principale attorno al 90%.

In questi ultimi tre affioramenti (MA1-001, MA1-005 e DFL-001), come nei due anni precedenti, la specie dominante è *Sabellaria spinulosa*, piccolo polichete sedentario che costruisce la propria tana entro tubi sabbiosi adesi al substrato. In letteratura questo polichete è considerato un buon indicatore della presenza di sedimentazione, poiché per insediarsi e costruirsi la tana necessita di un substrato sabbioso. Tale sedimentazione può essere dovuta a cause naturali (risospensione dei sedimenti dal fondale) o ad apporti esterni.

Le curve di K dominanza realizzate sui valori di copertura delle specie coloniali (Fig. 3.11) hanno un andamento analogo a quanto osservato per le abbondanze; gli affioramenti LA1-003, MA1-003 ed A1-001 presentano le comunità maggiormente equidistribuite, l'affioramento MA1-001 si pone in posizione intermedia con la specie prevalente che ha un valore di dominanza attorno al 50%. Le due stazioni DFL-001 e MA1-005 hanno le comunità meno equidistribuite con valori di dominanza delle prime specie, le spugne (Poriferi), superiori all'70% per l'affioramento MA1-005 ed oltre il 90% per l'affioramento DFL-001, che, anche nel caso dei taxa coloniali, presenta una comunità molto semplificata.

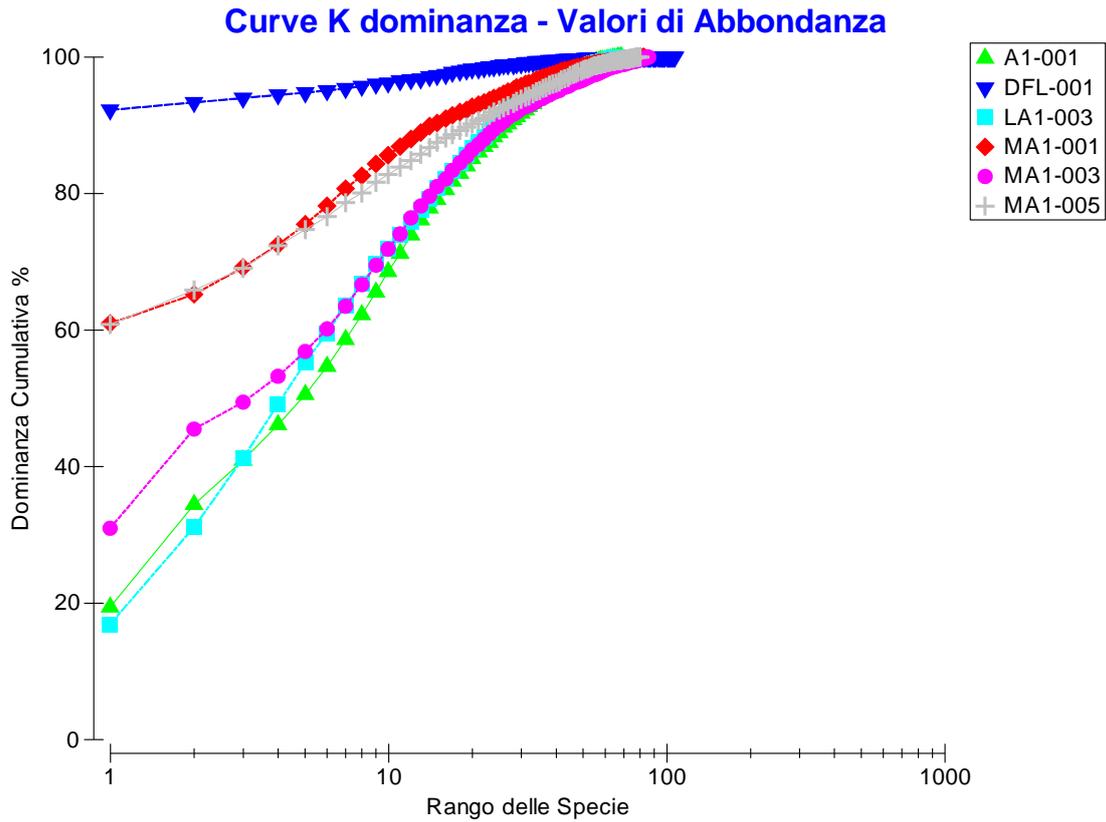


Fig. 3.10 Curve di Dominanza cumulativa calcolate sui valori di abbondanza delle specie non coloniali/vagili.

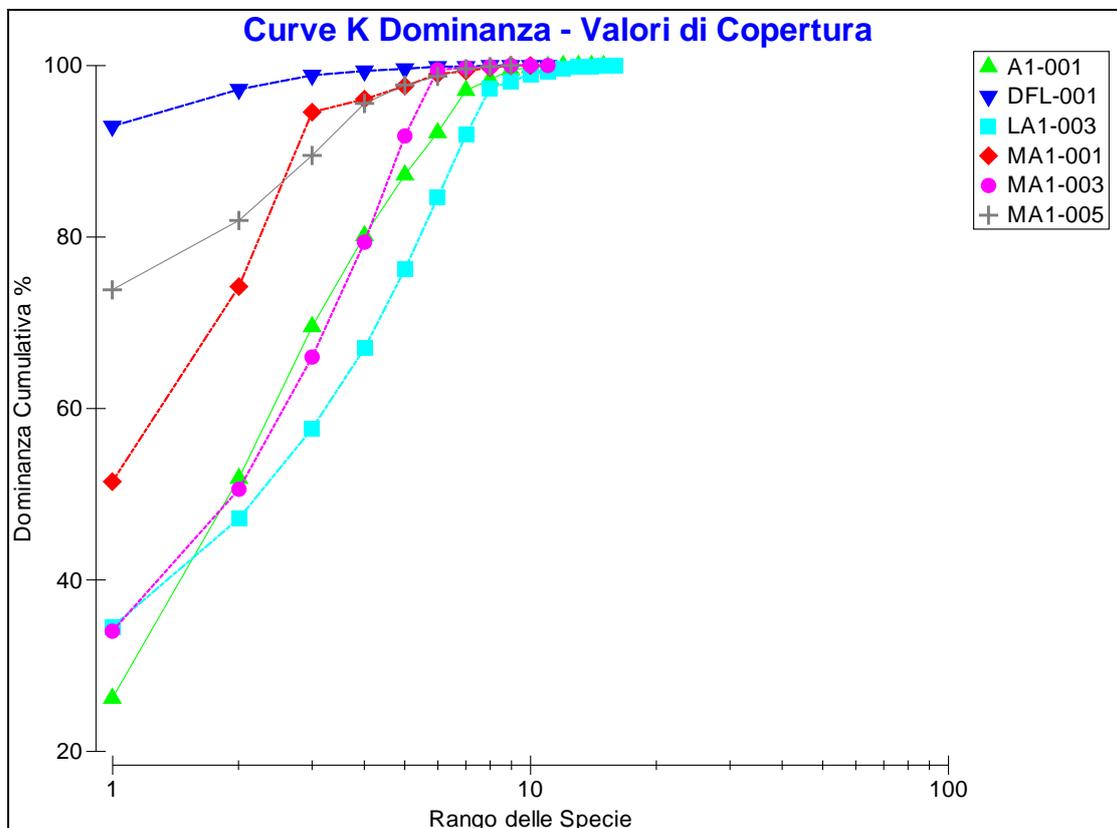


Fig. 3.11 Curve di Dominanza cumulativa calcolate sui valori di abbondanza delle specie coloniali.

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

I dati relativi alle specie non coloniali e vagili ci permettono di fare alcune valutazioni sulla distribuzione sulle comunità applicando l'analisi della diversa distribuzione delle biomasse e delle abbondanze. Il metodo ABC (Abundance Biomass Curves), proposto da Warwick e Clark (1986) per la valutazione del grado di disturbo di una comunità, è stato sviluppato partendo dalle curve di K-dominanza e ampiamente applicato negli studi dei popolamenti bentonici marini. Il modello concettuale su cui si basa tale metodo afferma che, in condizioni di stabilità ed assenza di inquinamento/disturbo, la biomassa sarà sempre dominata da una o poche specie di grandi dimensioni, ciascuna rappresentata da pochi individui. In caso contrario, saranno dominanti numericamente specie di piccola taglia i cui valori di abbondanza avranno un forte elemento stocastico. Il confronto tra indici di diversità basati sui valori di biomassa e indici calcolati sui valori di abbondanza non è possibile; si possono invece fare dei grafici comparativi delle proporzioni relative ai valori di biomassa e numeri attribuibili a ciascuna specie. Questa tecnica grafica è nota come ABC method e, in base alla diversa posizione delle curve di biomassa rispetto alla curva delle abbondanze, si riconoscono tre modelli:

- una condizione di **non disturbo** in cui la curva dei valori di biomassa si trova sempre al di sopra dell'abbondanza relativa;
- una condizione di **disturbo intermedio** in cui le due curve si incrociano e più o meno coincidono;
- una condizione di **disturbo** in cui la curva dei valori di abbondanza si trova al di sopra della curva dei valori di biomassa (DW=Dry Weight).

Su queste basi, e utilizzando una routine di calcolo del software PRIMER, sono state calcolate le curve ABC per le diverse stazioni e per le repliche di ciascuna stazione (Figure 3.12-3.17). Il coefficiente *w* (Warwick), riportato nei grafici varia da +1 a -1, tiene conto della distanza tra le due curve di biomassa e abbondanza e del loro andamento relativo. Tale parametro permette di comprendere i rapporti tra abbondanza (numero di individui) e biomassa: un valore prossimo a +1 indica una distribuzione delle abbondanze simile tra le specie, ma uno sbilanciamento in termini di biomassa a favore di poche specie di grandi dimensioni. Il valore tende a -1 quando prevalgono poche specie con un gran numero di individui ma di biomassa ridotta (=presenza di specie di piccola dimensione).

Per le teggue dell'area del Lido si osserva come la stazione A1-001 (Fig. 3.12), posta a maggior distanza dalla bocca di porto, abbia curve delle abbondanze che si trovano sempre al di sotto della curva della biomassa, evidenziando quindi, nel confronto di queste distribuzioni, una condizione di non disturbo. Andamento simile delle curve ABC si registra per i campioni dell'affioramento LA1-003 (Fig. 3.14), posto in posizione prossima alla bocca di porto seppur con indicazioni di disturbo intermedio per la replica B. Le curve ABC relative al popolamento della teggua DFL-001 (Fig. 3.13) hanno un andamento completamente opposto con la linea delle abbondanze posta sopra a quella della biomassa ad indicare quindi una condizione di disturbo.

Considerando le teggue poste nei pressi della bocca di Malamocco, si nota come in MA1-001 (Fig. 3.15) le curve delle biomasse e delle abbondanze si incrocino indicando quindi una condizione di disturbo intermedio. Le curve ABC dei campioni A e B dell'affioramento MA1-003 (Fig. 3.16) hanno un andamento simile a quelli della teggua MA1-001, con una condizione che quindi si può definire di leggero disturbo, mentre per il campione della replica C l'andamento delle curve sembrerebbe indicare la presenza di una comunità non disturbata.

Andamento simile si registra per i campioni dell'affioramento MA1-005 (Fig. 3.17), poiché le repliche A e C hanno curve molto vicine che si incrociano tra loro ad indicare una situazione di disturbo intermedio, mentre la replica B presenta una condizione di non disturbo.

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

Va sottolineato come anche dall'analisi di queste curve, si evidenzi il fatto che le stazioni con popolamenti disturbati e con disturbo intermedio siano quelle in cui la presenza di policheti della specie *Sabellaria spinulosa* è maggiore, ad indicare la presenza di sedimenti sabbiosi sui substrati duri di tegnù.

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

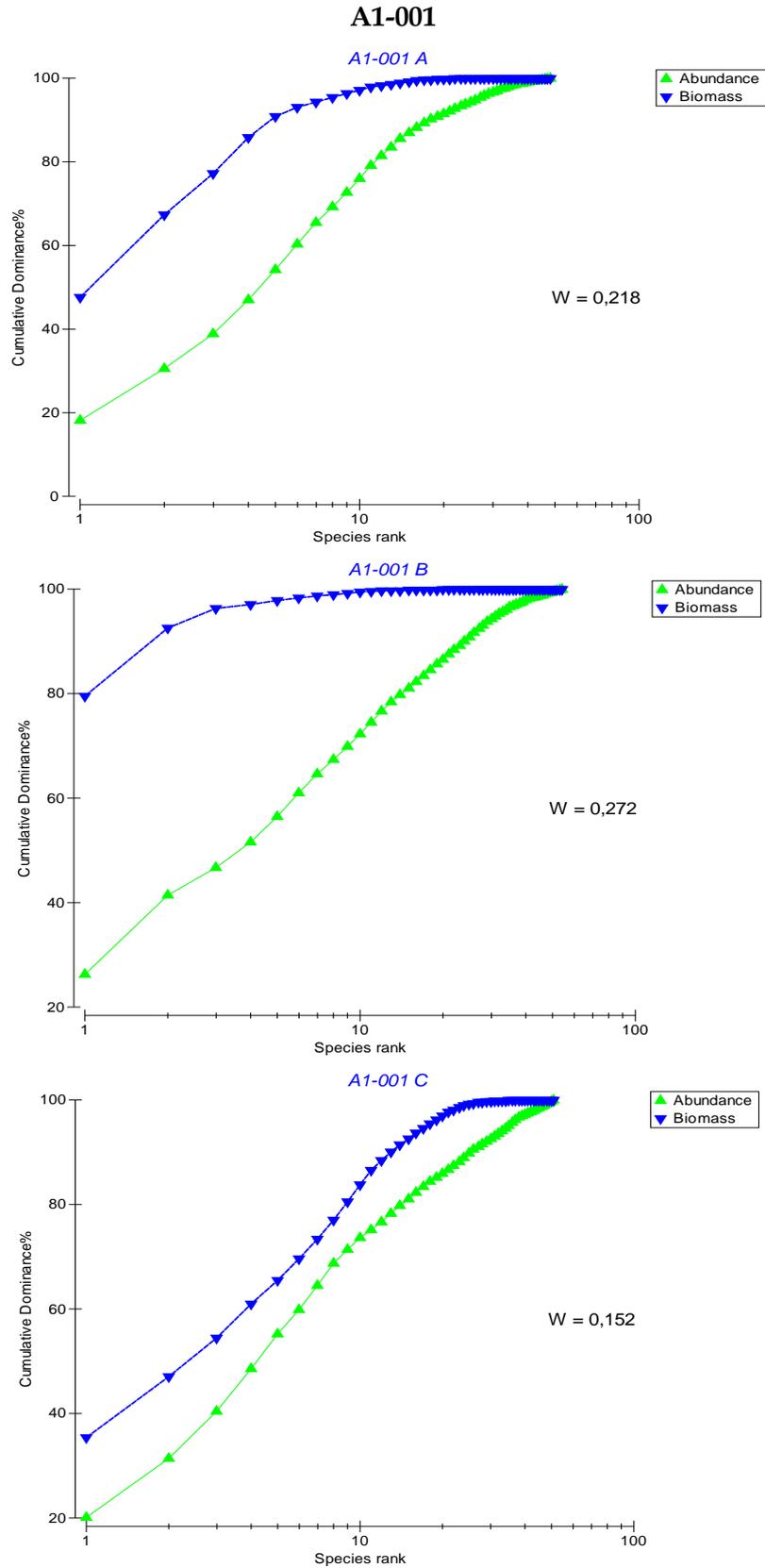


Fig. 3.12 Curve ABC per i tre campioni della tegna A1-001.

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

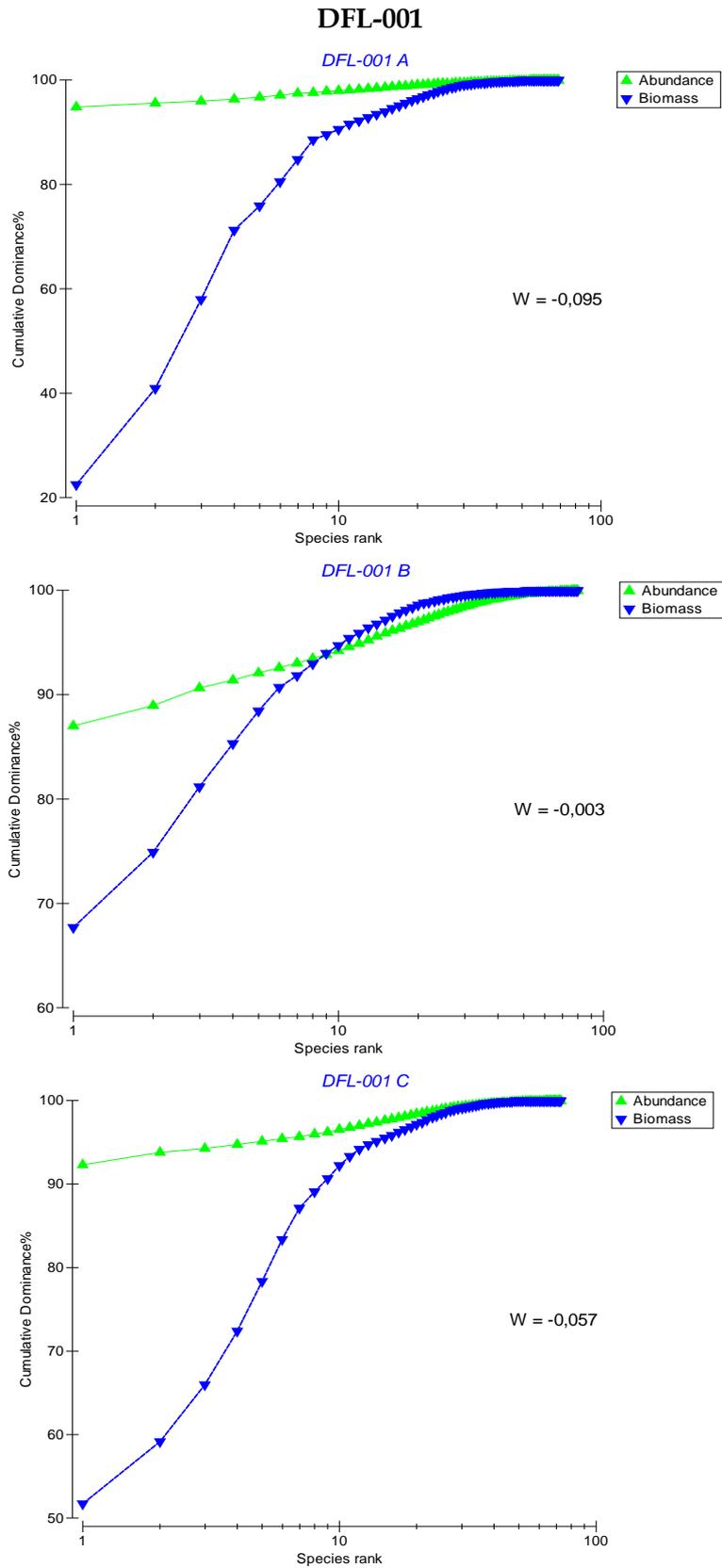


Fig. 3.13 Curve ABC per i tre campioni della tegna DFL-001.

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

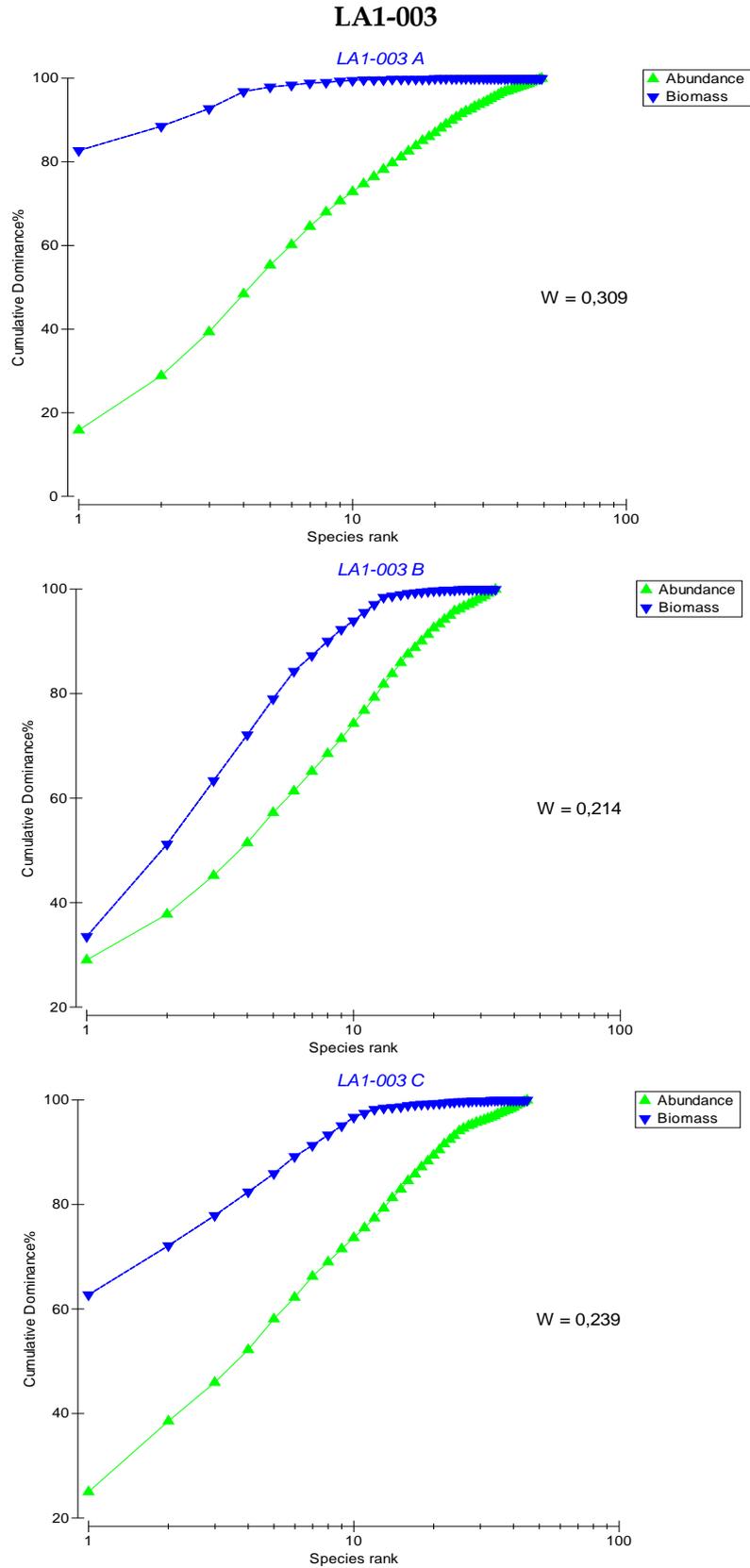


Fig. 3.14 Curve ABC per i tre campioni della tegna LA1-003.

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

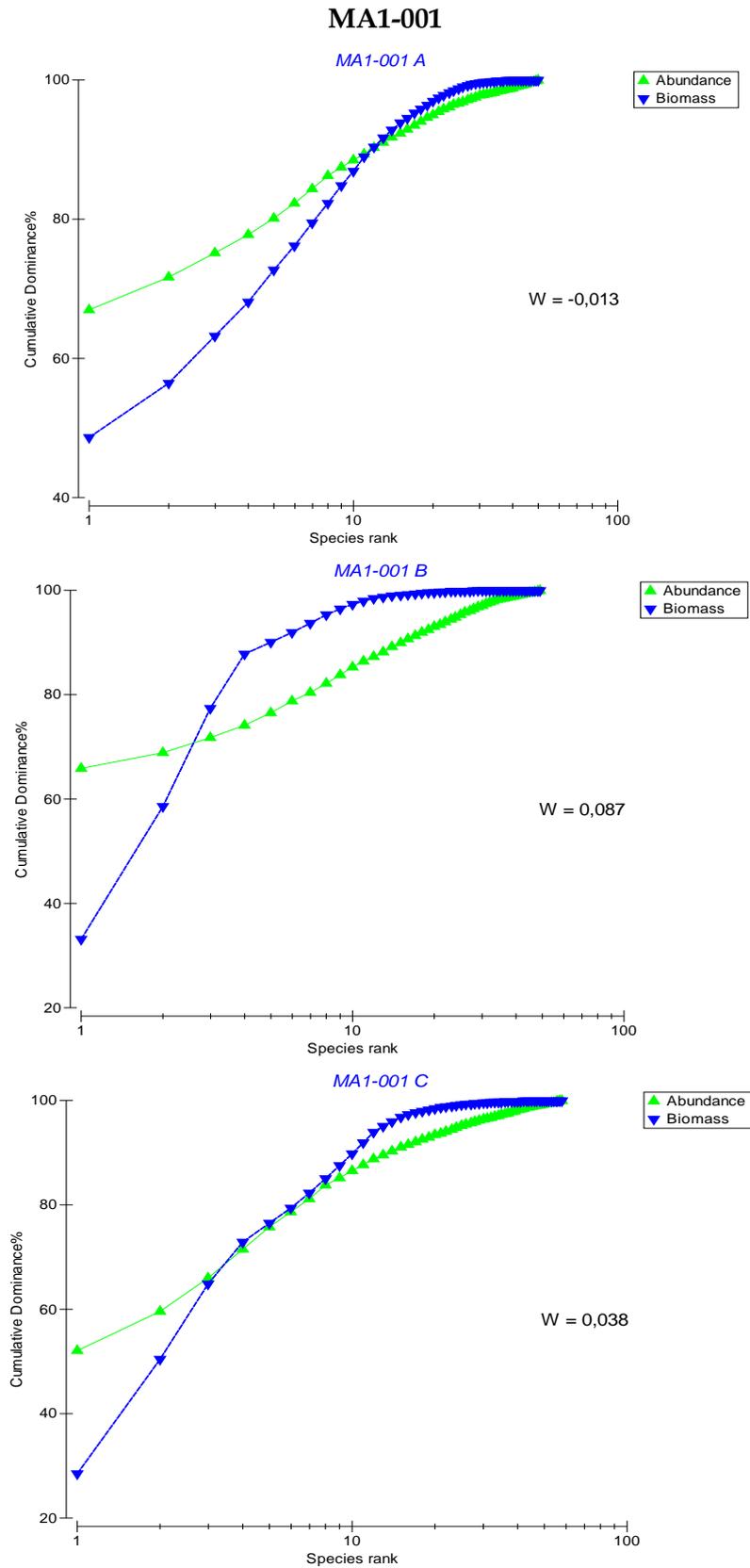


Fig. 3.15 Curve ABC per i tre campioni della tegna MA1-001.

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

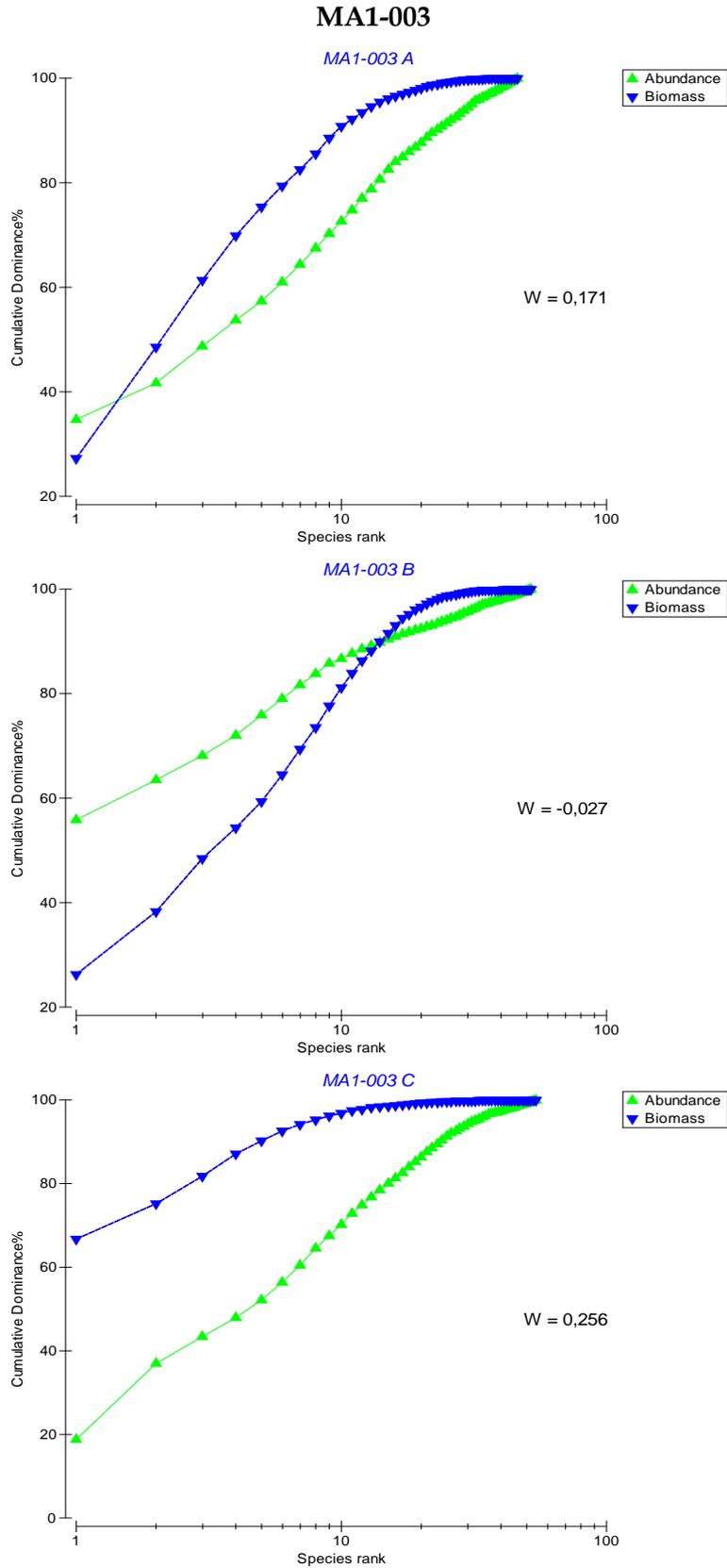


Fig. 3.16 Curve ABC per i tre campioni della tegna MA1-003.

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

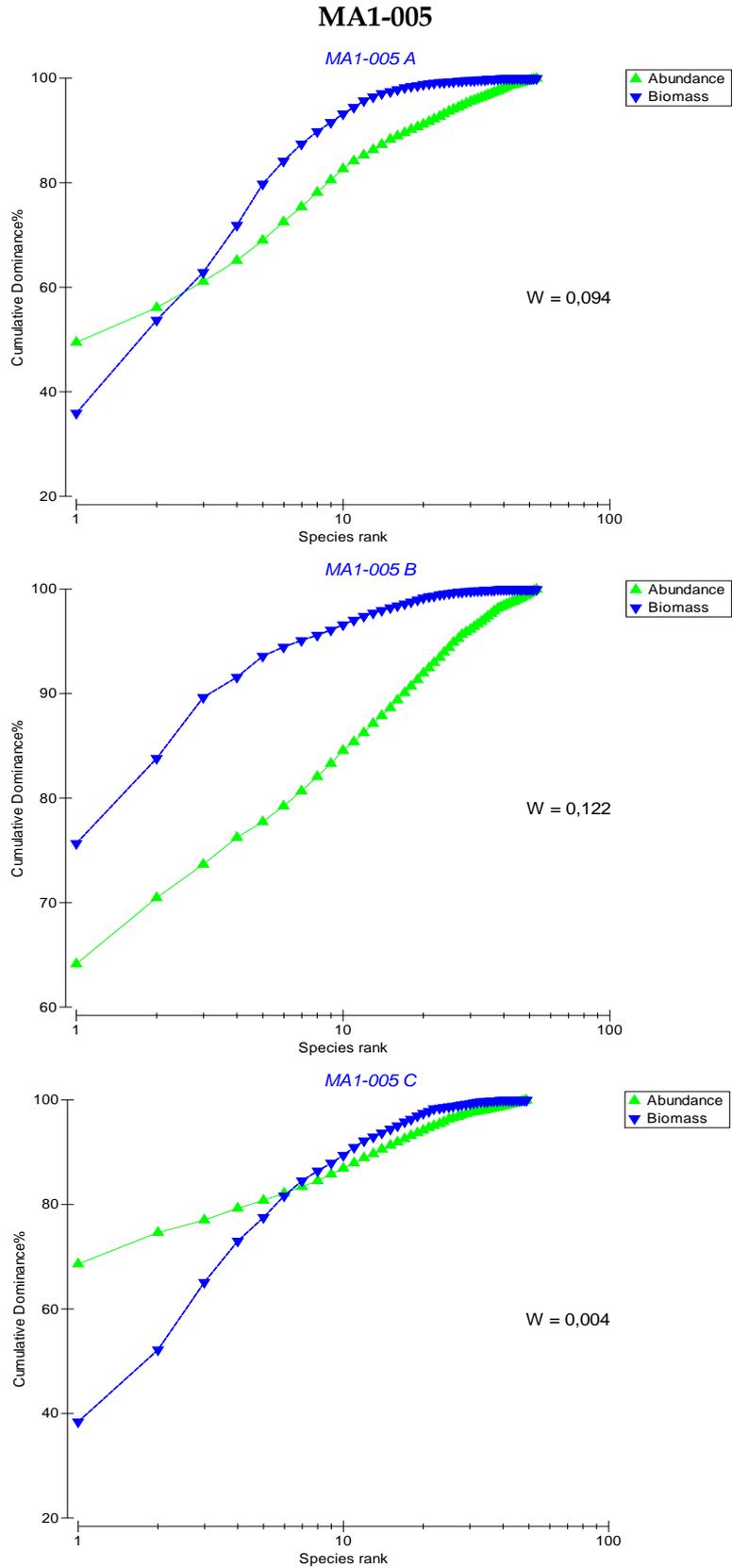


Fig. 3.17 Curve ABC per i tre campioni della tegna MA1-005.

3.1.3 *Analisi multivariata*

Per meglio indagare i rapporti di similitudine tra le comunità bentoniche delle 6 tegnie, si è proceduto con gli strumenti dell'analisi multivariata che permettono di analizzare il grado di similarità a livello, sia di repliche (campioni), sia di affioramento complessivo. In analogia con quanto osservato finora, sono stati indagati i rapporti di similarità per quanto riguarda sia gli organismi coloniali (con valori di copertura - Fig. 3.18), sia gli organismi non coloniali/vagili (valori di abbondanza - Fig. 3.19).

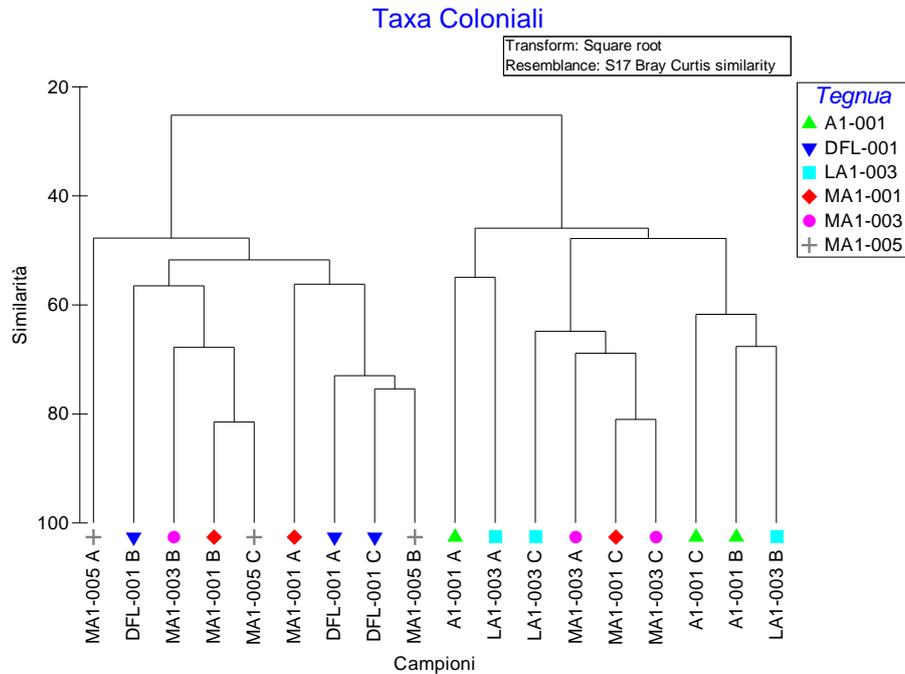


Fig. 3.18 Dendrogramma rappresentante i rapporti di similarità in base ai valori di copertura delle specie coloniali tra i 18 campioni delle 6 tegnie studiate.

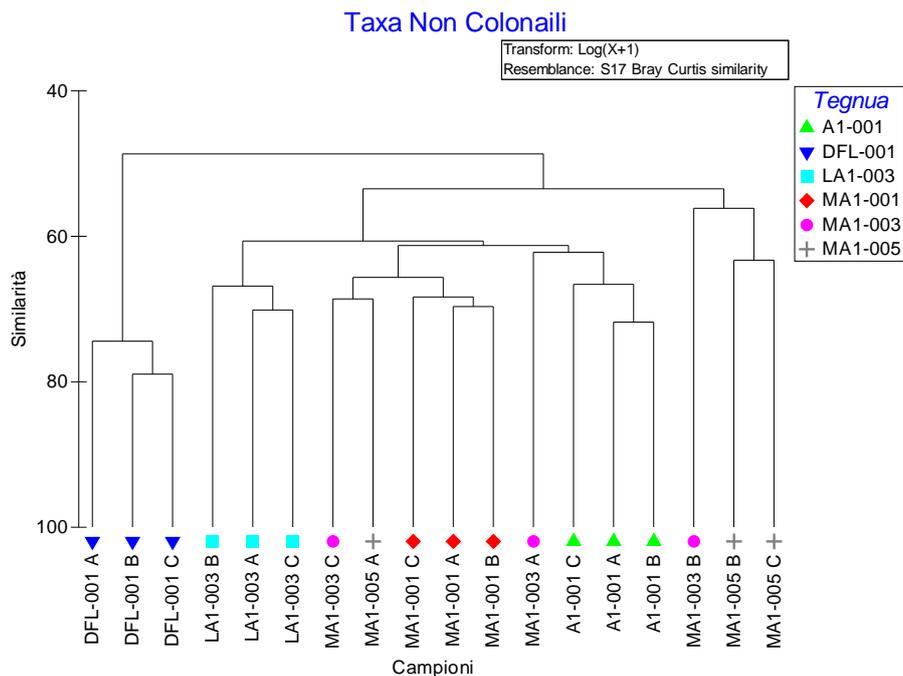


Fig. 3.19 Dendrogramma rappresentante i rapporti di similarità in base ai valori di abbondanza delle specie non coloniali/vagili tra i 18 campioni delle 6 tegnie studiate.

Per tutti i sei affioramenti rocciosi, la *cluster analysis* denota un buon grado di similarità, anche se non ottimale, tra le repliche della medesima tegnù. Per testare statisticamente il grado di diversità tra le repliche e quindi poter riunirle correttamente in un dato complessivo che rappresenti la tegnù, è stata applicata l'analisi statistica ANOSIM. Questa analisi consiste nel testare una "ipotesi nulla" nella quale si ritiene che le tre repliche di ogni tegnua non differiscano in modo significativo da quelle delle altre tegnue. Se il coefficiente di separazione tra i siti "R" ricade internamente alla distribuzione simulata di "R", si ritiene l'ipotesi nulla confermata, mentre, se ricade all'esterno la si ritiene rigettata. Nel caso dei nostri dati, si nota che il valore di R è esterno al campo della distribuzione simulata per un grado di errore del 0,1%, sia per quanto riguarda i dati di copertura degli organismi coloniali ($R = 0,493$, Fig. 3.20), sia per quanto riguarda l'abbondanza di quelli non coloniali/vagili ($R = 0,755$, Fig. 3.21). Si può quindi affermare, con un errore inferiore al 1%, che vi sia un maggior grado di similarità tra le repliche di ogni stazione, rispetto alle repliche di altre stazioni. Per una valutazione del livello di similarità tra i diversi affioramenti indagati, si può quindi utilizzare correttamente il dato complessivo delle tre repliche, anche al fine di limitare la variabilità e avere dati più omogenei per il confronto.

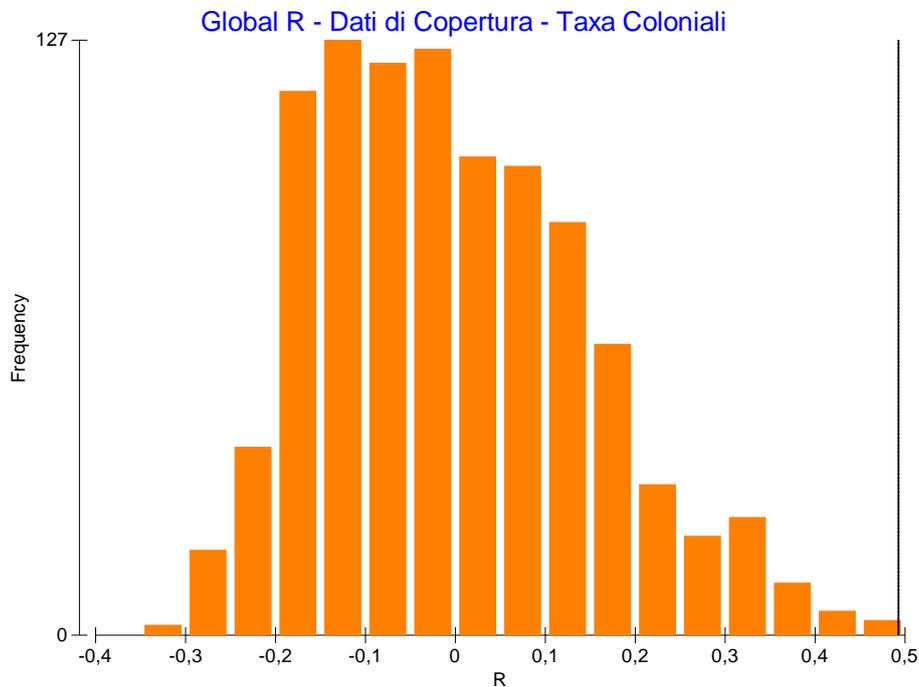


Fig. 3.20 Distribuzione simulata di R ottenuta con l'applicazione di ANOSIM alla matrice dei valori copertura. Valore di $R = 0,493$ che cade poco al di fuori della distribuzione ottenuta da 999 permutazioni.

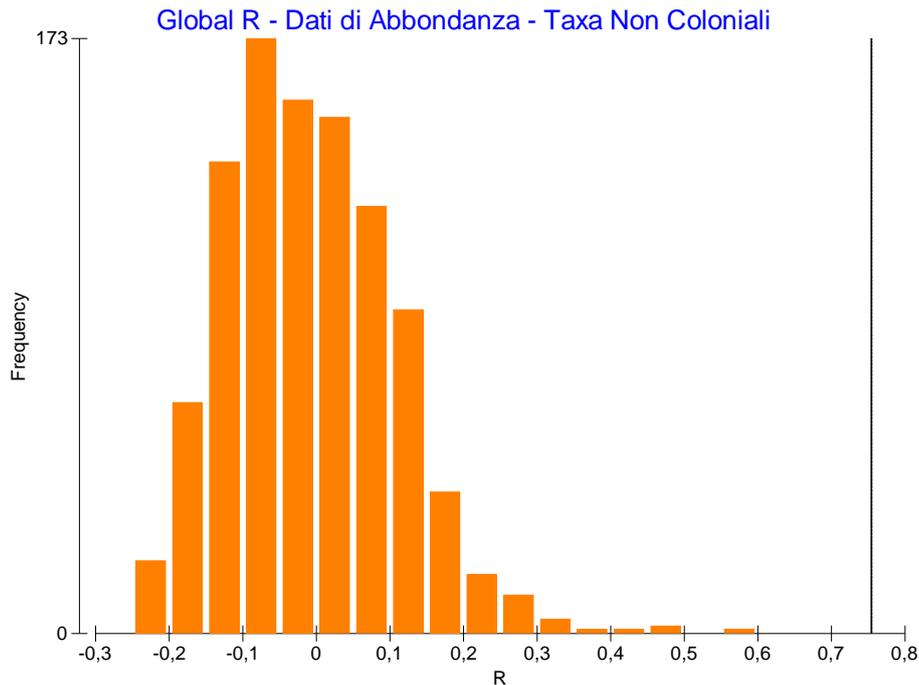


Fig. 3.21 Distribuzione simulata di R ottenuta con l'applicazione di ANOSIM alla matrice dei valori di Abbondanza. Valore di R = 0,755 che cade al di fuori della distribuzione ottenuta da 999 permutazioni.

Valutando come si aggregano per similarità i 6 affioramenti rocciosi, si nota come i valori di copertura delle specie coloniali (Fig. 3.22), in base alla similarità dei campioni, diano un ordinamento diverso da quello dato dai valori di abbondanza delle specie non coloniali/vagili (Fig. 3.23). Per la comunità degli organismi coloniali si distinguono due gruppi principali che si dividono ad un livello di similarità di circa 50%. Si trovano da un lato gli affioramenti DFL-001 e MA1-005, simili tra loro per oltre il 60%, e i più poveri in termini di copertura (Fig. 3.7), dall'altro gli altri 4 affioramenti che si separano ulteriormente in due sottogruppi, in base alle bocche di porto di appartenenza. Gli affioramenti LA1-003 e A1-001 hanno comunità di taxa coloniali molto ricche e un livello di similarità di circa il 75% di similarità, mentre le stazioni MA1-001 e MA1-003, afferenti alla bocca di Malamocco, presentano una similarità di circa il 60%.

La *cluster analysis* applicata ai valori di abbondanza degli organismi non coloniali/vagili dei sei affioramenti (Fig. 3.23) denota una suddivisione in due gruppi distinti ad un livello di similarità di circa il 55% con una separazione netta tra la stazione DFL-001 e gli altri 5 affioramenti. Questo gruppo si separa poi secondo la bocca di porto di appartenenza ad un livello di similarità del 70%.

La similarità tra le comunità dei due gruppi risulta particolarmente elevata per quanto riguarda l'abbondanza degli organismi non coloniali/vagili (similarità media oltre il 55%), mentre molto minore lo è per il parametro copertura degli organismi coloniali, con valori attorno al 30%. Come si osserva dai cluster (Fig. 3.23), l'ordinamento delle stazioni non rispetta in pieno la ripartizione tra le bocche, ma, sulla base delle comunità bentoniche, accomuna tra loro l'affioramento MA1-005 della bocca di Malamocco con l'affioramento DFL-001 della bocca di Lido. Le tegnue A1-001 e LA1-003 hanno comunità molto simili e più vicine a quella della stazione MA1-001 e MA1-003.

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

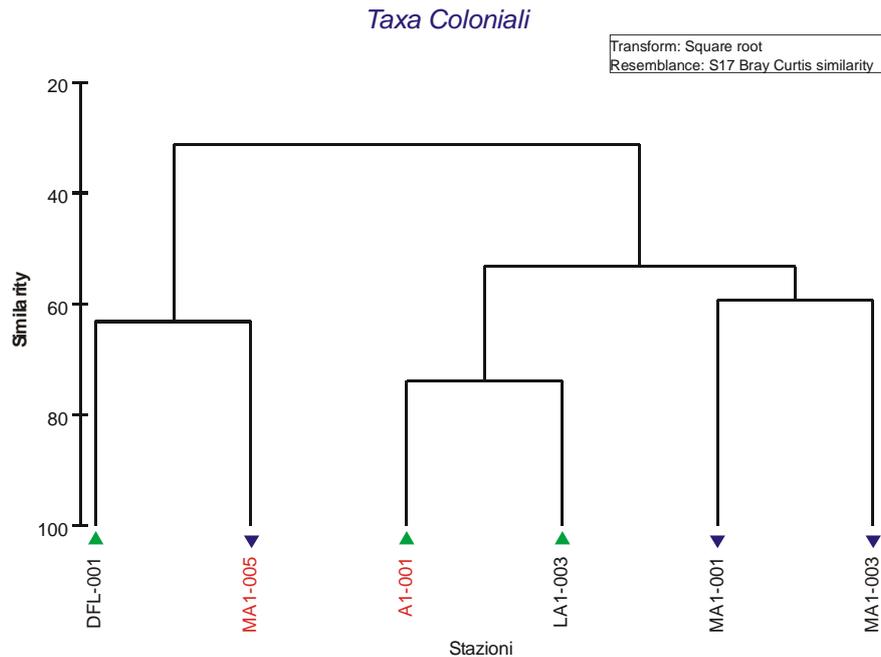


Fig. 3.22 Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento della similarità tra le comunità zoobentoniche delle 6 tegnie in base all'indice di Bray-Curtis per i valori di copertura (organismi coloniali). I diversi mark indicano la bocca lagunare di competenza.

Le tegnie MA1-001, MA1-005 e DFL-001 presentano comunità caratterizzate dai valori minori di diversità (H' e $ES(50)$) ed equitabilità (Tabella 3.6), ma d'altro canto presentano popolamenti con alto numero di individui (Fig. 3.8), in particolare per la presenza di policheti, piccoli crostacei (*Pisidia longimana*) e stelle serpentine (*Ophiotrix fragilis*). L'indice di ricchezza di Margalef, che pondera maggiormente l'abbondanza di individui, registra, infatti, i valori maggiori per la tagna DFL-001 nel gruppo delle tegnie del Lido; gli affioramenti MA1-001 ed MA1-005, invece, hanno buoni valori per questo indice, ma non i maggiori dell'area di Malamocco.

Per quanto concerne i valori di copertura delle specie coloniali, osserviamo come siano bassi in questo gruppo di affioramenti rocciosi. Associando queste osservazioni a quanto già visto per la presenza di *Sabellaria spinulosa*, possiamo ipotizzare che in queste tegnie vi siano i maggiori valori di sedimentazione che, da un lato facilitano la presenza di alcune specie, ma dall'altro riducono la presenza di quelle coloniali filtratrici, come alcuni Porifera e Briozoa, condizionate da alti valori di sedimentazione [<http://www.aiam.info>; Mariani *et al.*, 2005].

Queste osservazioni concordano in ampia parte con quanto osservato nel corso delle precedenti campagne B.6.72, confermando quindi le considerazioni espresse in merito alla struttura di queste comunità bentoniche.

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

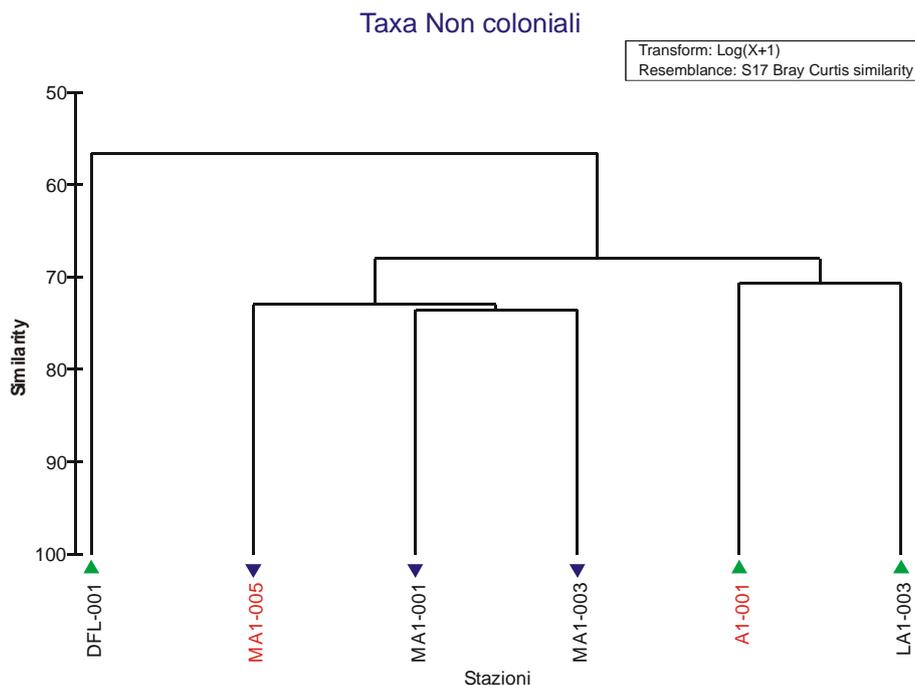


Fig. 3.23 Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento della similarità tra le comunità zoobentoniche delle 6 tegnie in base all'indice di Bray-Curtis per i valori di abbondanza degli organismi non coloniali/vagili). I diversi simboli indicano la bocca lagunare di competenza.

3.2 Macrophytobenthos

3.2.1 Consistenza e composizione floristica

Nei rilievi condotti sugli affioramenti rocciosi prossimi alle bocche di porto di Lido e di Malamocco sono stati rilevati complessivamente 44 taxa macroalgali, ripartiti in 34 Rhodophyta (alghe rosse, 77,3%), 2 Ochrophyta (=Phaeophyta, alghe brune, 4,5%) e 8 Chlorophyta (alghe verdi, 18,2%); 31 macroalghe sono state classificate a livello di specie e 11 a livello di genere (Tab. 3.7).

Sempre in riferimento al numero di specie, quello complessivo per affioramento roccioso (Fig. 3.25) (considerando l'insieme delle tre repliche) è variato da 3 (LA1-003) a 20 (DFL-001), mentre, a livello di singola replica, è compreso da 0 (LA1-003 replica B) a 14 (MA1-001 replica A); il numero medio di specie, invece, è pari a 11 negli affioramenti della bocca di Lido e 16 in quelli di Malamocco (Fig. 3.24).

Questi valori appaiono limitati se confrontati con quelli che si rilevano in Mediterraneo, che, per una superficie di campionamento di 900 cm², sono compresi tra 40 e 80 specie [Cormaci e Furnari, 1991]. Tali differenze si riducono se il raffronto avviene con ambienti di substrato duro del litorale marino lagunare di paragonabile profondità (7-8 m), dove il numero di specie rilevato è, invece, dell'ordine di 18-20 specie, con un bilanciamento più equilibrato tra le tre categorie sistematiche [Mag. alle Acque-SELIC, 2007].

Come per il numero di specie, nel presente studio per le macroalghe è stata osservata una ripartizione non bilanciata anche per le tre categorie sistematiche (alghe rosse, alghe brune e alghe verdi). Lo sbilanciamento non riguarda tanto l'elevata presenza di Rhodophyta, che dal punto di vista ecologico è da ritenersi un fattore positivo, quanto la limitata presenza di alghe brune che, come nel precedente monitoraggio, sono limitate al solo genere *Dictyota* (Fig. 3.25). La ridotta o quasi nulla presenza di specie appartenenti a questo raggruppamento macroalgale conferma l'esistenza di fattori di disturbo lungo la fascia costiera del nord Adriatico, che si accentua nelle

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

aree di pertinenza delle tre bocche di porto, man mano che aumenta la profondità. Un ulteriore contributo all'accentuazione dei fattori di disturbo è imputabile all'altezza non elevata degli affioramenti rocciosi oggetto dell'indagine, che risultano così maggiormente esposti alla risospensione e al seppellimento da parte dei sedimenti limitrofi, anche in conseguenza di eventi meteomarinari.

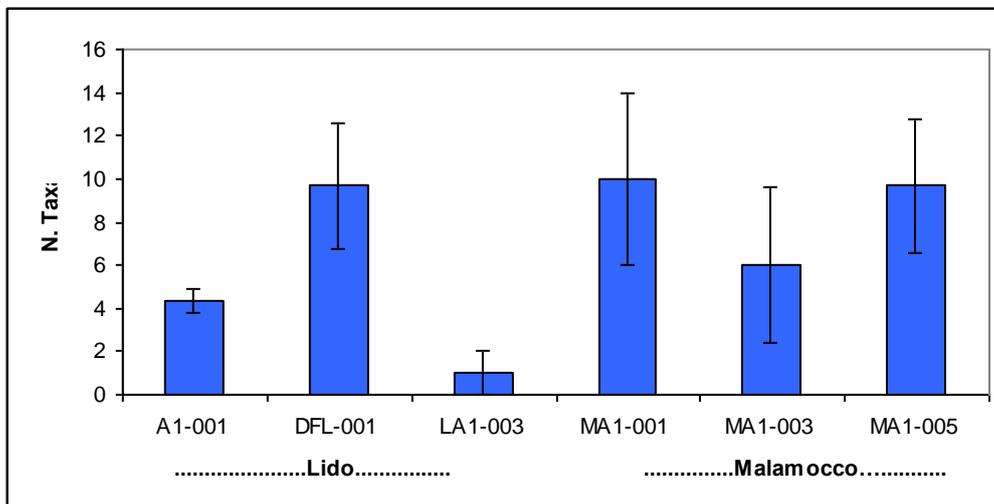


Fig. 3.24 Numero di taxa medio per affioramento (media di tre repliche di 50 x 50 cm ciascuna). La barra rappresenta la deviazione standard. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (Lido) e MA1 005 (Malamocco).

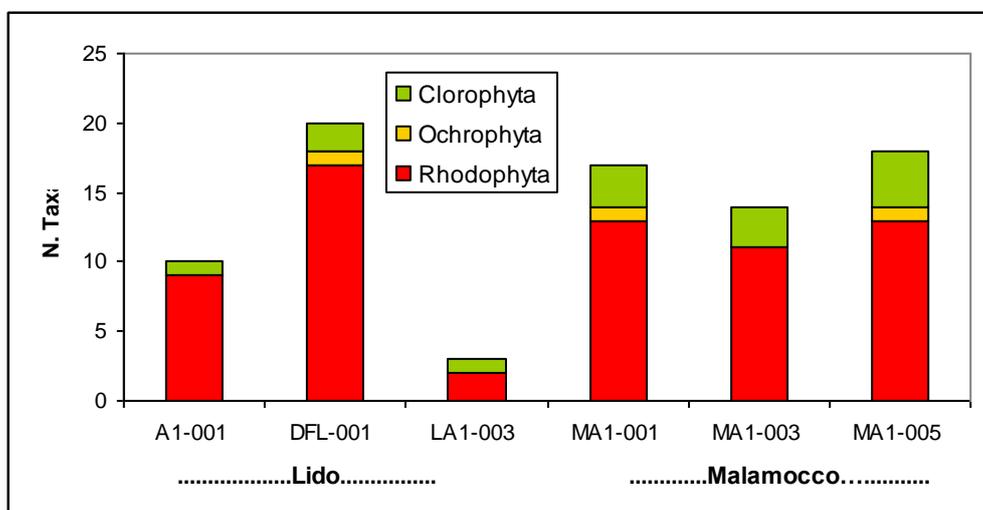


Fig. 3.25 Ripartizione delle specie nelle tre categorie sistematiche macroalgali. I valori di ogni affioramento si riferiscono all'elenco floristico complessivo delle tre repliche (50 x 50 cm ciascuna).

Anche il confronto con lavori eseguiti su affioramenti rocciosi (tegnue) del nord Adriatico e del litorale veneto ([Curiel *et al.*, 2001] - 83 specie in 7 affioramenti rocciosi ripartite in 58 Rhodophyta, 13 Phaeophyta e 12 Chlorophyta; [Magistrato alle Acque, 2006] - 98 specie in 21 affioramenti rocciosi ripartite in 63 Rhodophyta, 17 Phaeophyta e 18 Chlorophyta; [ARPAV, 2006] - 66 specie macroalgali suddivisi in 46 Rhodophyta, 8 Ochrophyta e 12 Chlorophyta) conferma come gli affioramenti rocciosi oggetto del monitoraggio presentino una limitata consistenza floristica complessiva e uno scarso bilanciamento tra le tre categorie sistematiche. Nello specifico del presente monitoraggio, le cause di questa ridotta presenza floristica sono da ricondursi alla

limitata trasparenza delle acque (Disco Secchi di 3-4 m) e alla tipologia dei substrati indagati che risultano di piccola dimensione, ridotta elevazione dal fondale e vicini alla linea di costa.

Un secondo parametro di analisi per le macroalghe è l'abbondanza, determinata calcolando il ricoprimento (spazio occupato dall'alga in proiezione sul substrato - [Boudouresque, 1971]), non essendo possibile quantificare il numero dei talli presenti sui substrati. Anche questo parametro denota una scarsa presenza di macroalghe sui substrati, poiché è variato tra 0 cm² (0%) della replica LA1-003 B e 67,5 cm² (2,7%) della replica MA1-001 A, oppure, considerando l'intero affioramento roccioso (somma delle tre repliche pari a 7.500 cm²), da 4,5 cm² (0,06%) di LA1-003 a 135 cm² (1,8%) di MA1-001; il ricoprimento medio delle macroalghe sui tre affioramenti di lido è pari a 4,8 cm² (0,2%), mentre per i tre della macroarea di Malamocco è di 34,6 cm² (1,4%). Appare quindi evidente come i ricoprimenti specifici e totali delle macroalghe in questo studio risultino molto limitati o quasi nulli e come, rispetto al precedente anno di monitoraggio, permanga una differenza tra i valori rilevati negli affioramenti di Malamocco e quelli di Lido. Nel grafico di figura 3.26 le differenze tra le due bocche appaiono marcate, ma bisogna tener conto anche del fatto che, essendo la superficie di campionamento pari a 7.500 cm² per ogni singolo affioramento, la superficie colonizzata dalle macroalghe, in percentuale, è effettivamente limitata o nulla.

Anche la ripartizione dell'abbondanza delle macroalghe (Fig. 3.27) nelle tre categorie biologiche (Rhodophyta, Ochrophyta e Chlorophyta) non appare equilibrata. Nel complesso, negli affioramenti relativi alla bocca di Malamocco, dove non sono del tutto assenti le Ochrophyta, si rileva una ripartizione più equilibrata dei tre gruppi sistematici rispetto a quanto si verifici, invece, per quelli della bocca di Lido. Considerando che le abbondanze nel loro complesso sono comunque molto limitate, gli affioramenti di Malamocco sono colonizzati prevalentemente dalle alghe rosse sciafile *Cryptonemia* (MA1-003 e MA1-005) e *Rhodymenia* spp.; per le alghe verdi la sola alga presente con un'abbondanza significativa è *Ulva*, i cui valori nell'affioramento MA1-001, anche rispetto a tutte le altre specie, sono tra i più elevati. Da segnalare, infine, la scarsa presenza delle alghe rosse calcaree appartenenti ai generi *Peyssonnelia* e *Lithophyllum*, caratteristiche di questi ambienti sciafili e rilevate con maggiore abbondanza nel precedente monitoraggio.

Negli affioramenti i ricoprimenti risultano limitati come nei precedenti monitoraggi e le sole specie che colonizzano i substrati in modo significativo sono l'alga verde *Ulva latevirens* e l'alga rossa *Cryptonema lomation*

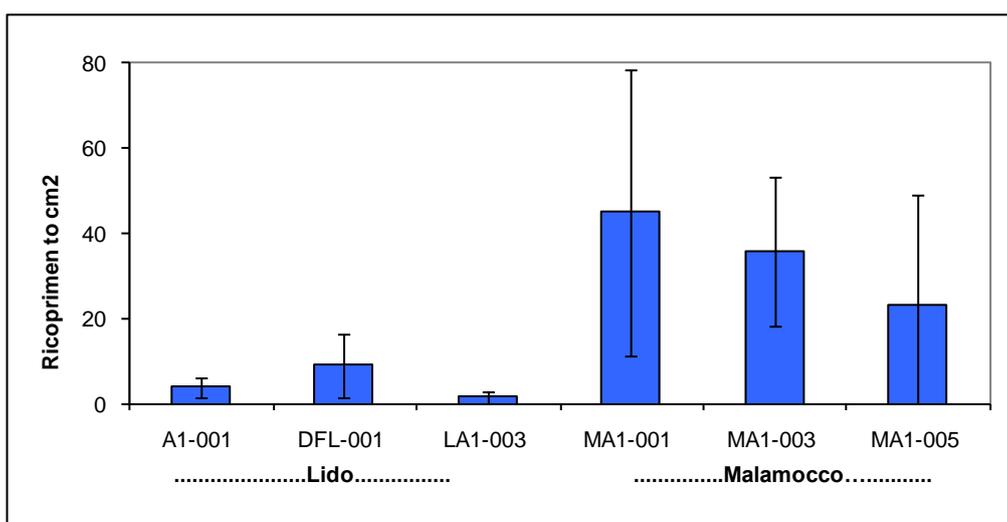


Fig. 3.26 Abbondanza macroalgale media per affioramento roccioso (media di tre repliche di 50 x 50 cm ciascuna). Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (Lido) e MA1 005 (Malamocco).

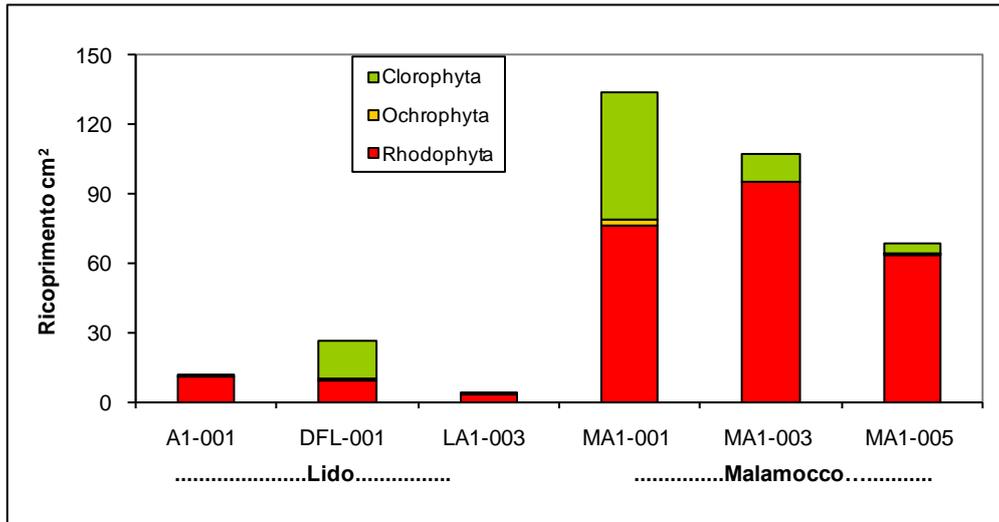


Fig. 3.27 Ripartizione dell'abbondanza delle tre categorie sistematiche macroalgali. I valori di ogni affioramento si riferiscono all'elenco floristico complessivo delle tre repliche (50 x 50 cm ciascuna).

La suddivisione delle specie rilevate in relazione all'appartenenza al gruppo ecologico sciafile o fotofile denota una prevalenza, sia per numero sia per abbondanza, delle specie sciafile su quelle fotofile (Fig. 3.28). È interessante osservare che, mentre l'abbondanza delle alghe sciafile è data da un numero significativo di specie (con una o due specie dominanti sulle altre), per le fotofile contribuisce all'abbondanza quasi esclusivamente, quando presente, *Ulva laetevirens*.

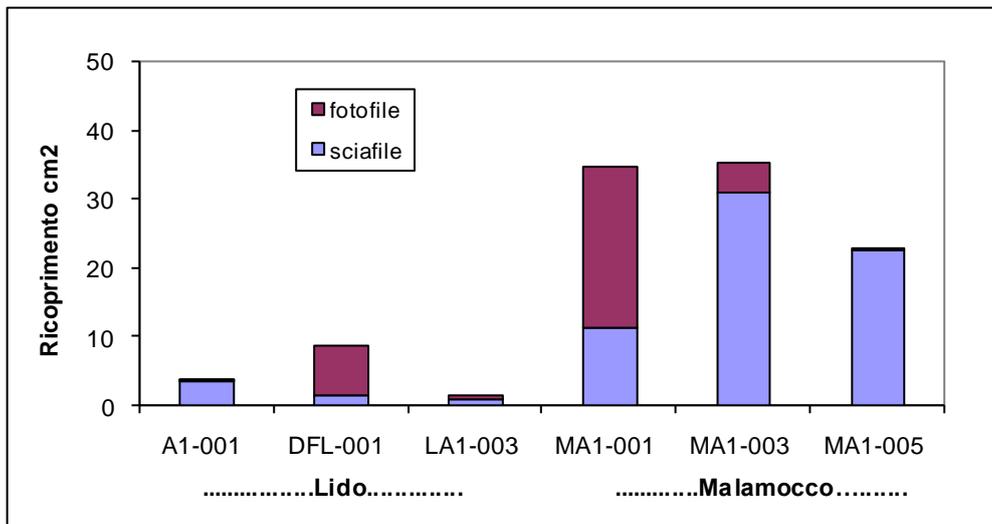


Fig. 3.28 - Ripartizione dell'abbondanza delle macroalghe in relazione alla loro appartenenza al gruppo ecologico delle specie sciafile e fotofile. I valori di ogni affioramento si riferiscono all'elenco floristico complessivo delle tre repliche (50 x 50 cm ciascuna).

L'analisi della ripartizione delle specie in relazione alla loro appartenenza ai gruppi funzionali (*corticate-terete*, *crustose*, *filamentose*, *fogliose*) (Fig. 3.29) denota, negli affioramenti di Lido, una lieve prevalenza delle specie a tallo fogliare sulle altre, dovuta principalmente alla presenza dell'alga verde *Ulva laetevirens* e dell'alga rossa *Cryptonema lomation*; anche negli affioramenti della bocca di Malamocco dove, come nell'anno precedente di monitoraggio, le abbondanze sono maggiori rispetto a Lido, si ha una maggiore presenza di specie a tallo foglioso, come l'alga verde *Ulva laetevirens* e le alghe rosse *Cryptonema lomation* e *Rhodymenia ardissoni*. All'abbondanza delle alghe

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

corticate-terete nell'affioramento MA1-001 contribuisce esclusivamente l'alga *Solieria filiformis*, specie di recente introduzione nell'ambiente lagunare veneto.

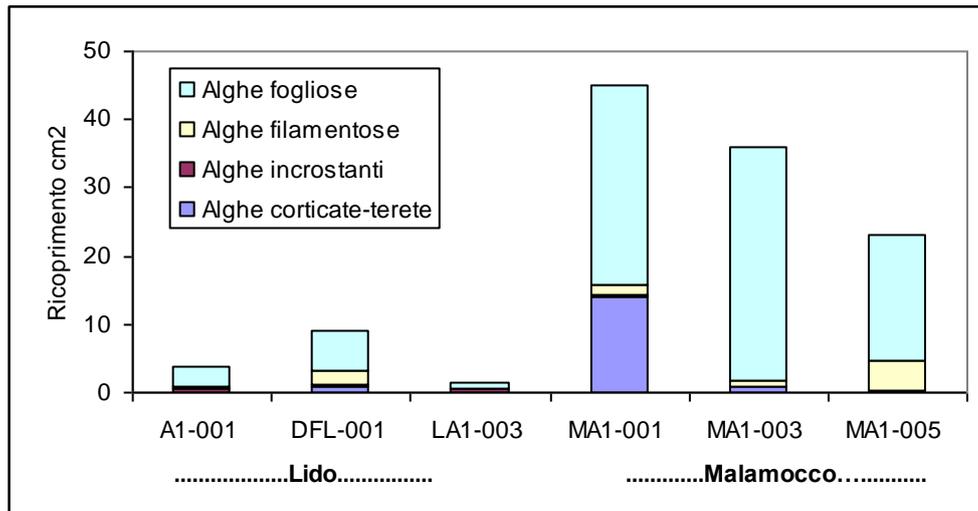


Fig. 3.29 Ripartizione dell'abbondanza delle macroalghe in relazione alla loro appartenenza al gruppo ecologico delle specie sciafile e fotofile. I valori di ogni affioramento si riferiscono all'elenco floristico complessivo delle tre repliche (50 x 50 cm ciascuna).

Le immagini fotografiche riportate di seguito mostrano alcune delle principali specie macroalgali rinvenute sui substrati e fotografate in laboratorio. Le immagini eseguite durante le fasi di campionamento del presente monitoraggio relative a 5 affioramenti, si riferiscono a dei fotomosaici dai quali possibile desumere come la copertura delle macroalghe sia estremamente limitata.

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

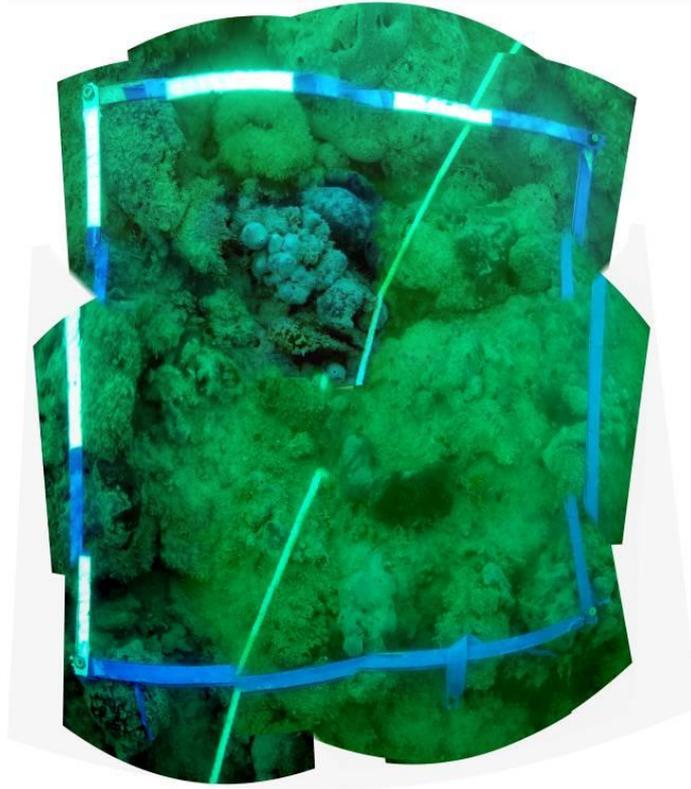


Foto mosaico affioramento A1-001 replica A

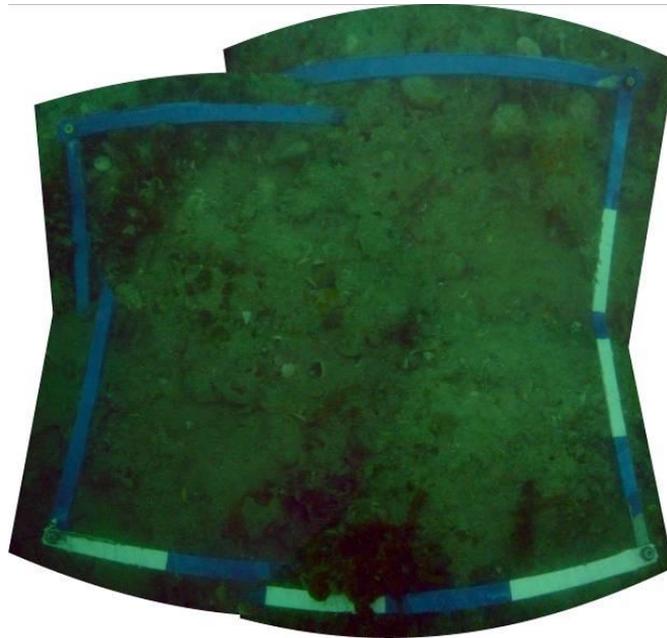


Foto mosaico affioramento DFL replica C

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

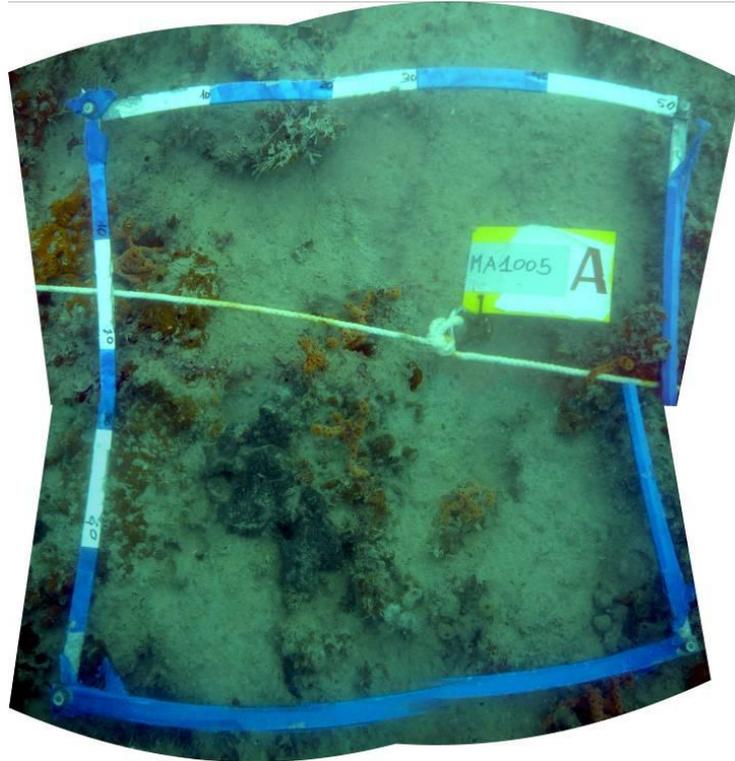


Foto mosaico affioramento MA1-005 replica A

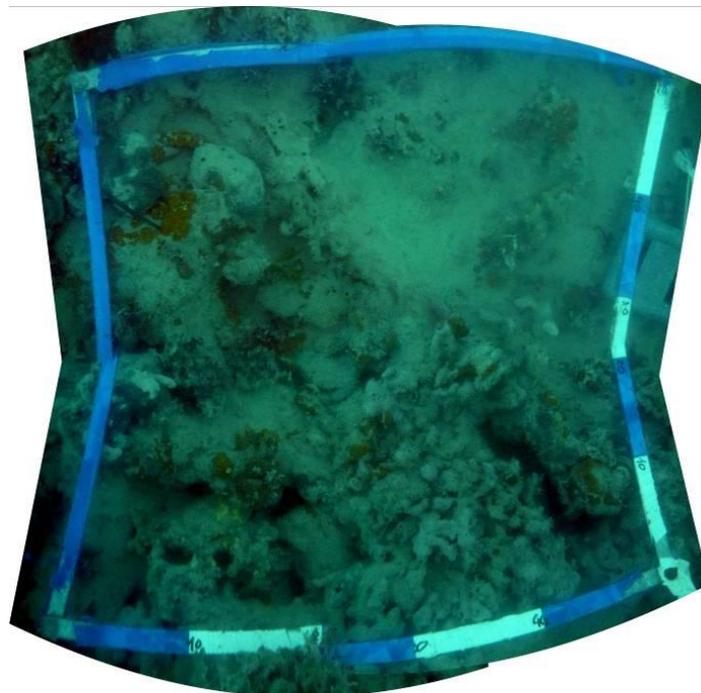


Foto mosaico affioramento MA1-003 replica C

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

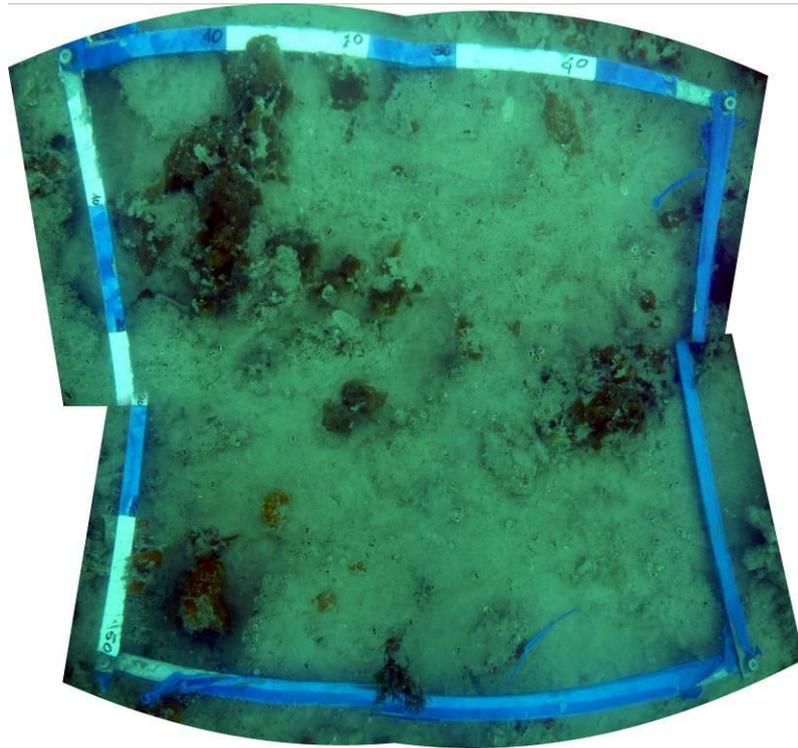


Foto mosaico affioramento MA1-001 replica B

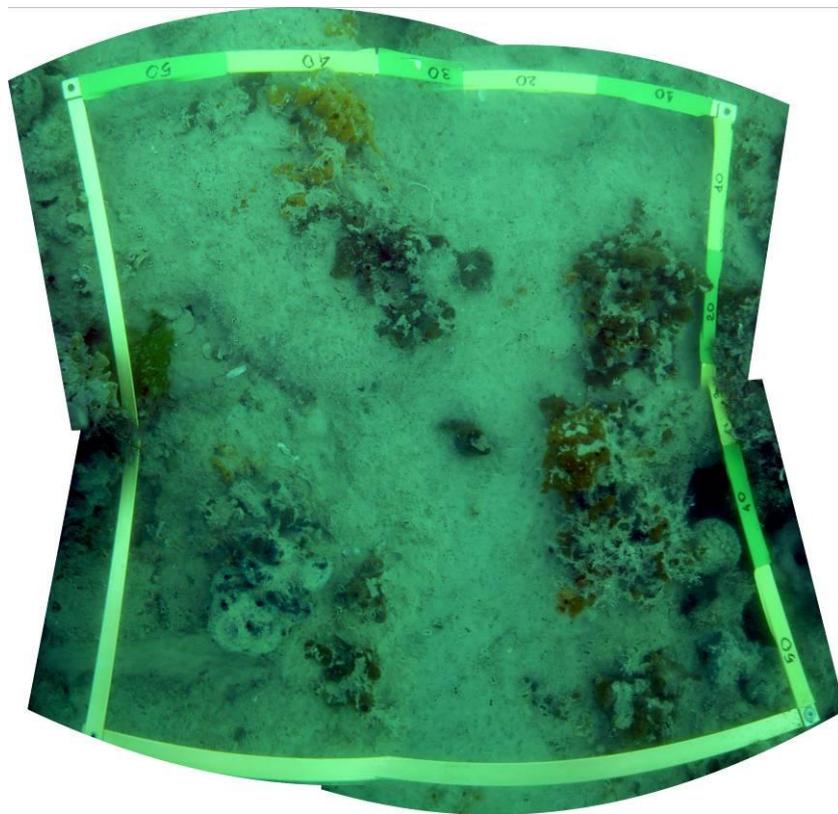


Foto mosaico affioramento MA1-001 replica A

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



Rhodymenia ardissoni (Rhodophyta).

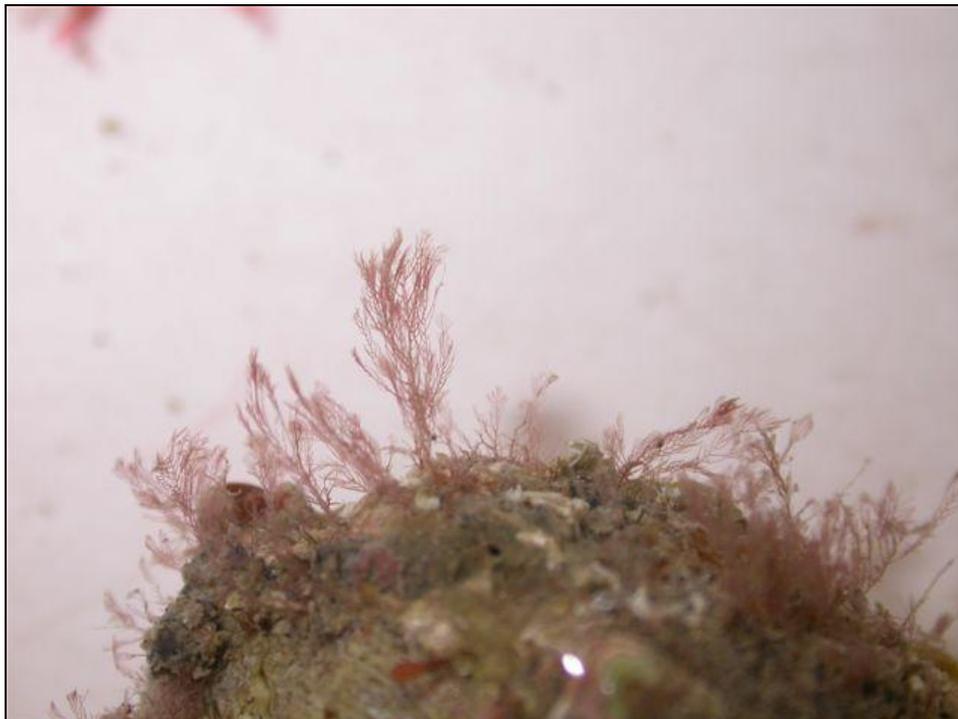


Cryptonemia lomation (Rhodophyta).

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



Ceramium sp. (Rhodophyta).



Aglaothamnion tripinatum (Rhodophyta).

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

Tabella 3.7 - Elenco delle specie e valori di abbondanza (ricoprimento in cm²) dei 6 affioramenti rocciosi (i valori di ciascuna specie si riferiscono, per ogni sito, al ricoprimento totale delle tre repliche).

Rhodophyta	----- LIDO -----			--- MALAMOCCO ---		
	A1-001	DFL-001	LA1-003	MA1-001	MA1-003	MA1-005
Aglaothamnion sp.	0,05	0,85	---	---	---	0,25
Aglaothamnion tenuissimum (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer	---	---	---	---	0,8	1,5
Aglaothamnion tripinnatum (C. Agardh) Feldmann-Mazoyer	---	---	---	3,6	0,1	6,5
Anotrichium furcellatum (J. Agardh) Baldock	0,05	1,8	---	---	0,6	---
Antithamnion cruciatum (C. Agardh) Nägeli	0,05	---	---	---	---	---
Bangia fuscopurpurea (Dillwyn) Lyngbye	---	---	---	---	---	0,01
Centroceras clavulatum (C. Agardh) Montagne	---	---	---	0,9	0,9	0,3
Ceramium diaphanum (Lightoof) Roth	---	2	---	---	---	---
Ceramium sp.	0,05	0,15	---	---	---	0,2
Chondria capillaris (Huds.) M.J. Wynne	---	0,6	---	4	0,8	---
Cryptonemia lomation (A. Bertoloni) J. Agardh	6	---	1,5	8	70	41
Dasya sp.	---	---	---	0,03	---	---
Erythrocladia irregularis Rosenvinge	---	0,01	---	0,02	0,15	---
Gastroclonium sp.	---	---	---	---	---	0,05
Gracilaria cfr. gracilis	---	---	---	8	---	---
Gracilaria sp.	---	0,8	---	---	---	---
Hydrolithon boreale (Foslie) Y.M. Chamberlain	---	0,11	---	0,04	---	---
Hypnea musciformis (Wulfen) J.V. Lamouroux	---	1,4	---	---	---	---
Lithophyllum pustulatum (J.V. Lamouroux) Foslie	1,5	---	---	---	---	---
Melobesia membranacea (Esper) J.V. Lamouroux	---	0,01	---	---	---	---
Nitophyllum punctatum (Stackhouse) Greville	---	0,8	---	---	---	---
Peyssonnelia sp.	0,6	0,3	2	---	0,5	0,5
Polysiphonia denudata (Dillwyn) Greville ex Harvey	---	0,1	---	---	---	---
Polysiphonia elongata (Hudson) Sprengel	---	0,3	---	---	---	---
Polysiphonia scopulorum Harvey	---	---	---	---	---	0,1
Polysiphonia sp.	---	0,1	---	0,1	---	---
Radicilingua thysanorhizans (Holmes) Papenfuss	0,15	---	---	---	---	---
Rhodophyllis divaricata (Stackhouse) Papenfuss	---	---	---	0,5	---	1,7
Rhodymenia ardissoni J. Feldmann	---	---	---	21	15	9
Rhodymenia pseudopalmata (J.V. Lamouroux) P.C. Silva	3	---	---	---	5	3,5
Rhodymenia sp.	---	0,3	---	---	---	---
Solieria filiformis (Kützinger) P.W. Gabrielson	---	---	---	30	1,5	---
Spermothamnion repens (Dillwyn) Rosenvinge	---	0,2	---	---	---	---
Spyridia filamentosa (Wulfen) Harvey	---	---	---	0,2	---	---

Ochrophyta	----- LIDO -----			--- MALAMOCCO ---		
	A1-001	DFL-001	LA1-003	MA1-001	MA1-003	MA1-005
Dictyota dichotoma (Hud.) Lam. var. intricata (C. Ag.) Greville	---	---	---	3,2	---	---
Dictyota sp.	---	0,45	---	---	---	0,1

Chlorophyta	----- LIDO -----			--- MALAMOCCO ---		
	A1-001	DFL-001	LA1-003	MA1-001	MA1-003	MA1-005
Chaetomorpha linum (O.F. Müller) Kützinger	---	---	---	---	---	0,2
Cladophora coelothrix Kützinger	---	1	---	---	---	---
Cladophora sp.	---	---	---	---	0,3	---
Entocladia viridis Reinke	---	---	---	0,21	0,03	---
Pseudochlorodesmis furcellata (Zanardini) Børgesen var. furcellata	---	---	---	---	---	3,7
Ulva laetevirens Areschoug	0,3	15,6	1	55	12	---
Ulva sp.	---	---	---	---	---	0,1
Ulvella lens P.et H. Crouan	---	---	---	0,1	---	0,4

3.2.2 *Analisi statistica e indici di diversità*

L'impiego di metodiche multivariate permette di eseguire contemporaneamente confronti tra le comunità rilevate in più affioramenti, elaborando matrici di similarità, basandosi oltre che sull'elenco delle specie, anche sui valori di abbondanza [Clarke et Warwick, 1994]. Nello specifico di questo rapporto, l'impiego di queste tecniche è servito per valutare il grado di similarità delle comunità campionate, sia a livello di repliche, sia di stazioni.

La *cluster analysis* e l'analisi MDS applicata alle 18 repliche denota un grado non elevato di similarità tra le repliche del medesimo affioramento e una separazione non netta tra gli affioramenti di Malamocco e quelli di Lido (Fig. 3.30-3.31). Questa valutazione viene confermata anche dall'applicazione della *cluster analysis* a differenti parametri di aggregazione e livelli di trasformazione dei dati. Si noti che sia nella *cluster*, sia nei grafici MDS, la replica LA1-003B appare separata dalle altre, poiché non sono state rilevate macroalghe.

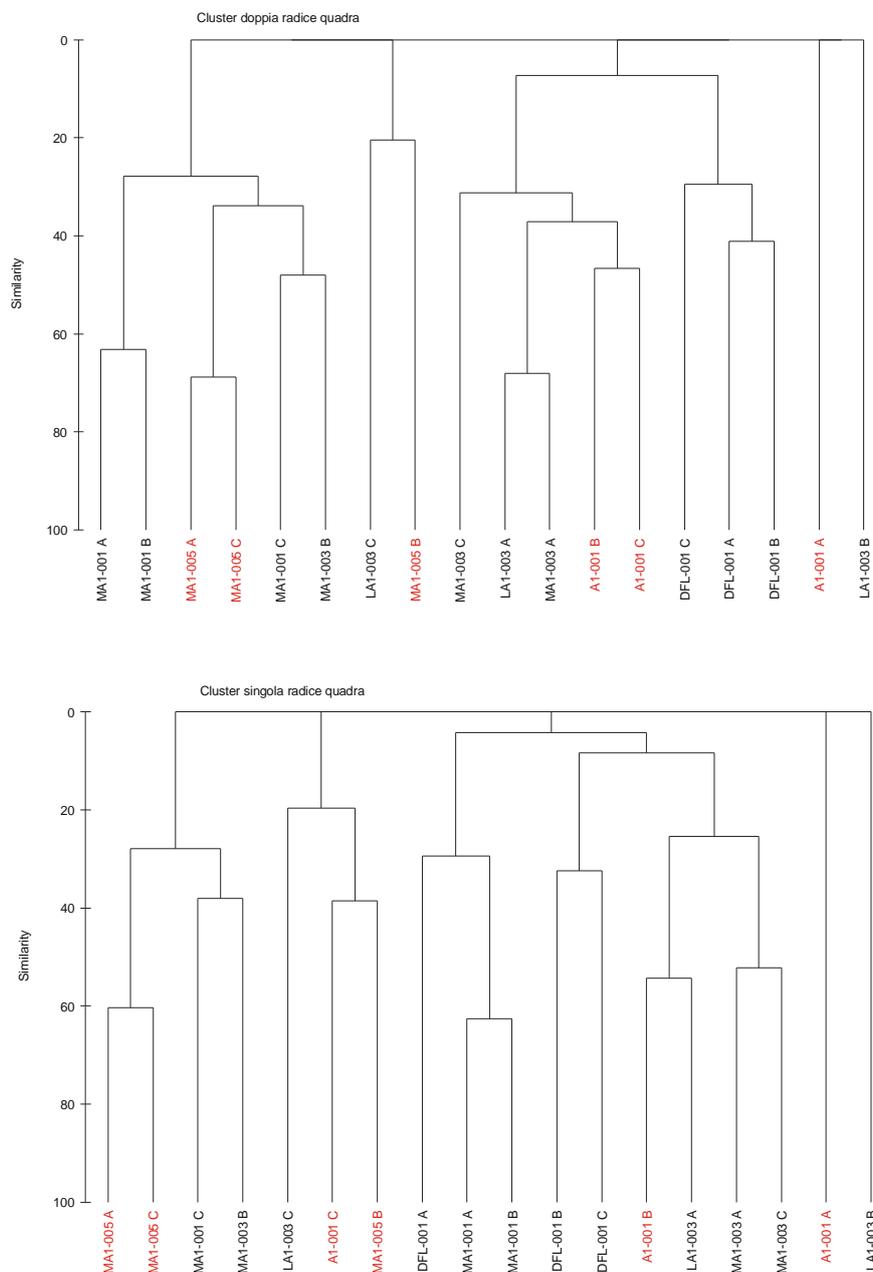


Fig. 3.30 Dendrogramma della similarità rilevata tra le 18 repliche, applicando ai dati la trasformazione con doppia radice quadra (in alto) e singola radice quadra (in basso). Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

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

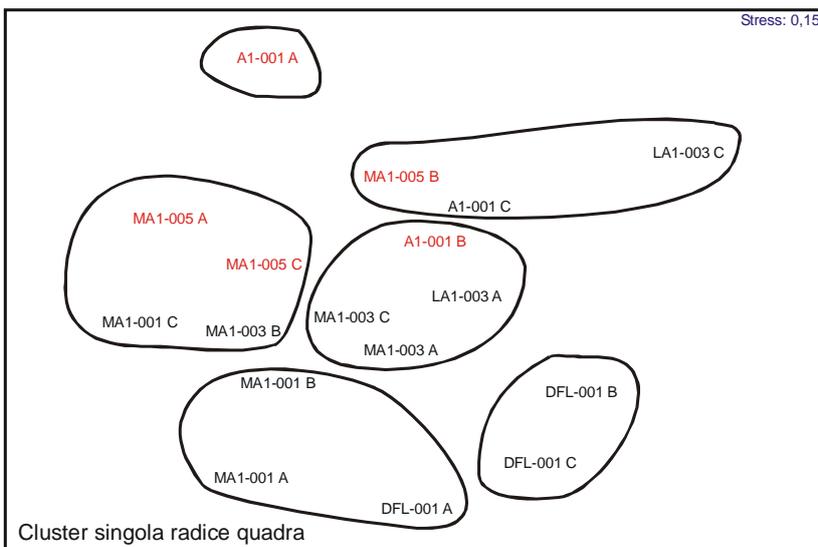
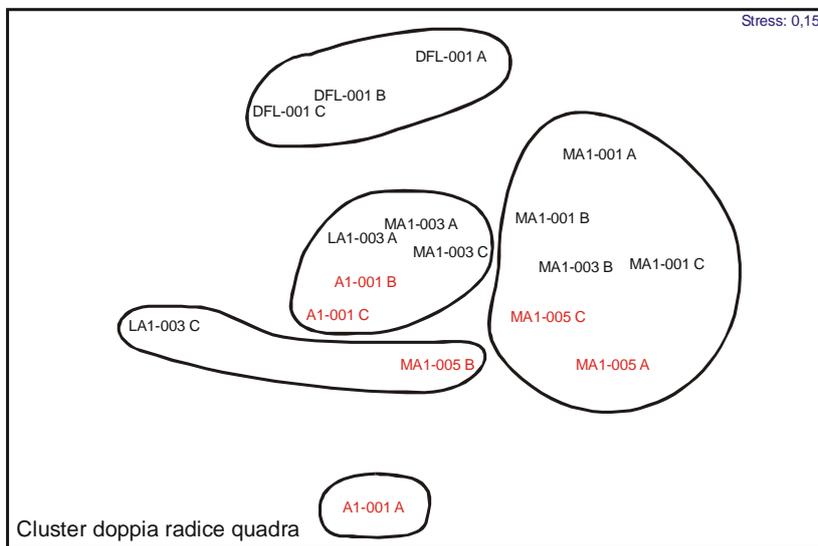
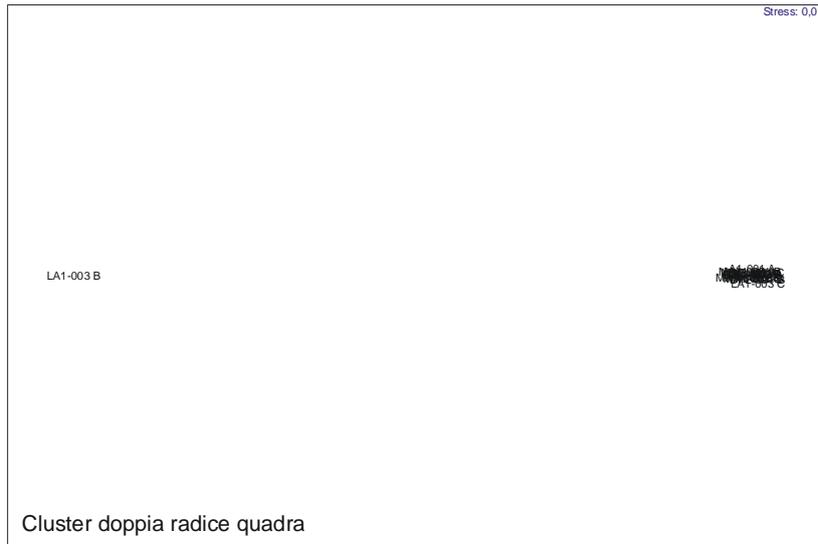


Fig. 3.31 Analisi MDS della similarità rilevata tra le 18 repliche con i raggruppamenti della *cluster analysis* alla similarità del 20%. Il primo diagramma include una replica priva di alghe (LA1 003B), mentre gli altri due non la includono.

Per verificare la diversità tra le repliche è stata applicata l'analisi statistica ANOSIM, che permette di testare una "ipotesi nulla" nella quale si ritiene che le tre repliche di ogni singolo affioramento roccioso non differiscano in modo significativo da quelle degli altri affioramenti. Se il coefficiente di separazione tra i siti "R" ricade internamente alla distribuzione simulata si ritiene l'ipotesi nulla confermata, mentre, se ricade all'esterno, si ritiene l'ipotesi rigettata. Il risultato di quest'analisi (Fig. 3.32) non indica una netta maggiore similarità tra le repliche dello stesso affioramento rispetto a quelle degli altri affioramenti, in quanto il valore di R, pur ricadendo esternamente al campo di distribuzione simulata, ha un grado di errore dello 0,2%, con un numero di permutazioni statisticamente più grandi o uguali a Global R pari a 1. Lo stesso valore di Global R, calcolato con differenti livelli di trasformazione dei dati (0,46 trasformazione con singola e con doppia radice quadrata, 0,32 con nessuna trasformazione e 0,41 con presenza/assenza), indica che la similarità tra le repliche dello stesso affioramento non è poi così elevata e nel complesso risulta, anzi, inferiore a quella osservata lo scorso anno (Global R=0,77).

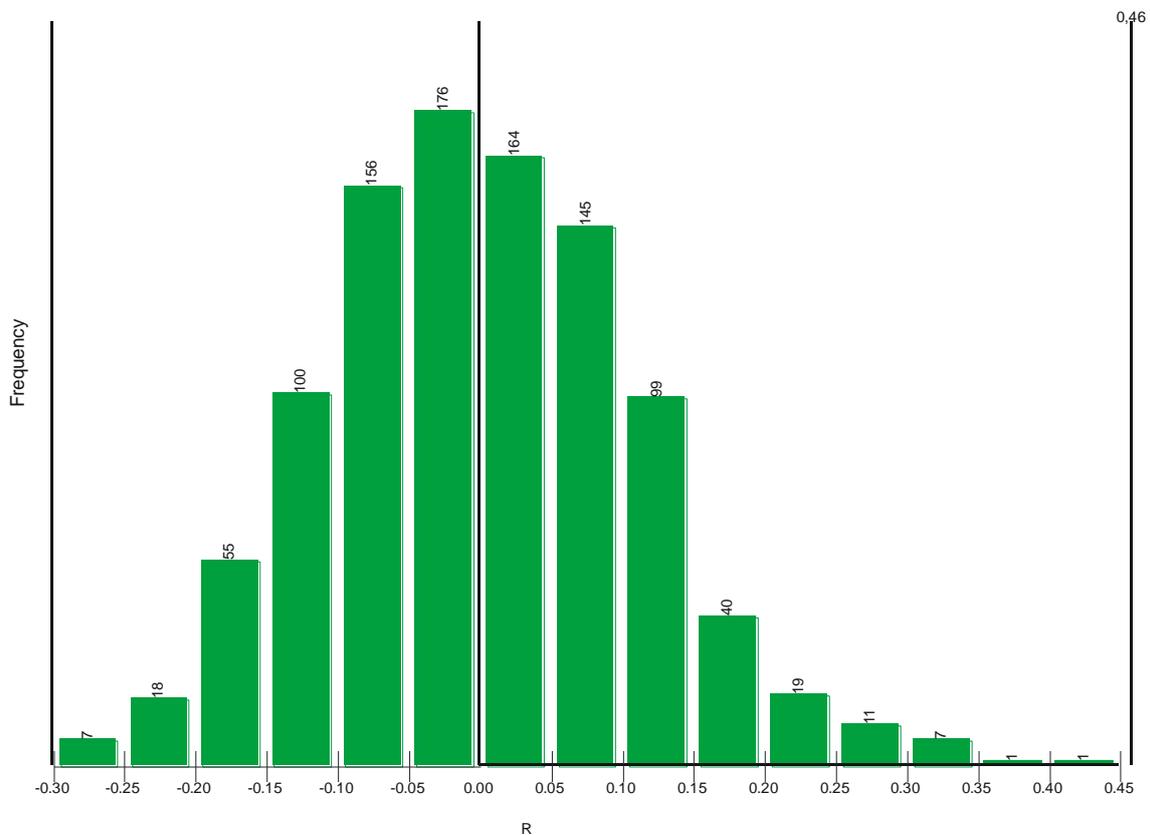


Fig. 3.32 Distribuzione simulata di R per le repliche di ogni stazione nel confronto tra le repliche dello stesso affioramento (trasformazione dei dati con doppia radice quadrata).

Anche i grafici relativi alla cluster analysis e alla MDS evidenziano questa limitata uniformità tra le repliche dello stesso affioramento, convalidata anche dalla non completa separazione tra le repliche appartenenti agli affioramenti delle due bocche di porto, contrariamente a quanto osservato nei due precedenti monitoraggi. Applicando, infatti, nuovamente l'analisi ANOSIM, si è testata l'ipotesi nulla nella quale, questa volta, si ritiene che le 9 repliche degli affioramenti di Malamocco non differiscano in modo significativo da quelle degli affioramenti di Lido. Il risultato dell'analisi (Fig. 3.33) indica che, pur essendo R esterno al campo di distribuzione simulata per un grado di errore dello 0,1% e con un numero di permutazioni statisticamente più grandi o uguali a Global R pari a 1, il suo valore, calcolato con differenti livelli di trasformazione dei dati (da 0,36 con trasformazione presenza/assenza a 0,32 con nessuna trasformazione), conferma come la differenziazione tra le repliche degli affioramenti delle due bocche sia bassa.

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

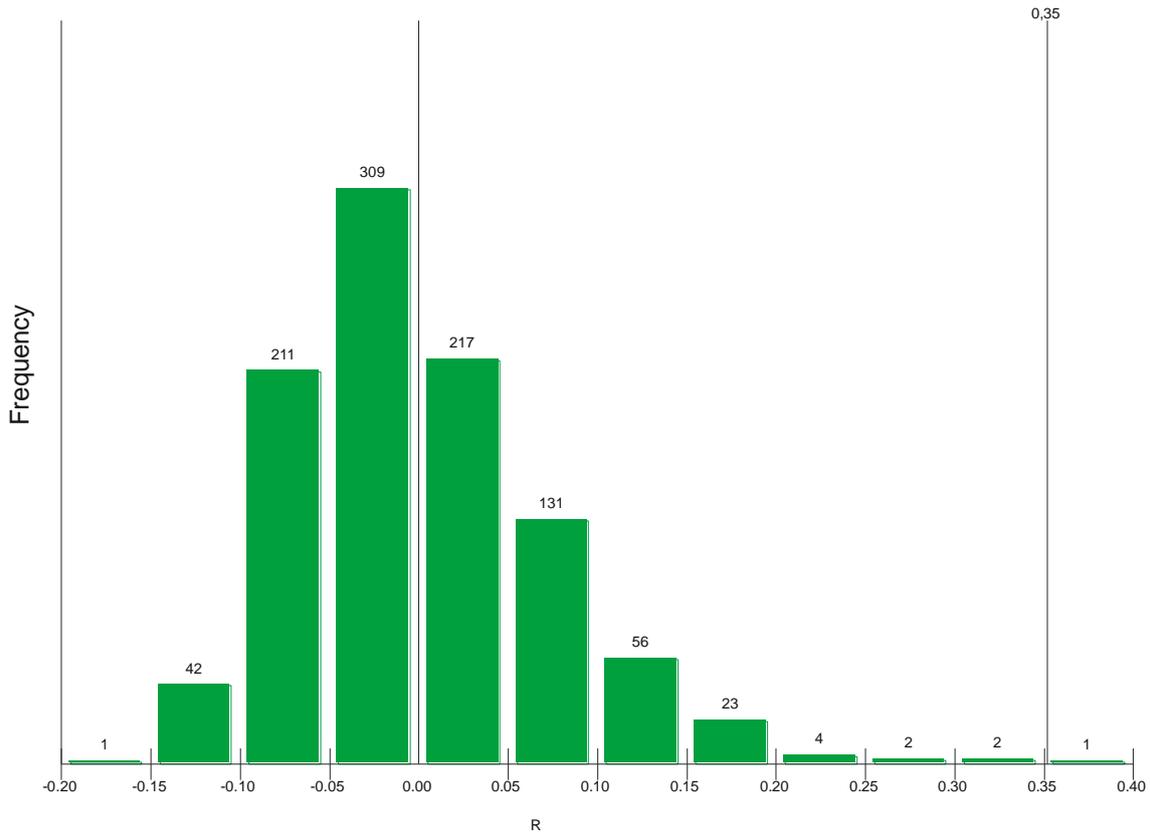


Fig. 3.33 Distribuzione simulata di R per le repliche nel confronto tra le due bocche di porto (trasformazione dei dati con doppia radice quadrata).

La *cluster analysis*, eseguita accorpando le tre repliche di ogni singolo affioramento, separa le comunità macroalgali della bocca di Lido da quelle della bocca di Malamocco ed evidenzia un maggior grado di similarità esistente tra gli affioramenti di Malamocco rispetto a quello presente tra gli affioramenti di Lido, confermando quanto registrato nel precedente anno di monitoraggio (Fig. 3.34). Anche l'analisi MDS (Fig. 3.34) visualizza graficamente la maggiore similarità esistente tra le comunità algali degli affioramenti della bocca di porto di Malamocco, in quanto in quelli di Lido l'affioramento DFL-001, posto all'entrata della bocca di porto di Lido, si differenzia sensibilmente dagli altri due (LA1-003 e A1-001).

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

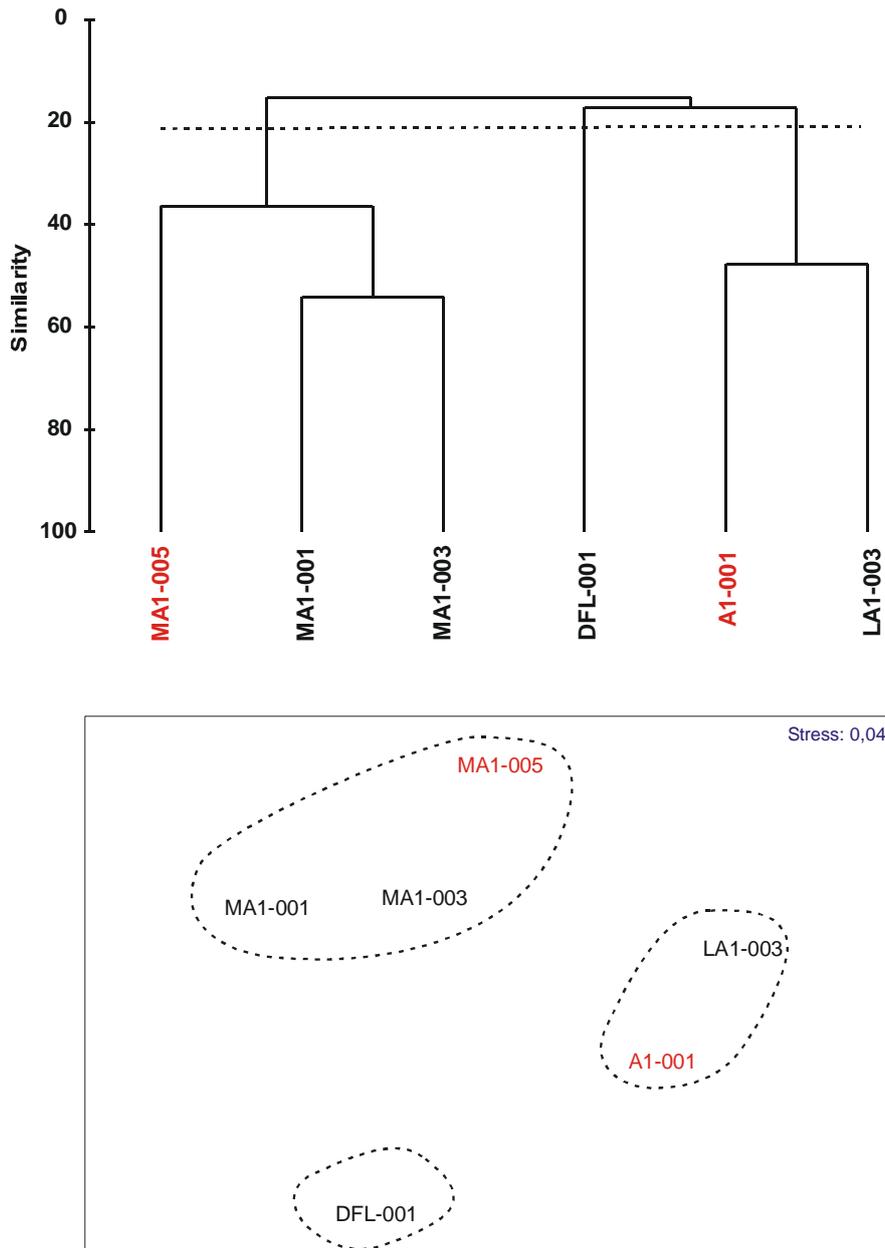


Fig. 3.34 Cluster analysis e MDS della similarità rilevata tra i sei affioramenti (i valori di ricoprimento delle repliche sono stati sommati). Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (Lido) e MA1 005 (Malamocco).

L'esame degli indici di diversità di Shannon ed ES(50) confermano la maggiore biodiversità complessiva degli affioramenti della bocca di Malamocco (Fig. 3.35); come nel precedente monitoraggio, inoltre, gli affioramenti rocciosi DFL-001 e MA1-005 hanno biodiversità più elevata rispetto agli altri, anche se questo evento sembra essere, almeno in parte, in contrasto con quanto atteso, poiché è più ragionevole ritenere che la biodiversità più elevata si rilevi negli affioramenti di controllo posti lontano dalle bocche di porto, teoricamente non sottoposti ad impatti.

La valutazione di due indici algali (R/P e R/C) permette ulteriori considerazioni sulla comunità degli affioramenti oggetto del monitoraggio (Fig. 3.36). L'indice R/P (Rhodophyta/Phaeophyta), che può essere impiegato come indice sinecologico per valutare lo stato di qualità delle acque negli ambienti marini e che in Mediterraneo ha un range di variazione compreso tra 2,5 e 5,5 [Cormaci e Furnari, 1991], non è, però, determinabile in 12 delle 18 repliche complessive e in 3 affioramenti su

6. Si tratta di una situazione più o meno simile a quella rilevata lo scorso monitoraggio e dovuta all'assenza di alghe brune e alla presenza di fattori di disturbo che impediscono uno sviluppo equilibrato della comunità algale. Negli affioramenti dove sono presenti le alghe brune, comunque, i valori dell'indice risultano molto elevati ed esterni al range ottimale. Per quanto riguarda l'indice R/C (Rhodophyta/Chlorophyta), negli affioramenti della bocca di Malamocco rientra nei range attesi, contrariamente a quanto si verifica per la bocca di Lido, dove in due affioramenti i valori risultano superiori ai range, a causa della scarsa presenza delle Chlorophyta (Fig. 3.36) [Sfriso *et al.*, 2002; Marzocchi *et al.*, 2003; Curiel *et al.*, 2004].

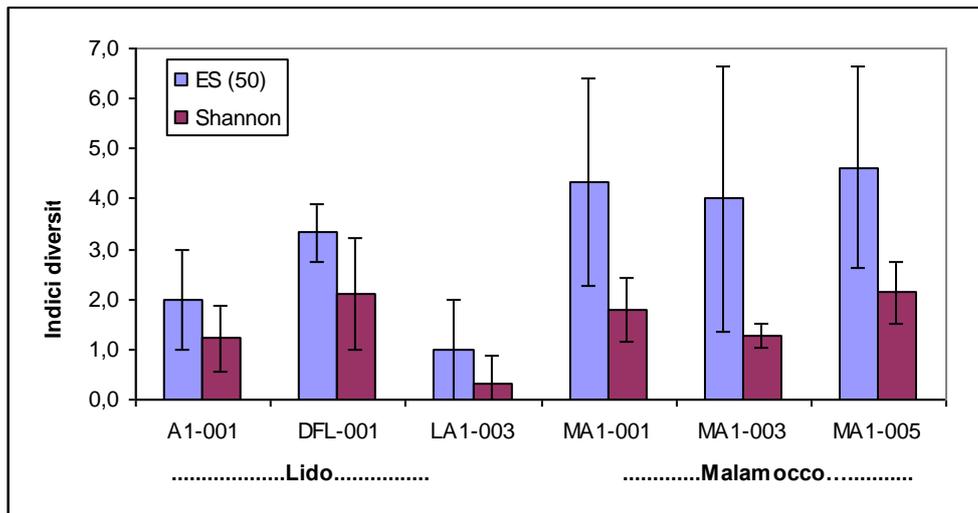


Fig. 3.35 Indici di diversità Shannon ed ES(50) dei sei affioramenti, calcolati considerando il ricoprimento globale delle tre repliche di ciascun sito (50 x 50 cm ciascuna). Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (Lido) e MA1 005 (Malamocco).

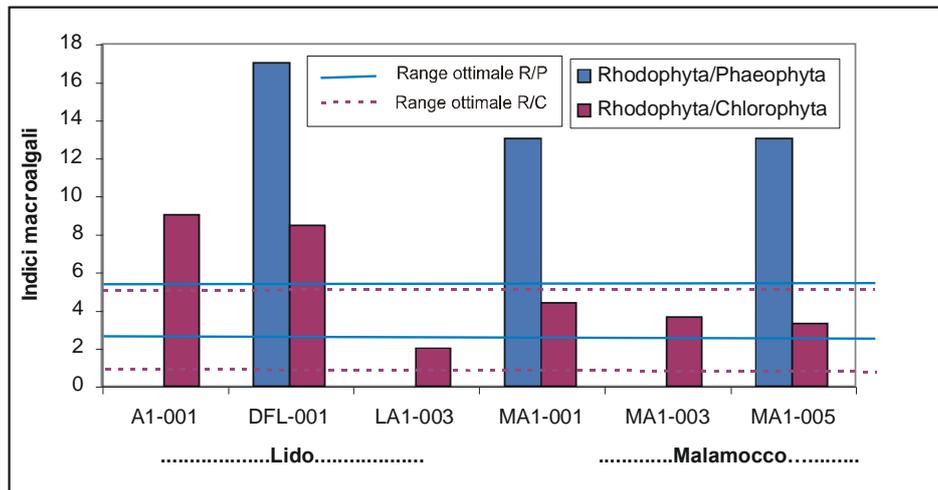


Fig. 3.36 Valori dei due indici macroalgali (R/P e R/C) per i sei affioramenti rocciosi, calcolati considerando la lista floristica dell'insieme delle tre repliche (50 x 50 cm ciascuna).

Come ultima analisi sono state esaminate le curve di K-dominanza (Fig. 3.37) che si basano sul concetto che una comunità è ben strutturata quanto più le specie presenti hanno bassa dominanza: più le curve presentano un aumento graduale partendo da valori bassi di dominanza relativa (spazio che occupano sul substrato), più la comunità risulta ben strutturata.

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

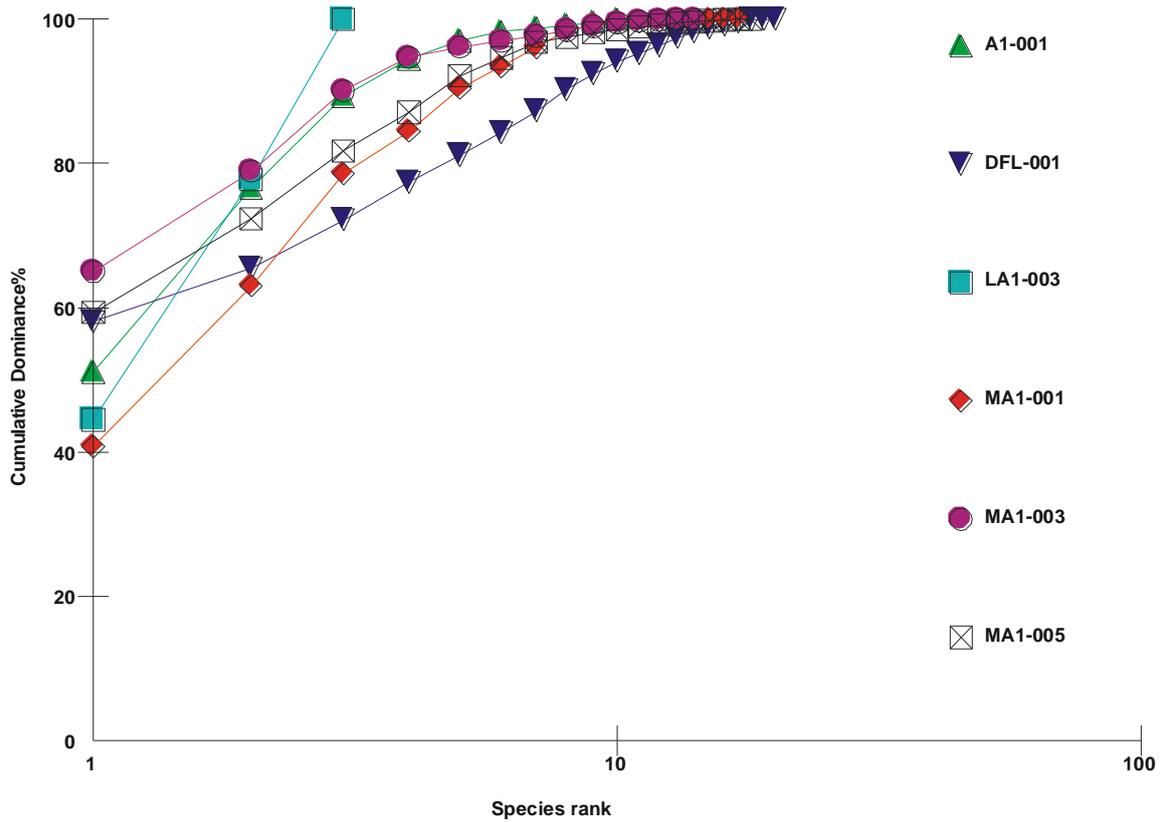


Fig. 3.37 Curve di Dominanza per le macroalghe dei sei affioramenti

Come si nota dalla figura 3.37, le comunità di tutti gli affioramenti appaiono estremamente semplificate, poiché le curve partono tutti con valori di dominanza cumulativa superiore al 40%. Dal punto di vista algale si nota che gli affioramenti sono caratterizzati quasi esclusivamente da 3-4 specie al massimo che costituiscono il 60-70% della dominanza cumulativa. L'affioramento La1-003 è un caso estremo dove si nota che con sole tre specie si raggiunge il valore del 100% della dominanza.

4 CONFRONTI E VALUTAZIONI CON GLI STUDI PRECEDENTI

4.1 Premessa

In questo specifico capitolo verrà eseguita un'analisi comparativa tra i dati dei quattro anni di monitoraggio; per una completa valutazione ed interpretazione dei dati è opportuno ricordare che i campionamenti dei quattro Studi sono stati eseguiti in differenti periodi dell'anno. Il campionamento per i tre Studi B.6.72 è stato condotto in periodo invernale: nel gennaio 2006 per il primo anno (B.6.72 B/1) e nel mese di dicembre (2006 e 2007) per il secondo e terzo anno (B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3), mentre il campionamento per lo studio B.6.78 è stato eseguito nella primavera del 2005 (aprile-giugno). La stagione di campionamento è importante, poiché può condizionare la presenza e l'abbondanza delle specie zoobentoniche. Inoltre, le temperature più basse e la minore radiazione luminosa che caratterizzano i mesi invernali, comportano una riduzione e una semplificazione della struttura delle comunità macroalgali.

Il presente studio, che rappresenta il terzo stralcio annuale del monitoraggio delle teggue antistanti le bocche di porto di Lido e di Malamocco, ha preso in esame solamente una parte degli affioramenti presenti nei fondali limitrofi alle due bocche di porto, scelti in base alle conoscenze scientifiche e morfologiche disponibili e alle elaborazioni modellistiche che hanno permesso di individuare quelle potenzialmente impattate dalle attività di cantiere.

Lo Studio di riferimento B.6.78, eseguito nella primavera del 2005, ha preso invece in esame un numero superiore di affioramenti rocciosi in un periodo definito *ante operam* (Studio B.6.78), cioè antecedente o in parte concomitante all'avvio dei cantieri, quando i possibili o presunti impatti non erano ancora effettivi. Questo studio ha permesso di definire la gamma di variazione dei principali indicatori biologici (es. biodiversità, abbondanza, biomasse, ecc.), sia della comunità zoobentonica, sia fitobentonica, a cui riferirsi per la comparazione che, di volta in volta, sarà condotta tra stato *ante operam* e stato di cantiere.

Il monitoraggio biologico è volto a definire tutti gli elementi che caratterizzano la comunità bentonica degli affioramenti rocciosi, in modo da poter individuare eventuali variazioni e situazioni di disturbo nelle comunità e, qualora presenti, verificare se tali variazioni siano riconducibili alle attività di cantiere piuttosto che ad altre cause o a forzanti naturali o antropiche.

4.2 Le comunità zoobentoniche degli studi B.6.72 (B/1, B/2 e B/3) e B.6.78

È importante premettere che i popolamenti bentonici sono naturalmente soggetti ad ampie variazioni interannuali, per effetto delle interazioni intraspecifiche ed interspecifiche, dei fattori climatici e delle pressioni antropiche (pesca) che caratterizzano l'Alto Adriatico [Colombo *et al.* 1991; Kollmann e Stachowitsch, 2001]. Per questo motivo si è scelto di campionare tre siti diversi entro lo stesso affioramento, in modo tale da poter descrivere la comunità bentonica nel modo più ampio possibile, cogliendone oltre alla variabilità temporale anche quella spaziale.

Per le quattro campagne effettuate, la variazione dei principali descrittori sintetici della struttura delle comunità, come i valori medi di abbondanza, il numero di taxa, la copertura e la biomassa nelle, sono riportati negli istogrammi di figura 4.1. Per meglio ponderare il valore delle variazioni, in questi grafici, sono riportati oltre ai valori medi anche le deviazioni standard.

Osservando gli andamenti dei parametri descrittori della comunità tra il campionamento dello studio di riferimento B.6.78 (primavera 2005) e il presente monitoraggio B.6.72 B/3 (Fig. 4.1) inizialmente verranno presi in considerazione due descrittori di base, quali la biodiversità (espressa come numero medio di taxa rinvenuti in ciascun affioramento) e la biomassa

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

complessiva della comunità bentonica (valore medio espresso in grammi di peso secco). Per quanto riguarda il numero di taxa osserviamo che per la stazione di controllo della bocca di Lido, A1-001, vi è un trend di crescita costante mentre, per le stazioni LA1-003, MA1-001, MA1-003 ed MA1-005, vi è una marcata variazione nei valori medi del numero di taxa nel corso delle 4 campagne, con valori che comunque presentano una certa stabilità e rientrano nella variabilità del campionamento, come si può osservare dall'ampiezza delle barre di deviazione standard. La stazione DFL-001 presenta, invece, un andamento alterno con un aumento dei taxa nello Studio B.6.72 B/1 (gennaio 2006), un sensibile calo nel successivo monitoraggio B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e un nuovo sensibile aumento nel presente monitoraggio B.6.72 B/3 (dicembre 2007), dove è stato anche raggiunto il massimo valore delle 4 campagne. Per quanto riguarda i valori di biomassa complessiva (Fig. 4.1), possiamo osservare, come logico attendersi, un andamento simile con quanto osservato per il numero di taxa.

I valori medi dell'affioramento di controllo della Bocca di Lido, A1-001, dopo aver fatto registrare un sensibile incremento nel monitoraggio B.6.72 B/1 (gennaio 2006), rimangono praticamente costanti nel secondo monitoraggio B.6.72 B/2 (dicembre 2006), per poi presentare un netto incremento nell'ultimo monitoraggio B.6.72 B/3 (dicembre 2007), raggiungendo anche il massimo valore tra quelli sinora registrati. Le altre due tegnie dell'area del Lido denotano una certa variabilità negli anni: nella stazione DFL-001 dove c'è stato un notevole incremento di taxa, si nota come le biomasse siano quasi raddoppiate in quest'ultima campagna (B.6.72 B/3) rispetto a dicembre 2006 (B.6.72 B/2); per la stazione LA1-003 l'andamento è esattamente opposto, con un chiaro calo dei valori medi di biomassa (riduzione di circa il 50% rispetto al B/2). Queste variazioni sono attribuibili, sia alla diverse percentuali di rinvenimento di molluschi (Gasteropodi e Bivalvi), sia ai taxa coloniali, in particolare i poriferi come *Ircinia variabilis* e *Tedania anhelans* presenti con quantitativi variabili.



Foto 4.1: *Ircinia variabilis*, Foto eseguita in laboratorio su materiale raccolto nello Studio B.6.72 B/2

Per quanto concerne la bocca di Malamocco, notiamo come per le stazioni MA1-001 e MA1-005 vi sia un andamento crescente della biomassa nel corso dei primi tre anni, mentre in questo ultimo campionamento si verifica un arresto di questa tendenza, con valori praticamente stabili o leggermente in calo. Per la stazione MA1-003, invece, dopo il sensibile aumento registrato nel corso del secondo campionamento, in quest'ultima campagna di monitoraggio si accentua la diminuzione in biomassa, già osservata nella campagna B.6.72 B/2 del dicembre 2006, con valori di biomassa che risultano i più bassi tra quelli registrati nei 4 campionamenti.

Scomponendo la comunità bentonica in taxa coloniali e taxa non coloniali/vagili possiamo vedere che per i **taxa coloniali**, nel corso dei quattro campionamenti, i valori di biomassa e copertura presentano in alcuni casi variazioni sensibili (in particolare i valori di biomassa per le tegnie DFL-

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

001 e LA1-003, tra lo studio di riferimento e il monitoraggio B.6.72 B/1 e tra il monitoraggio B.6.72 B/2 e il B.6.72 B/3; Fig. 4.1). In generale in questo quarto campionamento, per la maggior parte degli affioramenti si è verificata una diminuzione nei valori medi dei parametri considerati; hanno fatto eccezione l'affioramento MA1-005 per il numero di taxa coloniali, l'affioramento A1-001 per la biomassa e l'affioramento DFL-001 per tutti e tre i parametri.

Analizzando il trend pluriennale si nota che nella stazione A1-001 la comunità delle specie coloniali (Spugne, Briozoi, ecc.) evidenzia un aumento costante in tutti gli anni sia per il numero di taxa, sia per i valori di biomassa, mentre, nell'ultimo campionamento B.6.72 B/3, vi è un calo nei valori medi di copertura, privo, però, di significatività statistica. In generale il popolamento di questo affioramento sembra caratterizzato negli anni da un miglioramento in termini quantitativi e qualitativi.

Un andamento diverso si registra, invece, nell'affioramento più prossimo alla bocca di Porto di Lido (DFL-001) dove, in generale, sono stati registrati i valori minori per questa area nell'insieme dei quattro anni. In quest'ultimo monitoraggio i tre parametri copertura, numero taxa coloniali e la loro biomassa hanno avuto un aumento rispetto a dicembre 2006 (B.6.72 B/2), riportandosi ai valori di gennaio 2006 (B.6.72 B/1).

Il terzo affioramento dell'area di Lido per i taxa coloniali presenta un trend simile a quello dell'affioramento A1-001 per quanto riguarda i valori di copertura e del numero di taxa (valori in crescita costante nelle prime 3 campagne), mentre differisce per il valore di biomassa. Nell'ultimo monitoraggio i parametri legati ai taxa coloniali hanno avuto una generale diminuzione rispetto a quanto osservato l'anno precedente nello studio B.6.72 B/2; analizzando le deviazioni standard, si può ritenere che tali variazioni rientrino nella variabilità naturale.

Per quanto riguarda gli affioramenti dell'area di Malamocco, la tagnù MA1-005, localizzata a maggior distanza dalla bocca, continua a presentare un andamento decrescente dei valori di copertura e biomassa, registrando un leggero aumento dei taxa; in generale i valori si sono riportati ai livelli del primo campionamento.

Nell'affioramento MA1-001, prossimo alla bocca di porto, si ha avuto nel campionamento B.6.72 B/2 un aumento di tutti i valori dei taxa coloniali rispetto al campionamento B.6.72 B/1, mentre nel campionamento del presente monitoraggio, i valori del numero di taxa e della copertura sono leggermente diminuiti e la biomassa è praticamente stabile. Nell'affioramento MA1-003 per i primi tre anni di studio (B.6.78, B.6.72 B/1 e B.6.72 B/2) è stato osservato un andamento crescente nel numero dei taxa coloniali ed una sostanziale stabilità nei valori di copertura e biomassa mentre, nell'ultimo campionamento B/3, c'è stato un evidente calo per tutti i valori che hanno fatto registrare le medie più basse dei 4 anni.

Osservando i valori degli **organismi non coloniali/vagili**, dalla figura 4.1 appare evidente un generale incremento di tutti i parametri ed in particolare dei valori di biomassa, che hanno raggiunto i valori massimi dei 4 anni in tutti gli affioramenti. Per la tagnù A1-001 il numero medio di taxa mantiene valori praticamente stabili tra lo studio B.6.78 e lo Studio B.6.72 B/2 per poi far registrare un aumento nel presente monitoraggio B.6.72 B/3, accompagnato da una sensibile crescita di biomassa ed una minore del numero di individui. Questo evento indicherebbe la presenza di organismi di maggiori dimensioni medie. Avvicinandoci alla bocca di porto si può evidenziare come nell'affioramento LA1-003 il numero di taxa abbia un andamento altalenante: rispetto allo stato di riferimento nel monitoraggio B.6.72 B/1 si osserva un calo che viene poi recuperato nei due monitoraggi successivi B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3; per i valori di biomassa, invece, nei quattro anni di monitoraggio si è registrato sempre un sensibile e costante aumento. I taxa non coloniali/vagili anche nella stazione DFL-001 hanno un andamento pluriennale altalenante, sino a far registrare nel monitoraggio B.6.72 B/3 i loro valori massimi. Infatti, oltre ad un elevatissimo numero di individui (oltre il 90% dei quali dati da *Sabellaria spinulosa*), si può osservare come sia

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

aumentato il numero di taxa e come sia raddoppiata la biomassa rispetto al monitoraggio B.6.72 B/2.

Le stazioni di Malamocco nel corso dei quattro anni hanno sempre presentato i maggiori valori medi del numero di taxa non coloniali/vagili, denotando un andamento altalenante che comunque varia senza assumere significatività statistica. In questo quarto campionamento per i tre affioramenti di Malamocco si evidenzia un leggero aumento del numero di individui e di taxa, ed un aumento più sensibile per i valori di biomassa ad indicare quindi la presenza di individui adulti o di taxa di maggiori dimensioni.

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

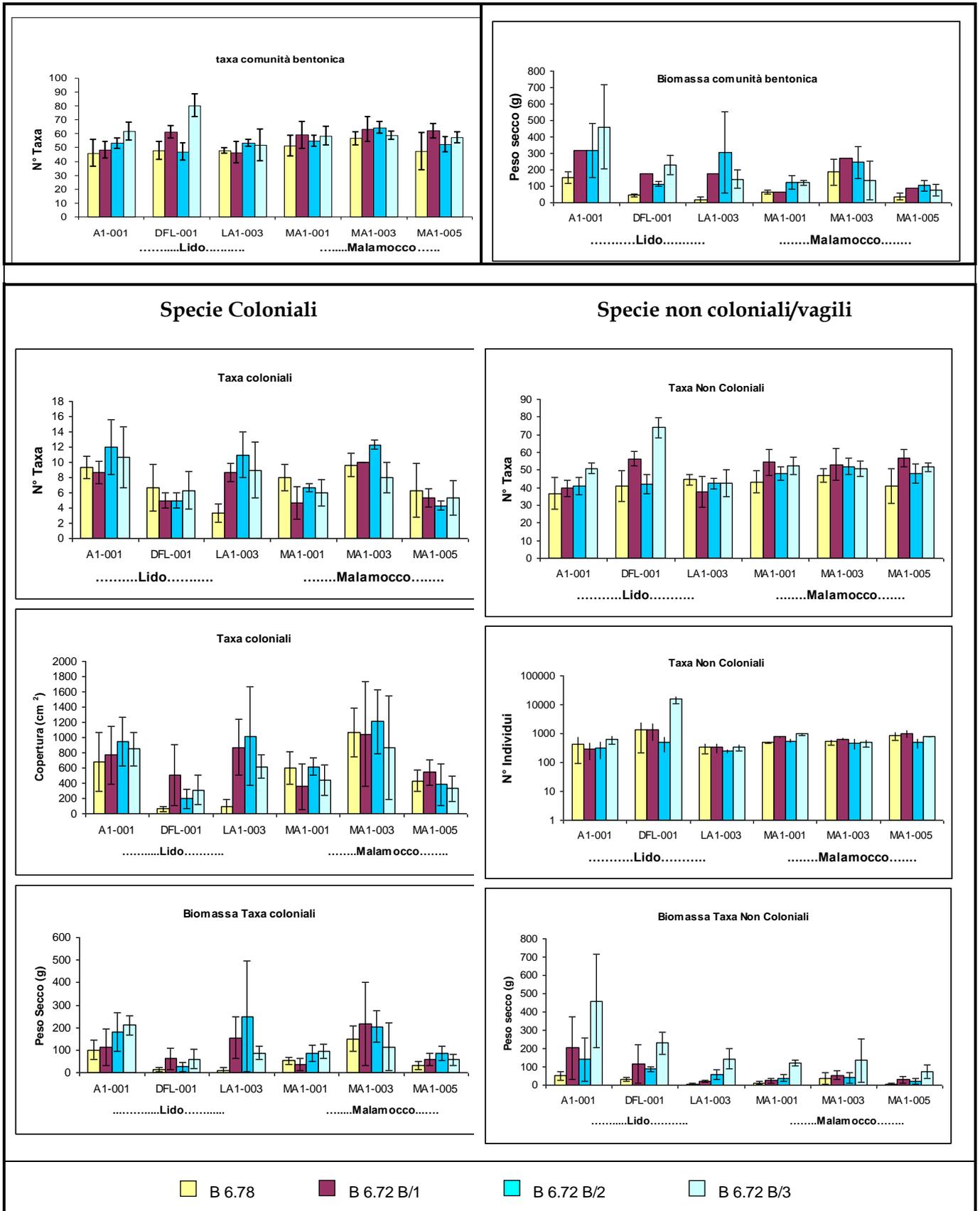


Fig. 4.1 Confronto tra i principali parametri delle comunità dei 4 studi B.6.78 (primavera 2005), B.6.72 B/1 (gennaio 2006), B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007). I valori sono riportati come media delle tre repliche si riferiscono quindi all'unità di campionamento di 0,25 m². La barra si riferisce alla deviazione standard.

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

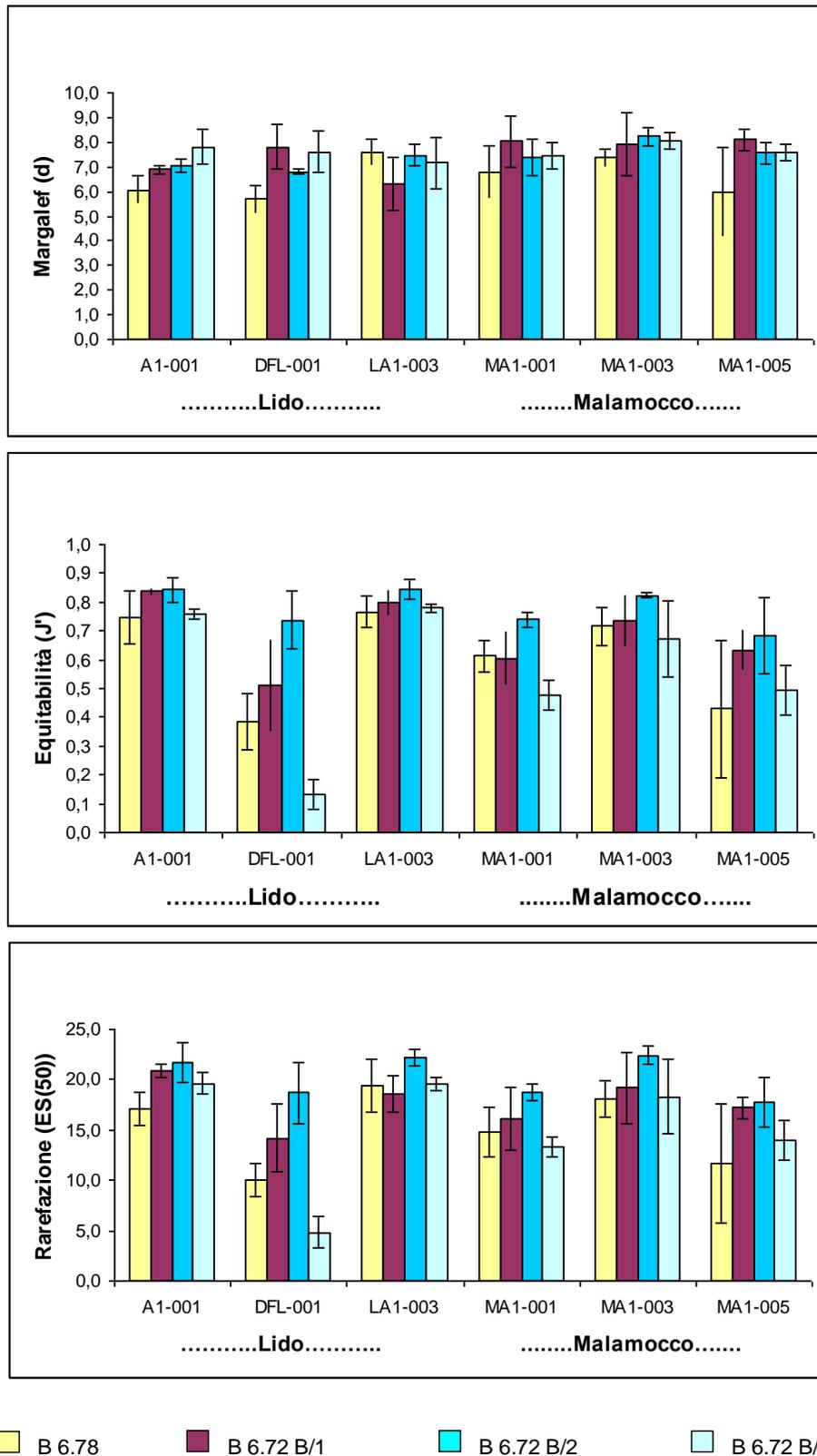


Figura 4.2: variazioni dei principali indici ecologici (Ricchezza di Margalef, Equitabilità di Pielou; Rarefazione e diversità di Shannon) nel corso dei quattro studi B.6.78 (primavera 2005), B.6.72 B/1 (gennaio 2006), B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007). I valori sono riportati come media delle tre repliche si riferiscono quindi all'unità di campionamento di 0,25 m².

Il rapporto tra i valori di abbondanza e numero di specie è stato approfondito anche attraverso la valutazione comparata dei principali indici ecologici, quali l'indice di ricchezza di Margalef, l'indice di equitabilità (equidistribuzione) di Pielou, l'indice di diversità di Shannon e quello di diversità-rarefazione di Simpson (ES(50)).

Gli istogrammi di figura 4.2 indicano un generale incremento per i valori di equitabilità, rarefazione e diversità di Shannon nel corso dei primi tre anni (Studio B.6.78 - Studio B.6.72 B/2), mentre i dati del quarto campionamento (B.6.72 B/3) evidenziano un calo generalizzato per tutti gli affioramenti per quanto riguarda l'indice di equitabilità e di rarefazione, con valori significativi per le tagnue DFL-001 del Lido e MA1-001 di Malamocco. L'indice di ricchezza di Margalef ha un andamento più altalenante, legato al numero di taxa e alla loro abbondanza; questo indice risente delle fluttuazioni delle specie più abbondanti, come il polichete *Sabellaria spinulosa*, la stella serpentina *Ophiotrix fragilis* ed i molluschi bivalvi del genere *Hiatella* (Fig. 4.5). Di conseguenza, i valori di tale indice sono in controtendenza rispetto a quanto indicato dagli altri indici e vedono un suo aumento rispetto all'anno precedente e in generale un valore migliore rispetto alla prima campagna.

Dopo aver analizzato alcuni dei parametri descrittivi delle comunità, è importante ora valutare, in ambito temporale, i rapporti di similarità tra i popolamenti degli affioramenti, attraverso tecniche di analisi multivariata e della distribuzione.

Sulla base della discussione già affrontata per i dati del campionamento degli Studi B.6.78, B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e dei risultati del presente Studio B.6.72 B/3, si è proceduto all'analisi comparata della similarità tra i popolamenti zoobentonici, in termini di specie sia coloniali, sia non coloniali/vagili.

Nel precedente rapporto analizzando i risultati dei 3 anni di campionamento, l'analisi multivariata ha evidenziato nell'ordinamento MDS come le comunità zoobentoniche costituenti la frazione dei taxa non coloniali/vagili (matrice di abbondanza) avessero la tendenza a diversificarsi maggiormente tra i tre anni, piuttosto che tra i diversi siti. L'aggiornamento di queste analisi con i dati del quarto anno (B.6.72 B/3) conferma in parte questa separazione temporale. Come si può vedere dal grafico MDS di figura 4.3 e dal cluster di figura 4.4, le similarità dei popolamenti bentonici non coloniali/vagili indicano una separazione tra le stazioni dello studio B.6.78 (*ante operam* - primavera 2005) e le stazioni dei successivi campionamenti.

Dal cluster emerge come i popolamenti degli studi B.6.72 B/1 (gennaio 2006) e B/2 (dicembre 2006) siano simili e vengano classificati in base al livello di similarità in due gruppi di stazioni (MA1-001, MA1-005 e DFL 001 da un lato e dall'altro MA1-003, A1-001 ed LA1-003). La comunità dei taxa non coloniali/vagili del monitoraggio B.6.72 B/3 (dicembre 2007), invece, è ben raggruppata, distinguendosi da quella degli studi B.6.72 B/1 e B.6.72 B/2.

In entrambe le rappresentazioni grafiche appare evidente la peculiarità del popolamento DFL-001 di dicembre 2007 (B.6.72 B/3), che si pone in posizione decentrata rispetto agli altri, poiché presenta grande abbondanza di individui del polichete sedentario *Sabellaria spinulosa*, di tunicati del genere *Molgula* e di stelle serpentine della specie *Ophiotrix fragilis*.

Dal cluster di figura 4.4 si vede come, escludendo le stazioni DFL-001 del B.6.72 B/3 e la stazione A1-001 del B.6.78 (primavera 2005), la similarità tra i popolamenti sia abbastanza alta e complessivamente vicina al 60%. Attorno a questo valore di similarità si vanno a distinguere i principali gruppi di stazioni indicate dal dendrogramma. Ponendo una separazione (taglio) del cluster ad un livello di similarità di circa il 58%, si possono evidenziare 2 gruppi di affioramenti: da un lato quelli dello studio B.6.78 e dall'altro quelli dei successivi monitoraggi B.6.72. I taxa che vanno a distinguere questi raggruppamenti sono stati individuati applicando un'analisi del contributo dato dai singoli taxa alla similarità complessiva entro i gruppi ed alla dissimilarità tra i gruppi. Questi calcoli sono stati fatti applicando la routine SIMPER (pacchetto statistico PRIMER).

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

I popolamenti dello Studio B.6.78 sono contraddistinti dalla maggior abbondanza media di policheti come *Sabellaria spinulosa* ed *Eunice vittata* e di bivalvi dei generi *Hiatella* e *Modiolarca*, mentre i campioni degli studi B.6.72 si contraddistinguono per la maggior presenza media di stelle serpentine come *Ophiotrix fragilis*, di gasteropodi come *Nassarius*, *Bittium* ed *Hexaplex* e di crostacei anfipodi del genere *Corophium* e decapodi come *Pisidia*.

Queste lievi differenze comunque possono essere attribuite alle diverse stagioni di campionamento (si ricorda che i campioni dello studio B.6.78 sono stati raccolti nel periodo primaverile) o alla variabilità naturale di questi popolamenti.

Aumentando lievemente il livello di similarità dove eseguire un taglio (circa il 62%) si ha una suddivisione del gruppo delle stazioni degli Studi B.6.72. In questo caso, come già descritto poco sopra, ritroviamo tre gruppi che hanno una somiglianza media al loro interno di circa il 65%. Questi gruppi sono costituiti dagli affioramenti di dicembre 2007 (parte bassa del cluster) ad esclusione della stazione DFL-001 e dai gruppi formati dalle stazioni MA1-001, MA1-005 e DFL 001 da un lato e MA1-003, A1-001 ed LA1-003 dall'altro. Questi ultimi non sono quindi divisi temporalmente, ma sulla base delle differenti comunità bentoniche presenti. Ciò che contraddistingue in questa separazione le stazioni di dicembre 2007 da tutte le altre è la maggiore presenza di *Sabellaria*, di stelle serpentine della specie *Ophiotrix fragilis*, di Sipunculidi e di anfipodi come *Corophium* e *Leucothoe*. Il gruppo delle stazioni MA1-001, MA1-005 e DFL-001 degli studi B/1 e B/2 si distingue dal gruppo delle stazioni MA1-003, A1-001 ed LA1-003 degli stessi studi per la generale minor abbondanza dei principali taxa come *Sabellaria spinulosa*, *Ophiotrix fragilis*, *Pisidia longimana*, *Nucula nucleus* e di gasteropodi (*Nassarius*, *Hexaplex*) ed inoltre, per la maggior presenza di bivalvi sia endolitici, come i datteri (*Lithophaga lithophaga*) e *Hiatella*, sia endobiotici, come *Modiolarca* che vive entro le cavità dei tunicati, delle spugne o alla loro base.

Anche la stazione A1-001 dello Studio di riferimento B.6.78 è ben contraddistinta dalle altre stazioni e dal gruppo di stazioni dello stesso campionamento. Questa separazione è dovuta alla minor abbondanza di policheti come *Sabellaria spinulosa* ed *Eunice vittata* e alla maggior presenza media di bivalvi come *Hiatella* e *Modiolarca*, di anfipodi (generi *Corophium*, *Caprella* e *Jaera*) e di policheti della famiglia dei Syllidae.

In generale, in base ai risultati dell'analisi SIMPER, si osserva che le comunità rilevate nel monitoraggio B.6.72 B/1 (gennaio 2006) sono caratterizzate da una presenza mediamente superiore di *Sabellaria spinulosa* e da una diminuzione di alcune specie di piccoli bivalvi endolitici o epilutici, come *Gastrochaena dubia*, *Hiatella rugosa*, *Hiatella arctica* e *Modiolarca subpicta* (Fig. 4.5). Nel terzo campionamento *Sabellaria* riduce la sua presenza in modo sensibile, come pure i crostacei Anfipodi del genere *Corophium* e il bivalve *Modiolarca subpicta*. Nell'ultimo campionamento si registra un forte aumento di *Sabellaria* e della stella serpentina *Ophiotrix fragilis*.

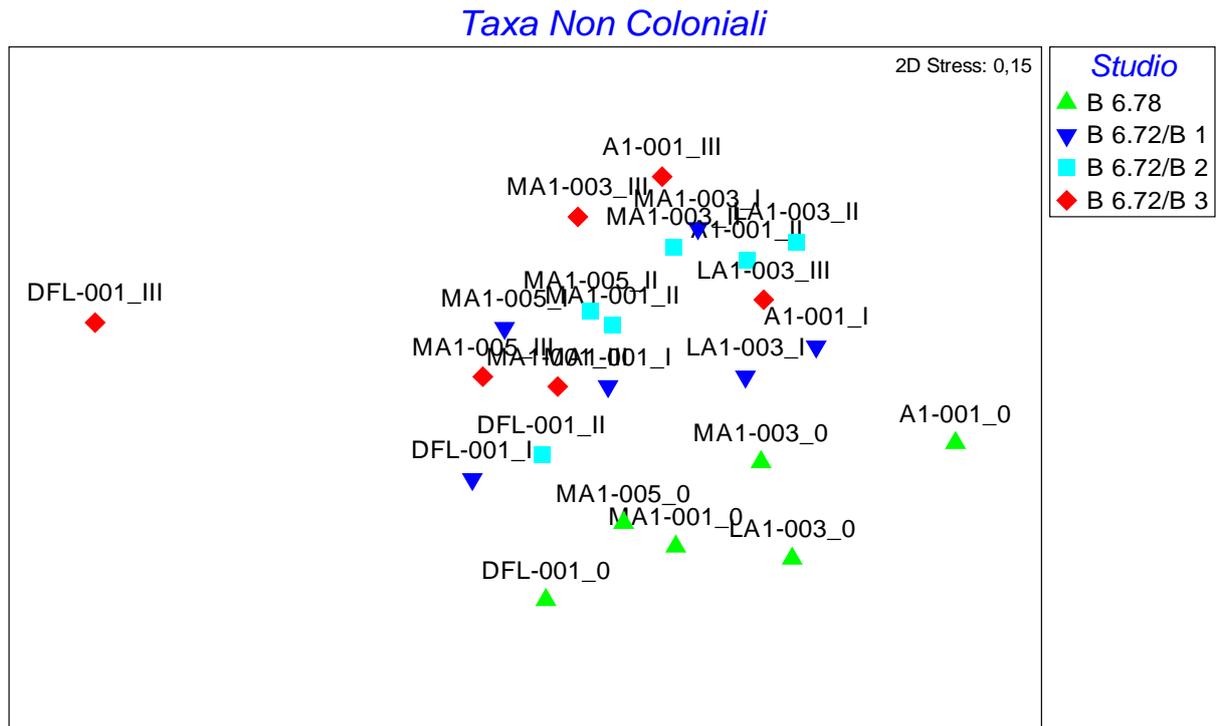


Fig. 4.3 MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità bentonica delle specie non coloniali/vagili (valori di abbondanza).

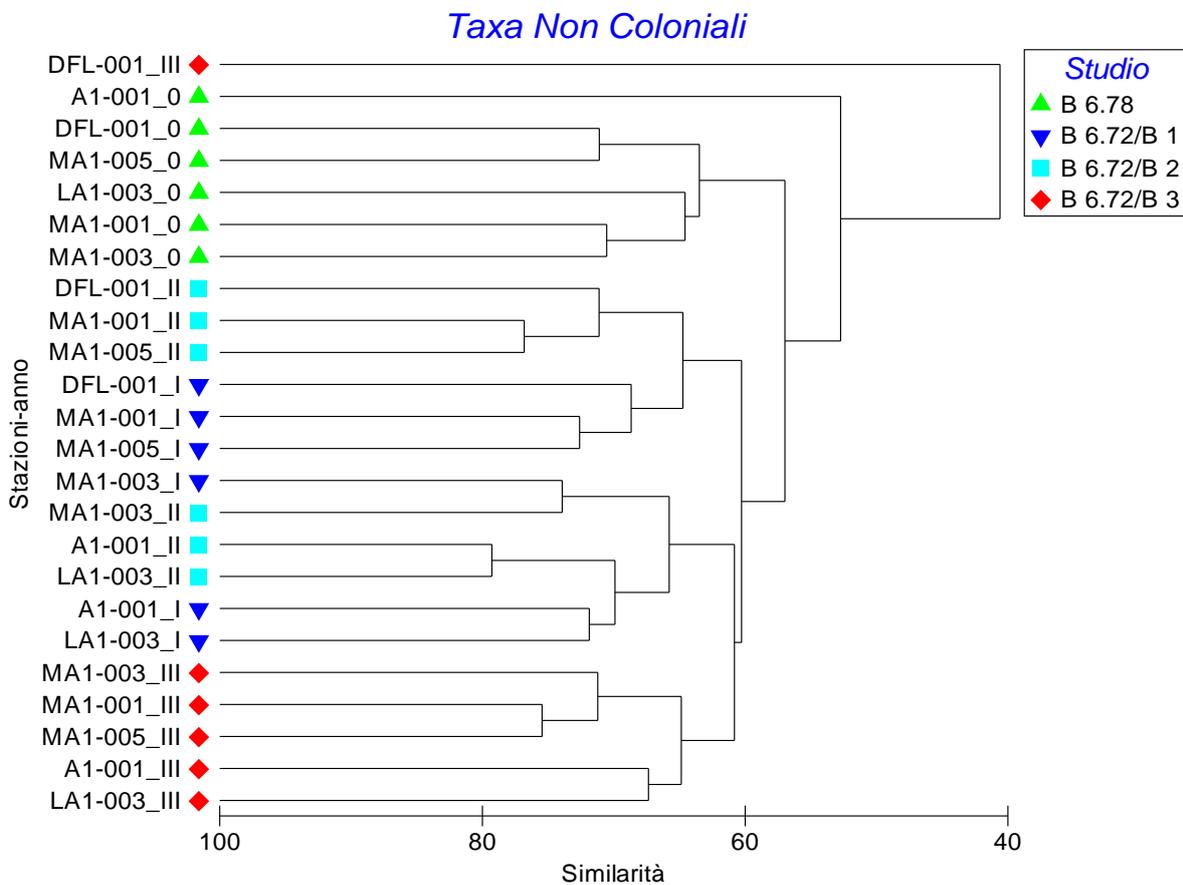


Fig. 4.4 Dendrogramma dell'ordinamento in base alla similarità della comunità bentonica delle specie non coloniali /vagili (valori di abbondanza). Sono evidenziati i raggruppamenti delle stazioni.

Per quanto attiene le variazioni delle comunità zoobentoniche presenti nei singoli affioramenti, possiamo analizzarle considerando le due aree di bocca di porto a cui fanno riferimento. Negli affioramenti del Lido i valori di copertura e di abbondanza rilevano comunità simili tra loro per le stazioni A1-001 e LA1-003 nel corso di tutti e 4 gli studi. La tegna DFL-001 presenta popolamenti più simili a quelli delle stazioni di Malamocco MA1-001 ed MA1-005 (Fig. 4.4), soprattutto per la presenza di tre specie che caratterizzano la similarità di questi tre siti in tutti e quattro gli anni d'indagine: *Sabellaria spinulosa*, *Pisidia longimana* (granchio) e *Ophiotrix fragilis* (stella serpentina). La stazione MA1-003 ha invece un popolamento di taxa non coloniali/vagili simile a quello delle stazioni di Lido A1-001 ed LA1-003 (Fig. 4.4)

Nella valutazione della variazione interannuale, rispetto al calo di molluschi bivalvi endolitici (*Hiatella arctica* e *Hiatella rugosa*) registrato tra il campionamento *ante operam* ed i successivi B.6.72 B/1 e B/2, in quest'ultimo monitoraggio si è evidenziata una situazione stabile o di recupero (Fig. 4.5).

Come la diminuzione di queste specie pluriennali di molluschi che non era legata solamente alle tegne di controllo, ma era generale per tutti gli affioramenti considerati, così, allo stesso modo, nell'ultimo campionamento di dicembre 2007 (B.6.72 B/3) la ripresa di questi bivalvi ha interessato indistintamente tutti gli affioramenti. Si può ipotizzare che queste variazioni siano riconducibili a fattori naturali di variabilità temporale nelle dinamiche di popolazione o forse, più semplicemente, all'interazione con altre specie, come i poriferi, con cui competono per lo spazio.

La nostra valutazione sui popolamenti non coloniali si completa confrontando l'andamento delle curve ABC riportate in figura 4.6; per una lettura secondo il gradiente da investigare le stazioni sono ordinate da sinistra a destra allontanandoci dalla bocca di porto, mentre i 4 studi sono ordinati dall'alto al basso partendo dal B.6.78 e concludendo con il B.6.72 B/3.

La struttura della comunità descritta dalle curve ABC per i tre affioramenti del Lido evidenzia come, nel loro complesso, i popolamenti rilevati nei tre anni dello Studio B.6.72 siano maggiormente strutturati e complessivamente meno disturbati; la comunità bentonica si mostra inoltre maggiormente equilibrata (maggior spazio tra le due curve, con curva delle biomasse posta sopra a quella dei valori di abbondanza) e la strutturazione delle stesse comunità aumenta allontanandosi dalla bocca di porto. Dalle curve è evidente il forte squilibrio delle comunità presenti nella tegna DFL-001 dell'ultimo monitoraggio B.6.72 B/3.

Le comunità presenti negli affioramenti MA1-001 e MA1-005 di Malamocco, sono risultate in tutti gli studi (B.6.78 e B.6.72) simili tra loro e con quelle dell'affioramento DFL-001 (Fig. 4.4). Rispetto al popolamento della tegna MA1-003, le tegne MA1-001 e MA1-005 presentano le comunità zoobentoniche meno strutturate e ricche, in particolar modo durante l'ultimo monitoraggio B.6.72 B/3 di dicembre 2007 (Fig. 4.7). Queste condizioni di disturbo indicate dalle curve ABC per la comunità degli organismi non coloniali sono correlabili a fattori ambientali, quali la batimetria e la conformazione degli affioramenti; questi ultimi sono costituiti per lo più da "lastrure" che si alzano poco dal fondo e sono poste a profondità tra gli 8 ed i 10 metri, inferiori di circa 4 metri rispetto a quelle degli altri affioramenti e quindi maggiormente interessate da fenomeni idrodinamici e di deposizione sedimentaria indotta dalle mareggiate o dai movimenti di trasporto lungo costa.

Il confronto delle curve ABC per i sei affioramenti porta ad evidenziare una rappresentazione comune, poiché mantengono andamenti molto simili. A causa della loro differenziazione temporale e nell'ambito di ciascun affioramento, lo stato di riferimento (primavera 2005) e il monitoraggio B.6.72 B/2 (gennaio 2006) permettono di osservare il probabile effetto della stagionalità, in quanto nel periodo primaverile (Studio B.6.78) ci troviamo in un momento di nuovo reclutamento per molte specie, con individui giovani di taglie ridotte e quindi bassi valori di biomassa, mentre, nel periodo invernale (Studio B.6.72 B/2), abbiamo invece una situazione di relativa stabilità della comunità, senza taxa di recente insediamento e con individui di maggiori

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

dimensioni. Questi fattori vengono rappresentati dalle curve ABC con un maggior valore del parametro W di Warwick [Warwick e Clarke, 1994] che quantifica la “distanza” tra le due curve ed a cui possiamo attribuire un valore di qualità dei popolamenti. Nei grafici delle figure 4.6 e 4.7 si vede come l’andamento delle curve ed i relativi valori del “W statistic” aumentano dal primo al terzo campionamento per quasi tutti gli affioramenti (solo per la tegna A1-001 vi è un calo dal secondo al quarto campionamento). Nessun affioramento mantiene un trend in crescita anche nell’ultimo campionamento (B.6.72 B/3); tutti sei gli affioramenti hanno fatto registrare un calo, seppur minimo, per questo parametro. Questa riduzione appare limitata per l’affioramento A1-001 e LA1-003, mentre risulta molto più evidente per altre stazioni. Quanto rilevato nella tegna DFL-001 è un buon esempio di comunità a forte disturbo, mentre le tegne MA1-001 ed MA1-005 sono indicative di una condizione di disturbo intermedio.

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

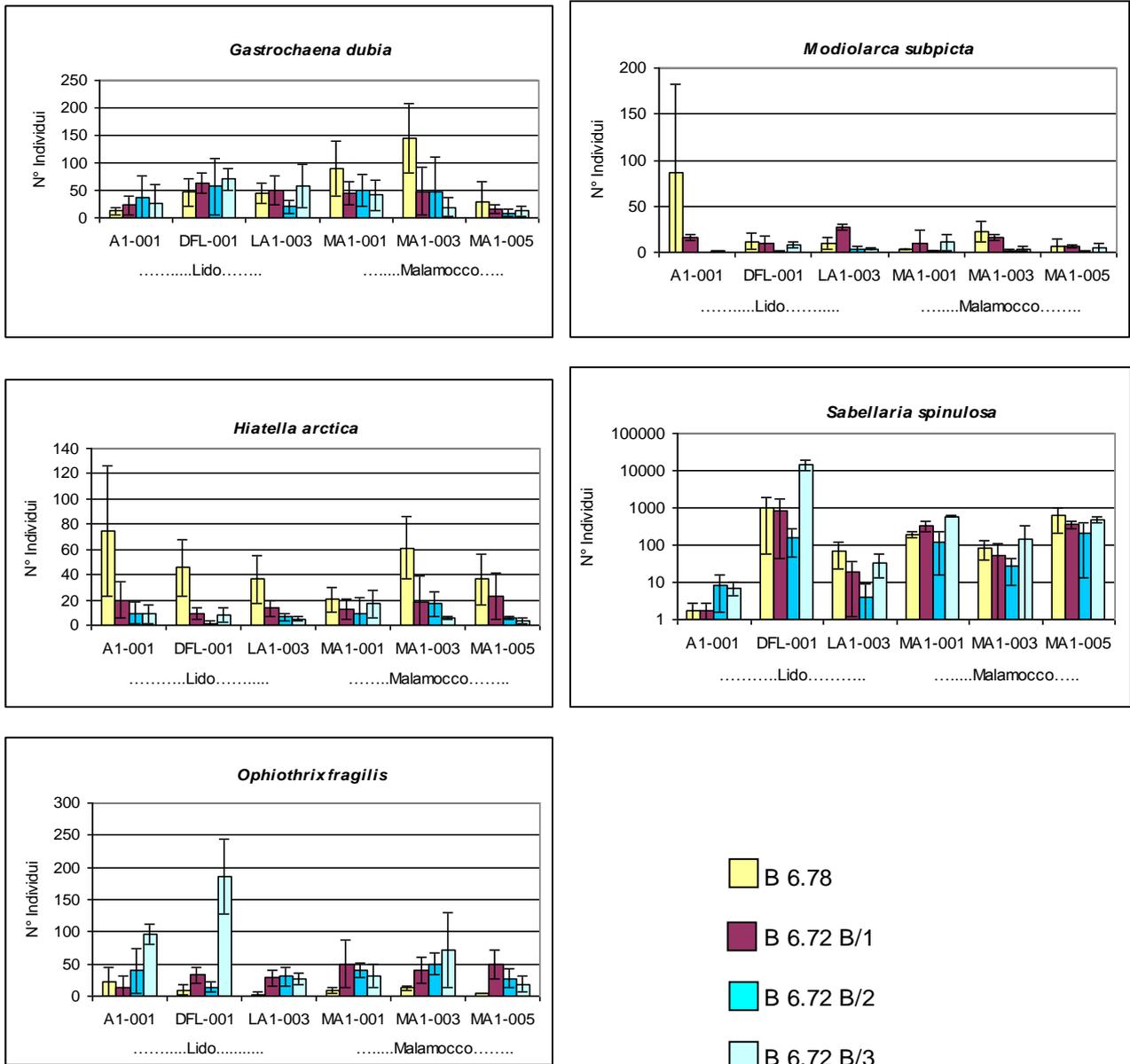


Fig. 4.5 Istogrammi con i valori di abbondanza media di alcune delle principali specie dei popolamenti zoobentonici negli Studi B.6.78 (primavera 2005) e B.6.72 B/1 (gennaio 2006), e B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007).

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

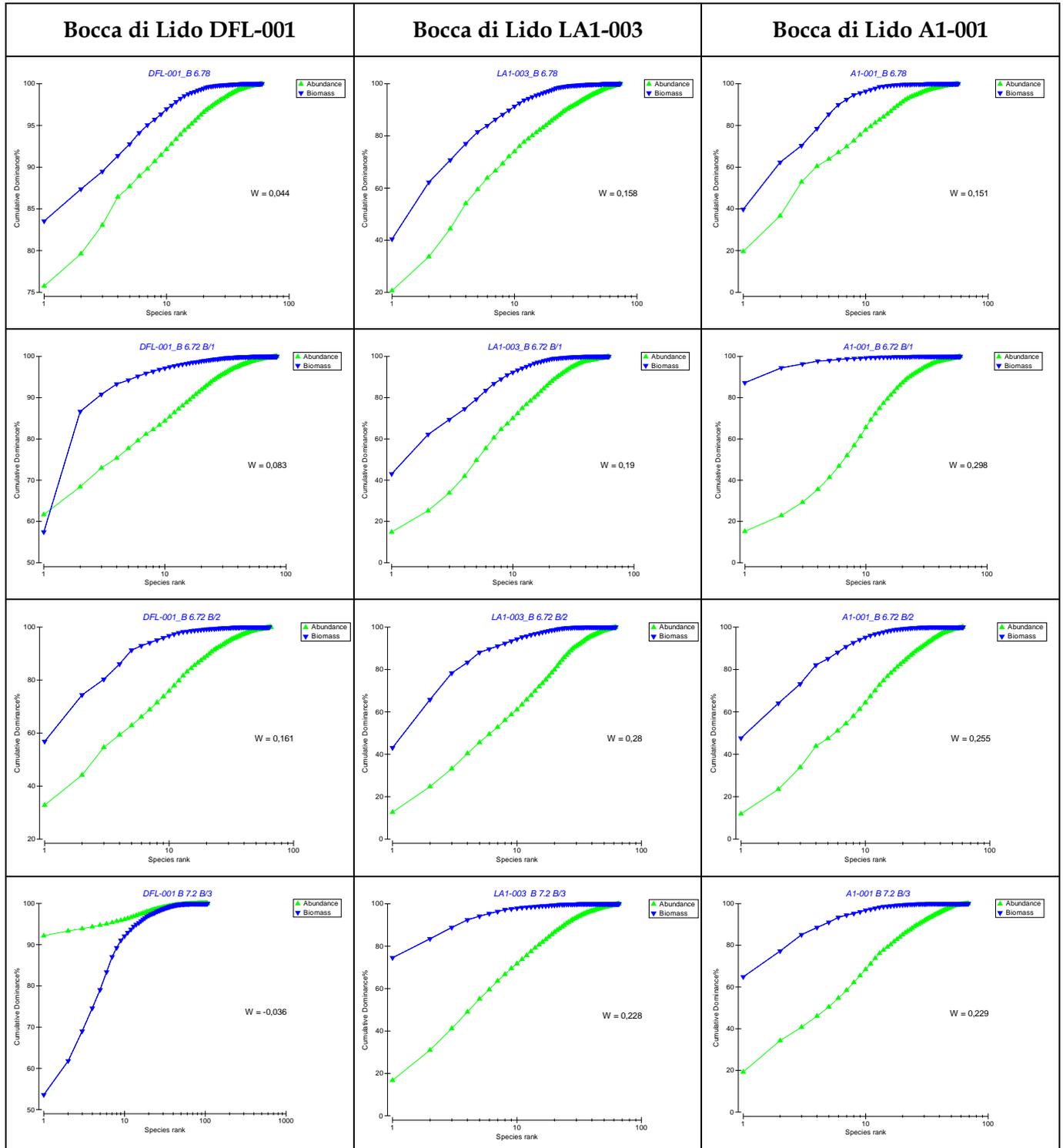


Fig. 4.6 Curve ABC per le tegnie del Lido, valori di abbondanza. Variazione della struttura delle comunità bentoniche in termini temporali da sinistra a destra e spaziali dall'alto al basso (gradiente di distanza dalla bocca di porto del Lido).

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

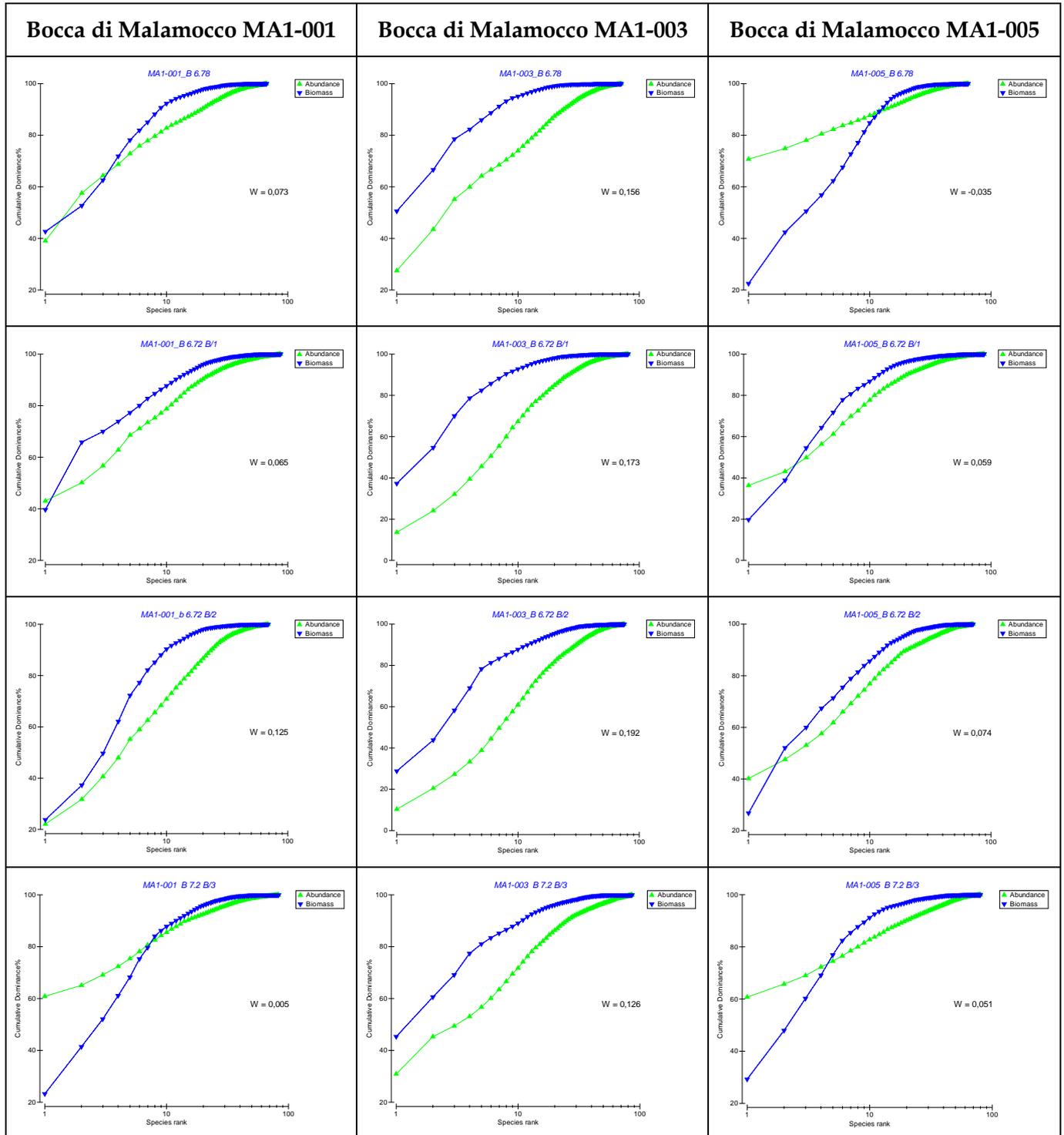


Fig. 4.7 Curve ABC per le tegnie di Malamocco, valori di abbondanza. Variazione della struttura delle comunità bentoniche in termini temporali da sinistra a destra e spaziali dall'alto al basso (gradiente di distanza dalla bocca di porto del Malamocco)

Proseguendo nell'analisi e nel confronto tra i dati dei quattro studi, rivolgiamo l'attenzione alle comunità degli **organismi coloniali**. Il dendrogramma di figura 4.8 rappresenta l'ordinamento in base alla similarità dei popolamenti coloniali dei 6 affioramenti rocciosi nel corso dei quattro studi. Questo ordinamento evidenzia bene come vi sia una minor similarità tra i popolamenti dei taxa coloniali presenti negli affioramenti da noi studiati rispetto a quanto osservato per i taxa non

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

coloniali/vagili (figura 4.4), che avevano una similarità minima attorno al 40% e media attorno al 60%. In questo caso abbiamo una similarità totale inferiore al 20% ed escludendo le tegnue DFL-001 e LA1-003 del primo anno, gli altri campioni risultano avere una similarità di poco inferiore al 40%.

I due affioramenti prossimi alla bocca di Lido relativi al campionamento dello stato di riferimento (stato zero, primavera 2005), si separano dal gruppo degli altri affioramenti per il fatto di avere una comunità caratterizzata da una minima presenza di spugne (porifera) e coperture date da briozoi incrostanti del genere *Schizobrachiella*. In questa situazione la stagionalità appare un fattore importante, essendo questi organismi molto soggetti a cicli annuali, con importanti crescite primaverili. Eseguendo un taglio a livello del 40% di similarità, si creano due grandi gruppi: da un lato il gruppo costituito dagli affioramenti MA1-001, MA1-005 e DFL-001 di tutti gli anni (ad esclusione della già citata tegnua DFL-001 del B.6.78), dall'altro gli affioramenti A1-001, MA1-003 di tutti gli anni e LA1-003 del monitoraggio B.6.72 B/1, B.6.72 B/2 e B.6.72 B/3. All'interno di questi due principali gruppi, procedendo per similarità via via maggiore, i popolamenti coloniali vengono raggruppati principalmente per tegnua, indicando quindi maggiori affinità e costanza di anno in anno nei popolamenti coloniali all'interno dello stesso sito.

Il raggruppamento costituito dagli affioramenti MA1-001, MA1-005 e DFL-001 si caratterizza per la minor copertura, il minor numero taxa e la minor biomassa per i taxa coloniali tra le tegnue oggetto del monitoraggio; sono questi infatti i principali fattori alla base della separazione di questo raggruppamento da quello delle altre tre stazioni nei diversi anni di studio. Infatti, le stazioni A1-001, LA1-003 e MA1-003 risultano avere alti valori per questi tre parametri per le specie coloniali quali *Ircinia variabilis*, *Sarcotragus spinosulus*, *Chondrosia reniformis* e *Cliona viridis* e *Chondrilla nucula*, specie nota per avere cianobatteri simbiotici e che quindi vive in ambienti ben esposti alla luce.

L'altro raggruppamento di affioramenti è caratterizzato dalla dominanza di specie quali *Tedania anhelans* e *Halicondria sp.*, *Aplysina aerophoba* e l'esacorallo (Cnidario) *Epizoanthus arenaceus*. I Porifera *Tedania anhelans* e *Halicondria sp.* sono noti per la loro abbondanza lagunare e resistenza a condizioni di acque torbide e sedimentazione [Sarà, 1972].

Andando a considerare *in toto* la comunità bentonica, ossia valutando assieme la comunità costituita dagli organismi coloniali e da quelli non coloniali/vagili, si devono utilizzare nell'analisi i dati relativi alla biomassa o i dati di presenza/assenza. Considerando le biomasse (peso secco), i rapporti tra le comunità sono fortemente influenzati dagli organismi coloniali caratterizzati per l'appunto da un maggior peso (ad es. Porifera) e quindi l'analisi multivariata ripropone gli stessi ordinamenti delle stazioni già visti per le comunità di taxa coloniali. Il cluster di figura 4.9 costruito sulla matrice del peso secco di tutti taxa rinvenuti nei 4 anni di studio presenta le analoghe divisioni viste in figura 4.8 per gli organismi coloniali e quindi valgono le medesime valutazioni già condotte in precedenza.

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

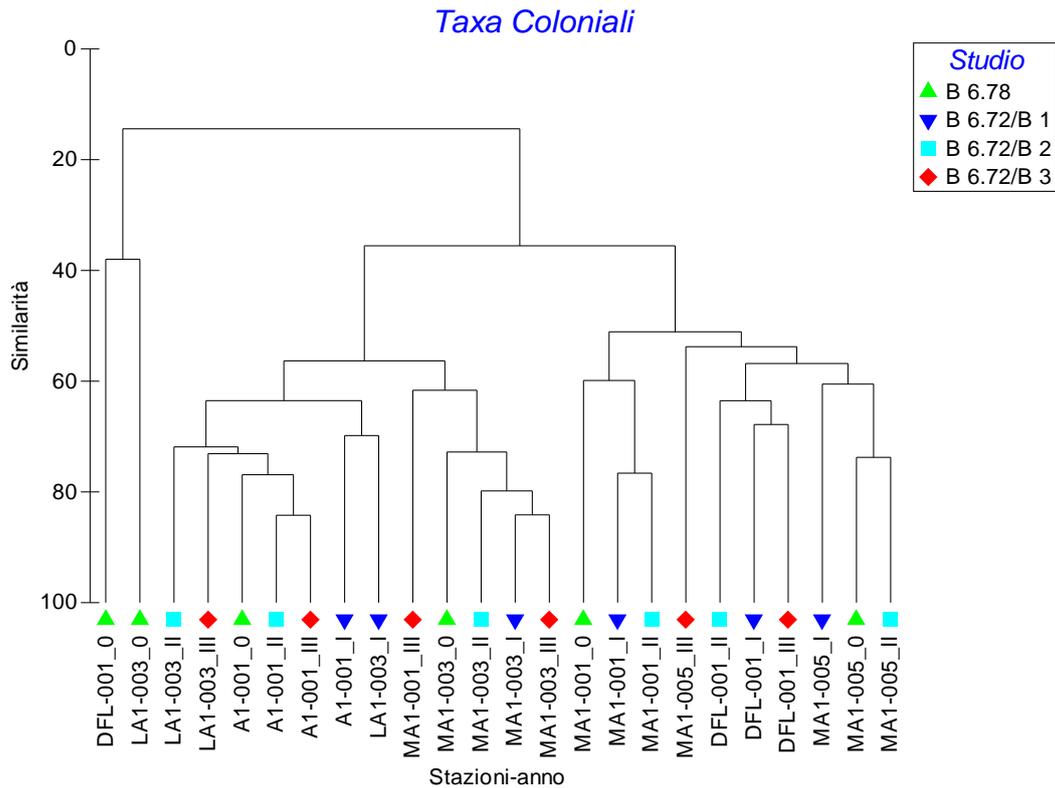


Fig. 4.8 Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento delle comunità betoniche coloniali dei sei affioramenti in base ai valori di copertura registrati nel corso degli Studi B.6.78 (primavera 2005), B.6.72 B/1 (gennaio 2006), B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007).

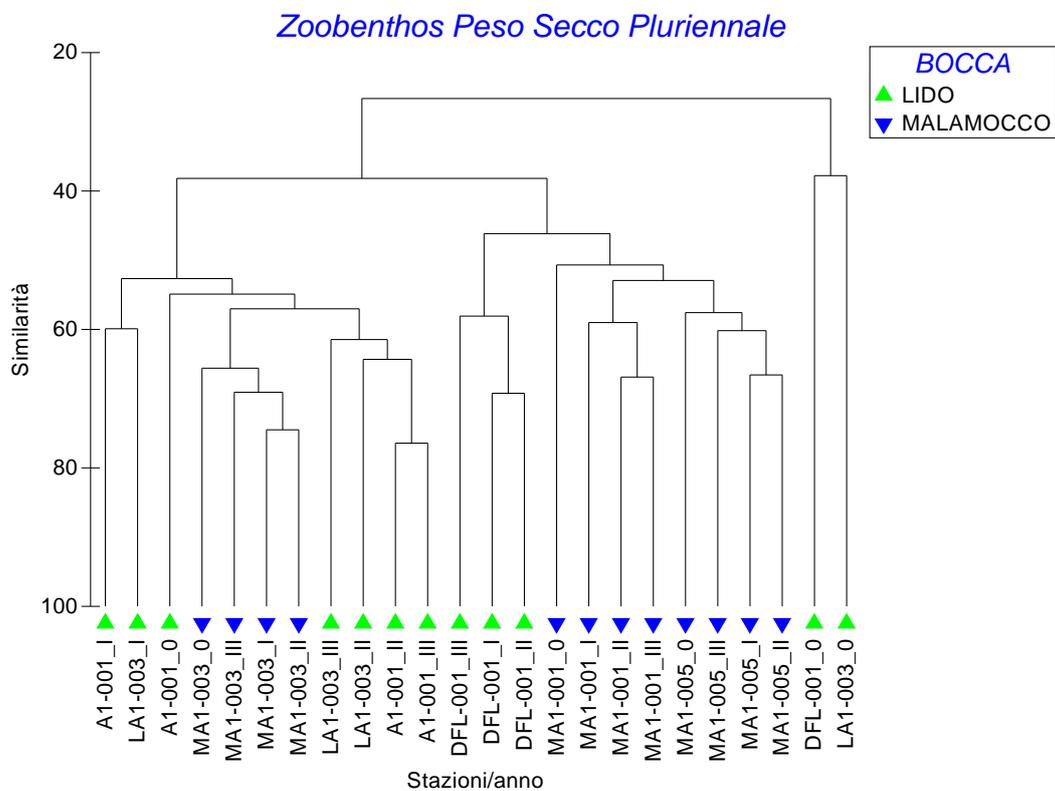


Fig. 4.9 Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento delle comunità betoniche dei sei affioramenti in base ai valori di biomassa (Peso Secco) di tutti gli organismi, registrati nel corso degli Studi B.6.78 (primavera 2005), B.6.72 B/1 (gennaio 2006), B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007).

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

Le curve di K dominanza costruite sulle matrici di peso secco per le quattro campagne ci permettono di eseguire alcune valutazioni sulle dinamiche temporali e sui rapporti tra le comunità bentoniche dei sei affioramenti

In figura 4.10 sono riportate le curve di K dominanza relative allo **studio di riferimento** della primavera 2005. L'affioramento A1-001 è risultato quello con la comunità meglio strutturata (dominanza iniziale del primo taxon attorno al 20%, mentre la comunità meno strutturata è quella relativa alla tegna MA1-005 (dominanza iniziale del primo taxon attorno al 80%); le altre stazioni si trovavano in posizione intermedia con una dominanza tra il 40 ed il 60%.

Le curve di K dominanza (Fig. 4.11) del **monitoraggio B.6.72 B/1** (gennaio 2006) evidenziano nella comunità bentonica dell'affioramento MA1-005 quella meno strutturata (dominanza relativa del primo taxon a circa il 60%). Molto simile a quest'ultimo affioramento è la tegna A1-001 che precedentemente risultava la meglio strutturata. Tutti gli altri affioramenti rocciosi presentano comunità abbastanza strutturate e a minor dominanza rispetto al primo campionamento avendo taxon a maggior dominanza i cui valori sono compresi all'incirca tra il 20 e il 40%.

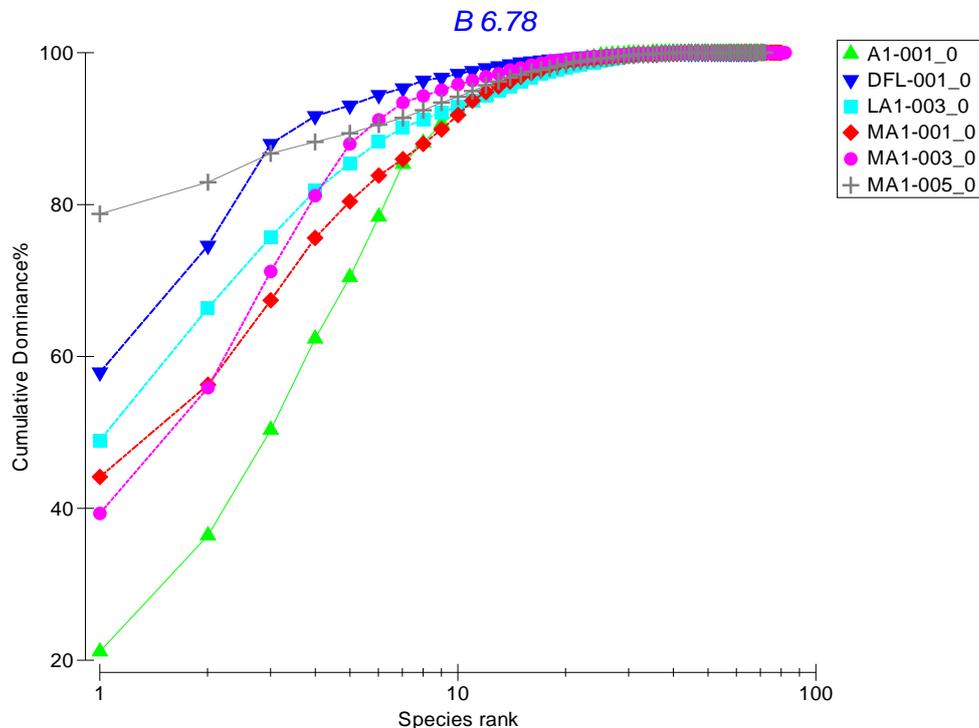


Figura 4.10 Curve di K dominanza per i sei affioramenti nel primo campionamento, Studio B.6.78 (primavera 2005). La dominanza è stata calcolata sulla base dei valori di biomassa secca di tutti i taxa coloniali e non coloniali.

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

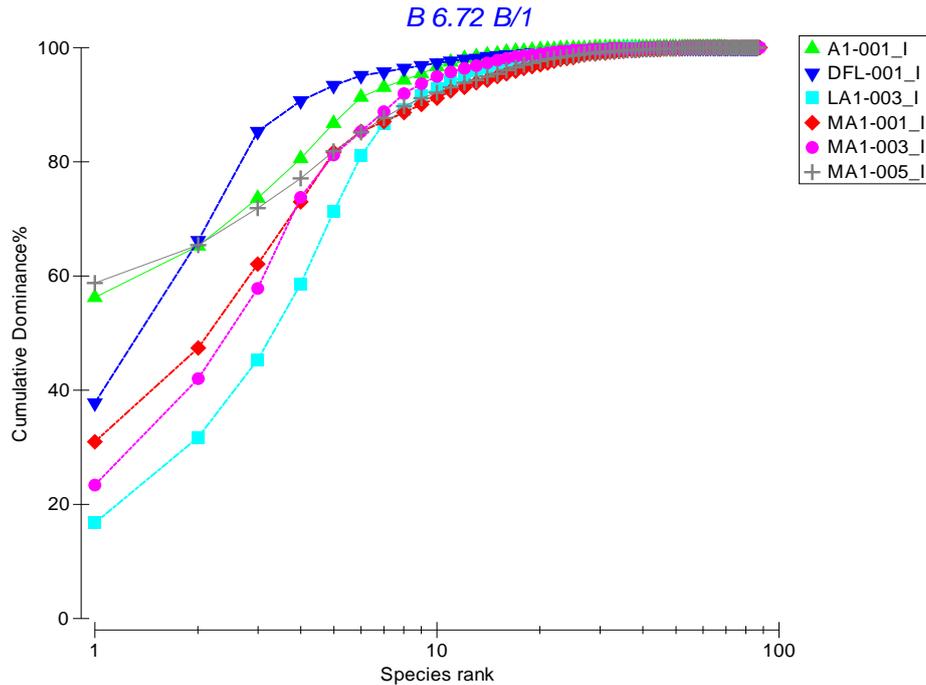


Figura 4.11 Curve di K dominanza per i sei affioramenti nel secondo campionamento, Studio B.6.72 B/1 (gennaio 2006). La dominanza è stata calcolata sulla base dei valori di biomassa secca di tutti i taxa coloniali e non coloniali.

Nel **monitoraggio B.6.72 B/2** (dicembre 2006) è sempre la stazione MA1-005 ad avere la comunità zoobentonica meno strutturata. In figura 4.12 si nota che le curve ed il loro andamento risultano simili a quelle dello stato di riferimento B.6.78 (Fig. 4.10). Le stazioni A1-001 e MA1-003 hanno la comunità bentonica meglio strutturata con valori di dominanza iniziali di circa il 20%. Le altre tre stazioni hanno andamento simile ai precedenti con valori di dominanza iniziale attorno al 40%.

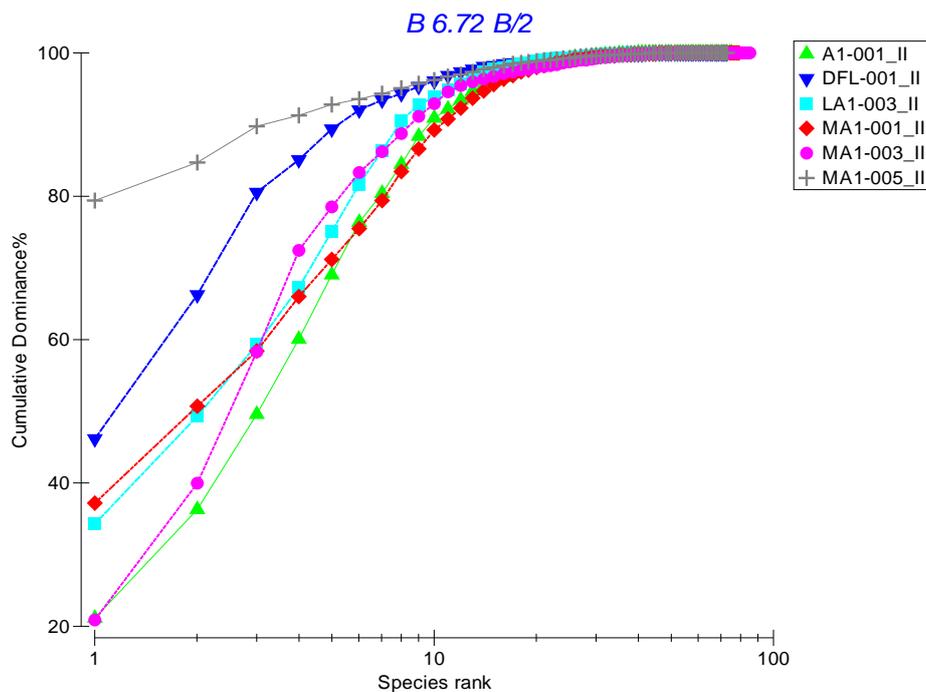


Figura 4.12 Curve di K dominanza per i sei affioramenti nel terzo campionamento, Studio B.6.72 B/2 (dicembre 2006). La dominanza è stata calcolata sulla base dei valori di biomassa secca di tutti i taxa coloniali e non coloniali.

Le curve di K dominanza relative al **monitoraggio B.6.72 B/3** (dicembre 2007, Fig. 4.13) indicano che l'affioramento MA1-005 ha la maggior dominanza iniziale e quindi la comunità bentonica meno strutturata. In questo studio anche la stazione MA1-001, che precedentemente presentava una comunità ben strutturata, ha una dominanza iniziale molto forte (superiore al 60%). Dalle curve appare come la comunità meglio strutturata sia quella dell'affioramento MA1-003, mentre le rimanenti sono comunque caratterizzate da comunità ben strutturate con valori tra il 30 ed il 40% di dominanza per il primo taxon.

Dalle curve di K dominanza calcolate su matrici di biomassa e non di abbondanza si desumono alcuni rapporti tra i taxa all'interno dei diversi affioramenti. I dati principali che vanno evidenziati sono a) la stabilità per i popolamenti della stazione MA1-005 che si caratterizzano per la maggior dominanza, b) il mantenimento di una costanza nelle dominanze iniziali per la comunità della Stazione MA1-003 (attorno al 20% in tutti i campionamenti invernali) che quindi oltre che ben strutturata risulta anche stabile nel tempo.

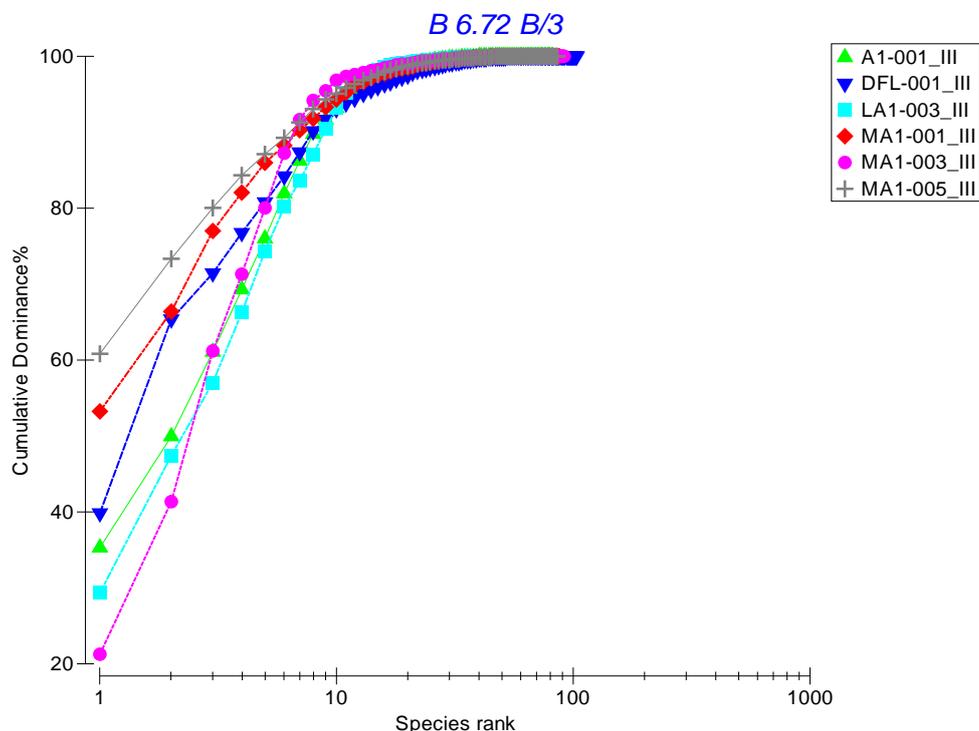


Figura 4.13 Curve di K dominanza per i sei affioramenti nel quarto campionamento, Studio B.6.72 B/3 (dicembre 2007). La dominanza è stata calcolata sulla base dei valori di biomassa secca di tutti i taxa coloniali e non coloniali.

Considerando la matrice delle presenze dei diversi taxa bentonici, coloniali e non coloniali/vagili, attraverso il calcolo della similarità dei popolamenti zoobentonici tra gli affioramenti nelle 4 campagne, possiamo approfondirne le dinamiche. Il cluster di figura 4.14 rappresenta per l'appunto la classificazione degli affioramenti nei diversi studi. Questo dendrogramma conferma quanto già osservato nell'analisi separata dei popolamenti coloniali e non coloniali/vagili. In generale osserviamo che vi è un'alta similarità delle comunità dei sei affioramenti con un valore minimo del 60% come indicato dal cluster. D'altro canto la similarità massima tra le diverse stazioni-anno non supera mai l'85% e già a valori di poco superiori al 60% riconosciamo i principali gruppi. Un taglio a livello del 62% circa di similarità distingue tre gruppi. Il gruppo centrale (triangoli verdi) è formato dalle stazioni del primo campionamento ad esclusione della stazione A1-001, come anche visto per i taxa non coloniali. Gli altri due gruppi sono costituiti dalle comunità dei successivi studi raggruppate per affioramenti, piuttosto che in modo temporale; in

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

particolare, nella parte bassa del cluster osserviamo il raggruppamento delle stazioni MA1-001, MA1-005 e DFL-001 degli studi B.6.72 B/1, B/2 e B/3. Queste stazioni hanno una similarità per presenza di taxa del 62%; scendendo lungo la classificazione data dal dendrogramma, vediamo che si evidenziano le divisioni temporali dei taxa tra i dati delle tre campagne invernali.

Nella parte superiore del cluster osserviamo il gruppo delle stazioni A1-001, LA1-003 e MA1-003 simili per circa il 65%; anche in questo caso scendendo lungo i rami del dendrogramma osserviamo un raggruppamento su base temporale e solo secondariamente su base spaziale (Stazione A1-001 dello studio di riferimento B.6.78).

Per analizzare i taxa che contraddistinguono i diversi raggruppamenti è stata eseguita un'analisi della similarità percentuale SIMPER che ha messo in luce come i tre gruppi sopra descritti si contraddistinguano principalmente in base alla similarità della componente bentonica di organismi non coloniali/vagili, che sono i più abbondanti e maggiormente presenti in proporzioni diverse (ad es. policheti come *Ceratonereis costae* e *Syllidae*, molluschi come *Gastrocaena dubia*, *Hiatella arctica* e *Nassarius* e crostacei anfipodi), mentre la dissimilarità tra questi gruppi è dovuta alla presenza di taxa coloniali negli affioramenti dei diversi gruppi.

Il gruppo costituito da 5 dei 6 affioramenti del primo campionamento, si differenzia per la scarsa presenza di taxa quali *Epizoanthus arenaceus*, *Chondrosia reniformis* e *Sarcotragus spinosulus* e per la maggior presenza di briozoi.

Gli affioramenti MA1-001, MA1-005 e DFL-001 si distinguono per la presenza di molluschi come *Gastrana fragilis*, *Mangelia costulata*, *Calliostoma zizyhinum* e la mancanza o scarsa presenza di taxa coloniali come i cnidari *Epizoanthus arenaceus*, i Poriferi *Chondrosia reniformis*, *Ircinia variabilis*, *Cliona viridis* e *Sarcotragus spinosulus* (Fig. 4.15).

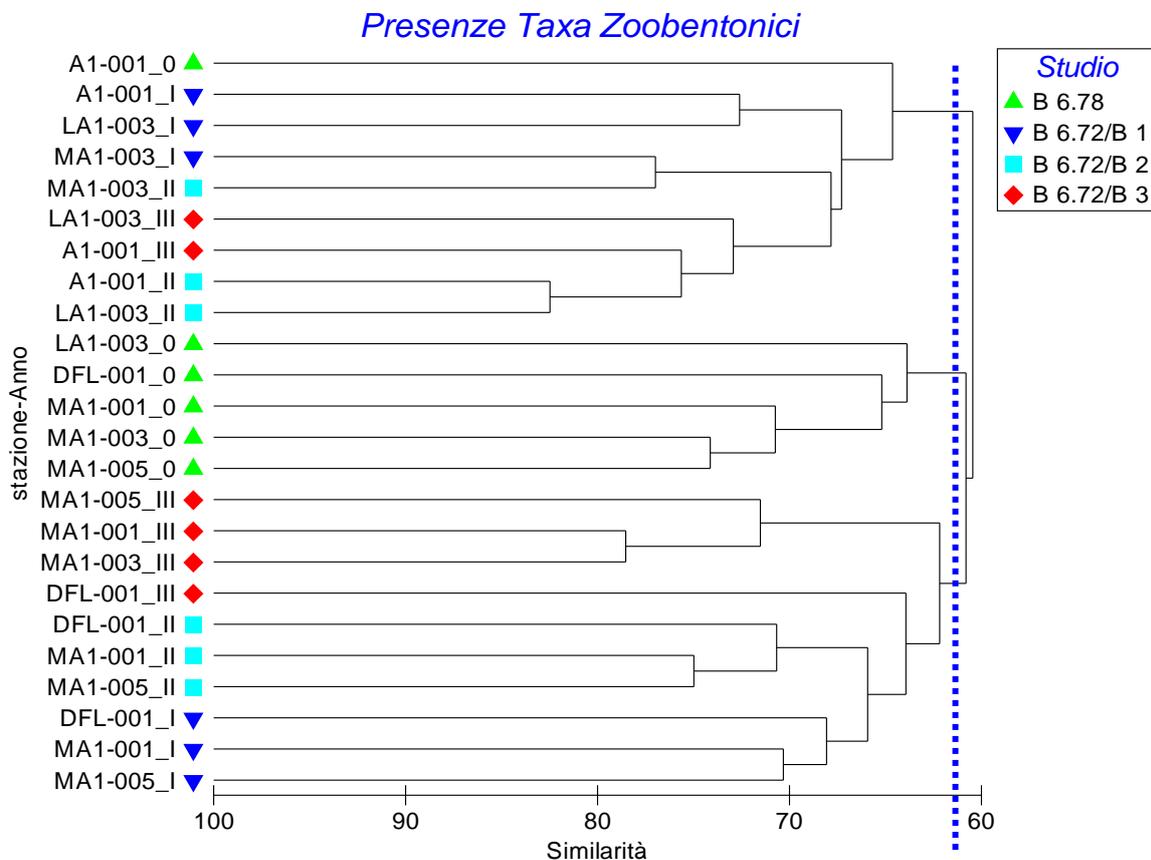


Figura 4.14 Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento delle comunità bentoniche dei sei affioramenti in base alla matrice di presenza dei taxa zoobentonici, coloniali e non coloniali/vagili rinvenuti nel corso degli Studi B.6.78 (primavera 2005), B.6.72 B/1 (gennaio 2006), B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007).

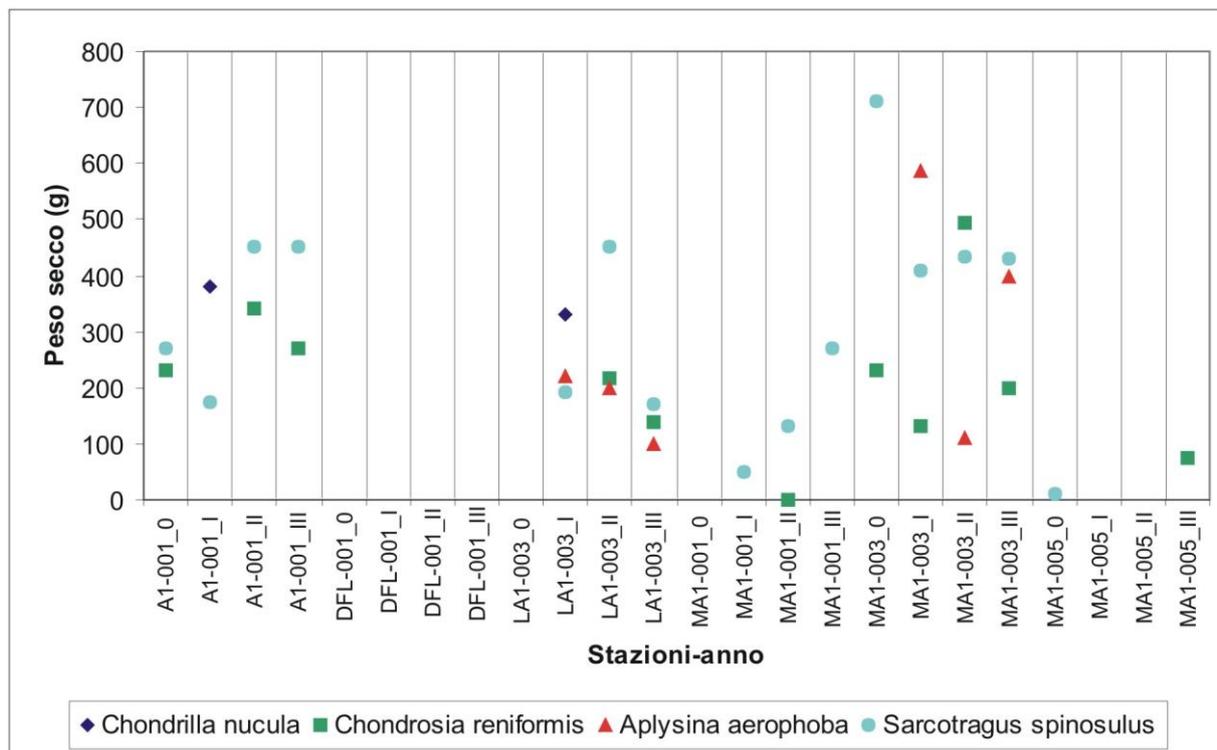


Fig. 4.15 Andamento dei valori di biomassa di alcune specie di Porifera per i tre anni di studio.

4.3 Le comunità fitobentoniche degli studi B.6.72 (B/1, B/2 e B/3) e B.6.78

Prima di iniziare il confronto tra i risultati dei monitoraggi eseguiti in questi anni, è opportuno ricordare come le comunità fitobentoniche, rispetto a quelle zoobentoniche, soprattutto nel Nord Adriatico, siano caratterizzate da una marcata variabilità nell'arco dell'anno; questa variabilità è tipica delle comunità vegetali, poiché presentano cicli biologici complessi, con l'alternanza di più generazioni durante l'anno (es. gametofito, sporofito), spesso di forma e dimensioni anche molto diverse tra loro (macroscopica o microscopica, riproduttiva o non riproduttiva), ma è anche in parte dovuta alle accentuate differenze meteo-climatiche che si verificano tra i mesi invernali e quelli estivi, proprio in questa parte dell'Adriatico. In particolare, per le macroalghe le basse temperature invernali o la minore radiazione luminosa incidono sulla comunità, semplificandone sia la struttura, sia la biodiversità. Per ovviare a questa variabilità, le comunità vegetali vengono opportunamente campionate più volte durante l'anno al fine di disporre di dati esaurienti [Cormaci, 1995; Cormaci *et al.*, 2003].

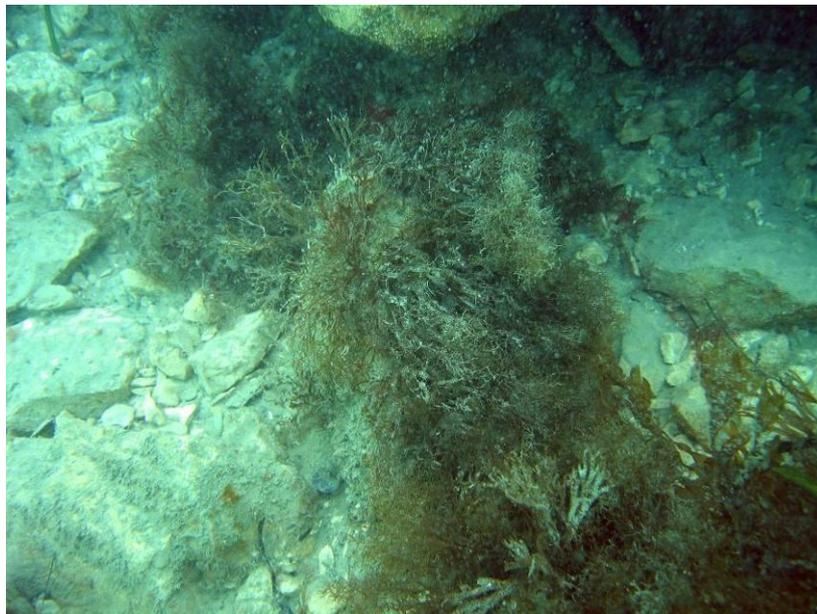
Per valutare i possibili impatti sugli affioramenti rocciosi, i dati del presente studio (dicembre 2007) sono stati confrontati con quelli dei precedenti monitoraggi B.6.72 B/1 (gennaio 2006) e B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e con quelli dello studio di riferimento *ante operam* B.6.78 (primavera 2005). Il confronto e l'analisi dei principali indicatori strutturali delle comunità bentoniche hanno permesso di valutare le eventuali variazioni osservate, analizzandone le possibili cause.

Il numero di taxa, che rappresenta un primo indicatore per valutare la consistenza e la diversità specifica delle comunità, ad eccezione dell'affioramento LA1-003, presenta valori paragonabili a quelli dei precedenti monitoraggi, ma inferiori a quelli rilevati nello studio *ante operam* della primavera 2005. Analizzando, nei vari anni, il numero di specie complessivo per affioramento, infatti, si evidenzia come nello studio *ante operam* siano state rilevate complessivamente 17-18

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

specie mentre, nei tre monitoraggi di controllo, il loro numero sia variato da 10 a 14 specie per affioramento. Anche dall'analisi del numero medio di specie delle tre repliche di ciascun affioramento (Fig. 4.16) emerge come, rispetto agli 11-12 taxa rilevati dello studio di riferimento, nei successivi monitoraggi la media sia variata da 5 a 7 specie. Analizzando i dati più dettagliatamente si osserva come, tra lo studio attuale e quello *ante operam*, la riduzione del numero di specie sia dell'ordine di 4 volte per l'affioramento LA1-003 e di $\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{3}$ per tutti gli altri.

La ripartizione tra i principali gruppi (alghe rosse, verdi e brune) delle macroalghe presenti nella lista floristica complessiva di ciascun affioramento, indica come solo il sito LA1-003 faccia registrare valori inferiori rispetto a quelli rilevati nei precedenti monitoraggi e nello stato *ante operam*; per gli altri affioramenti, infatti, i valori e la percentuale di ripartizione tra i tre gruppi appaiono confrontabili con quelli dei precedenti monitoraggi (Fig. 4.17). Tenendo conto del fatto che la presenza delle macroalghe sugli affioramenti monitorati è comunque numericamente limitata, si evidenzia come nello studio *ante operam* sia stato rilevato un numero di specie superiore a quello di tutti i monitoraggi successivi (+5-6 specie); lo studio attuale, invece, presenta un numero di specie superiore (1-2 taxa) rispetto ai due precedenti monitoraggi (Studi B.6.72 B/1 e B.6.72 B/2).



Dictyota dichotoma (alga bruna) (foto non relativa ai siti di campionamento)

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

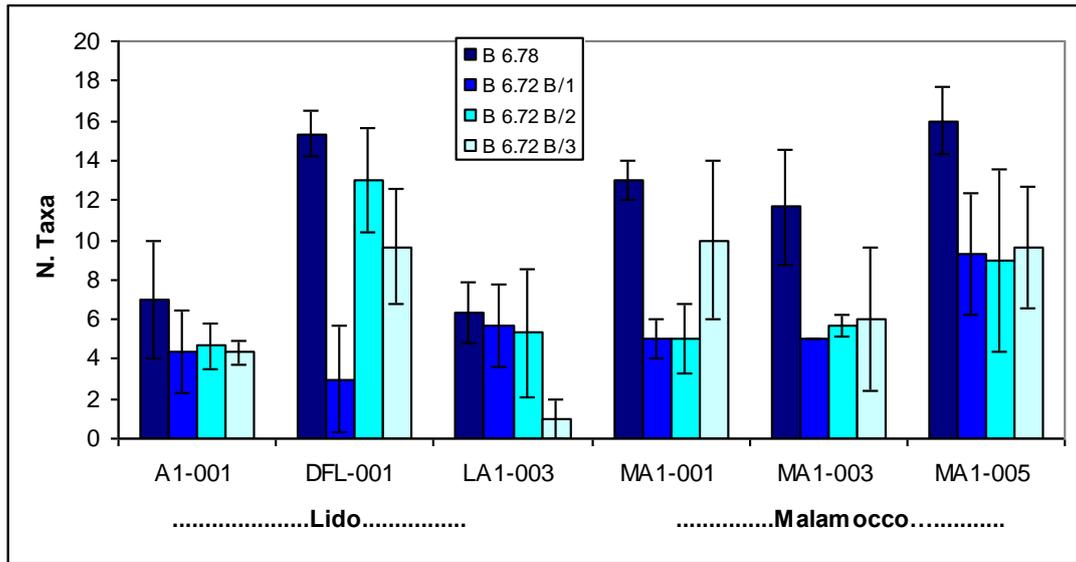


Fig. 4.16 Numero di taxa medio per affioramento rilevato negli Studi B.6.78 (primavera 2005), B.6.72 B/1 (gennaio 2006), B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007). La barra corrisponde alla deviazione standard. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

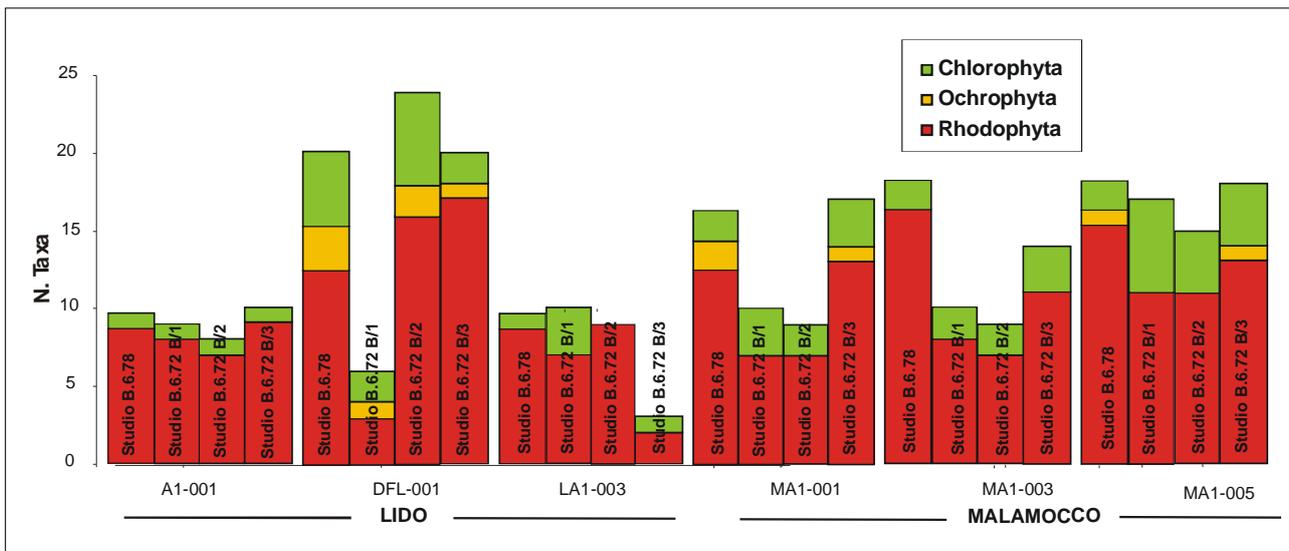


Fig. 4.17 Numero di taxa rilevato per le tre categorie sistematiche macroalgali negli Studi B.6.78 (primavera 2005), B.6.72 B/1 (gennaio 2006), B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007). I valori fanno riferimento all'elenco floristico complessivo delle tre repliche di ogni affioramento (7500 cm²).

Il confronto sulla base dei valori di abbondanza delle macroalghe (Fig. 4.18) per il monitoraggio attuale delinea una riduzione di 2-3 volte rispetto allo studio *ante operam* (primavera 2005), confermando, però, il trend generale già osservato negli altri anni per le due bocche di porto; si registrano, infatti, anche in questo studio, abbondanze più elevate nella bocca di Malamocco rispetto a quelle di Lido. Solamente l'affioramento MA1-003 si mantiene sui medesimi livelli di abbondanza del periodo dello studio di riferimento.

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

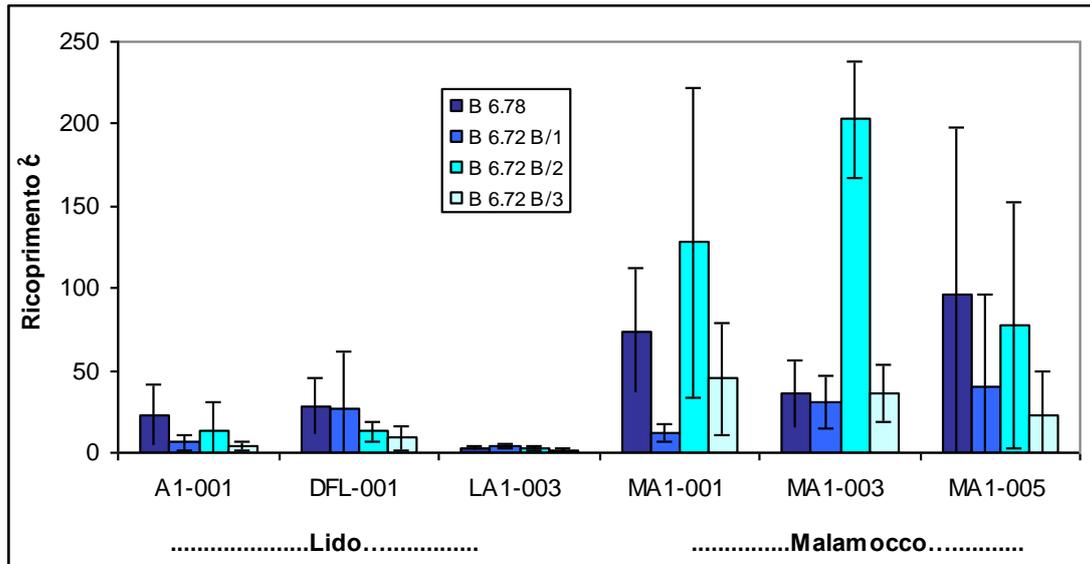


Fig. 4.18 Abbondanza media per affioramento roccioso relativa agli Studi B.6.78 (primavera 2005), B.6.72 B/1 (gennaio 2006), B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007).
Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

Anche l'analisi delle abbondanze delle macroalghe presenti nella lista floristica complessiva di ciascun affioramento, ripartite nelle tre categorie macroalgali (alghe rosse, verdi e brune), indica un trend in regressione che riguarda prevalentemente le alghe rosse (Fig. 4.19), fatto non positivo dal momento che questo gruppo costituisce, al momento, il solo elemento di pregio macroalgale degli affioramenti. La presenza delle alghe brune, invece, già limitate per numero di specie in tutti gli affioramenti e in tutti gli anni di monitoraggio, come si nota dal grafico in figura 4.19, appare praticamente nulla anche in termini di abbondanza.

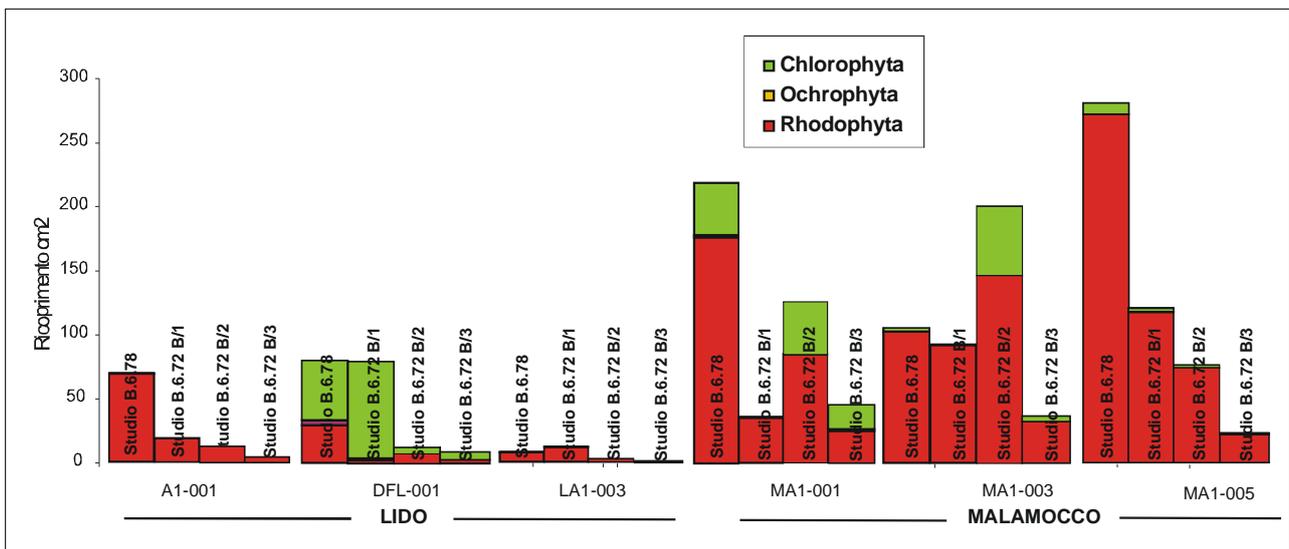


Fig. 4.19 Abbondanza delle tre categorie sistematiche macroalgali per gli affioramenti rocciosi indagati. I valori fanno riferimento all'elenco floristico complessivo delle tre repliche (7500 cm²).
Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

Il confronto delle abbondanze in relazione allo stato ecologico sciafilo o fotofilo di appartenenza, evidenzia che il trend regressivo riguarda prevalentemente le specie sciafile e in modo minoritario

quelle fotofile, anche per il fatto che queste ultime sono in netta minoranza (Fig. 4.20); solo nell'affioramento DFL-001 la riduzione di abbondanza riguarda la componente fotofila.

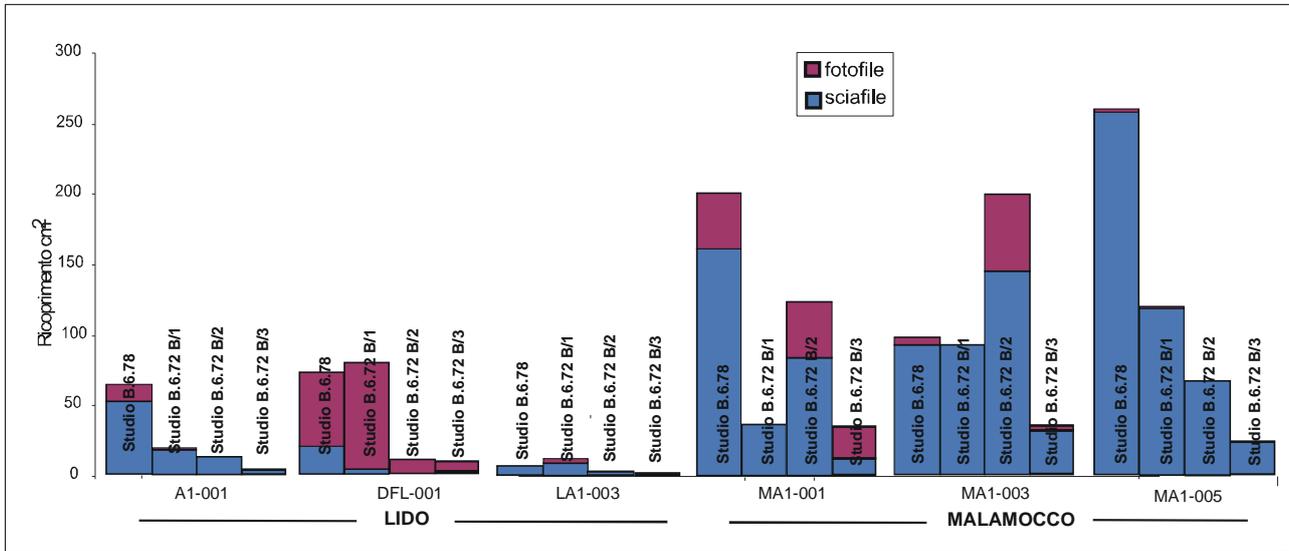


Fig. 4.20 Confronto delle abbondanza in relazione al gruppo ecologico sciafile - fotofila. I valori fanno riferimento all'elenco floristico complessivo delle tre repliche (7500 cm²).

Un ultimo raffronto possibile tra le comunità osservate nei diversi monitoraggi riguarda gli aspetti morfo-funzionali. Il grafico di figura 4.21 evidenzia come la maggiore riduzione sia a carico delle forme fogliose; questo calo appare più evidente negli affioramenti di Malamocco, poiché le abbondanze registrate sono superiori rispetto a quelle di Lido. Le macroalghe fogliose rappresentano la tipologia algale, che più di tutte, risente della sedimentazione o di eventi di risospensione.

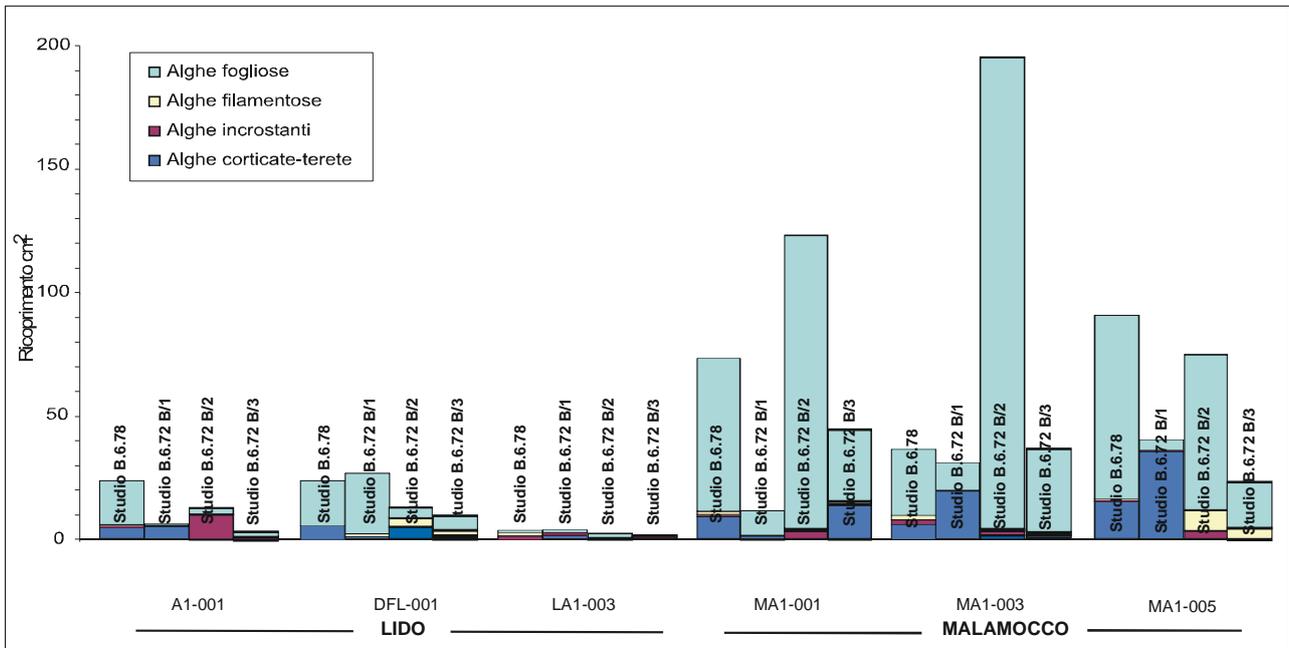


Fig. 4.21 Variazioni del ricoprimento medio delle repliche (cm²) dei gruppi funzionali macroalgali tra gli affioramenti delle due bocche di porto nei quattro Studi B.6.78 (primavera 2005), B.6.72 B/1 (gennaio 2006), B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007). Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

4.4 Confronto statistico

Al fine di verificare se le variazioni osservate tra i quattro Studi (*ante operam* = “stato zero” nella primavera 2005 e monitoraggi B.6.72 B/1 in gennaio 2006, B/2 in dicembre 2006, e B/3 in dicembre 2007), riguardo il numero di specie e le abbondanze, possano influire sull’assetto delle comunità algali presenti sugli affioramenti, ne è stata testata la significatività statistica, mediante l’applicazione di analisi ANOSIM a differenti livelli e di analisi MDS.

Analizzando i dati nell’insieme delle due bocche di porto, sia come repliche, sia come affioramento (somma delle tre repliche), nel confronto tra i 4 monitoraggi il valore di Global R dell’analisi ANOSIM risulta sempre basso (0,189 per le repliche e 0,160 per gli affioramenti), indicando come, globalmente, le differenze tra i sei affioramenti delle due bocche di porto siano statisticamente nulle. Nel diagramma MDS (Fig. 4.22) che suddivide gli affioramenti per anni di monitoraggio si nota, però, come una parte degli affioramenti del presente monitoraggio sia localizzata a) marginalmente rispetto a quelli degli anni precedenti e b) distanziati soprattutto da quelli dello studio *ante operam*. Globalmente non si notano differenze statistiche, ma è evidente che alcuni affioramenti dello studio si posizionano lontano allo studio di riferimento.

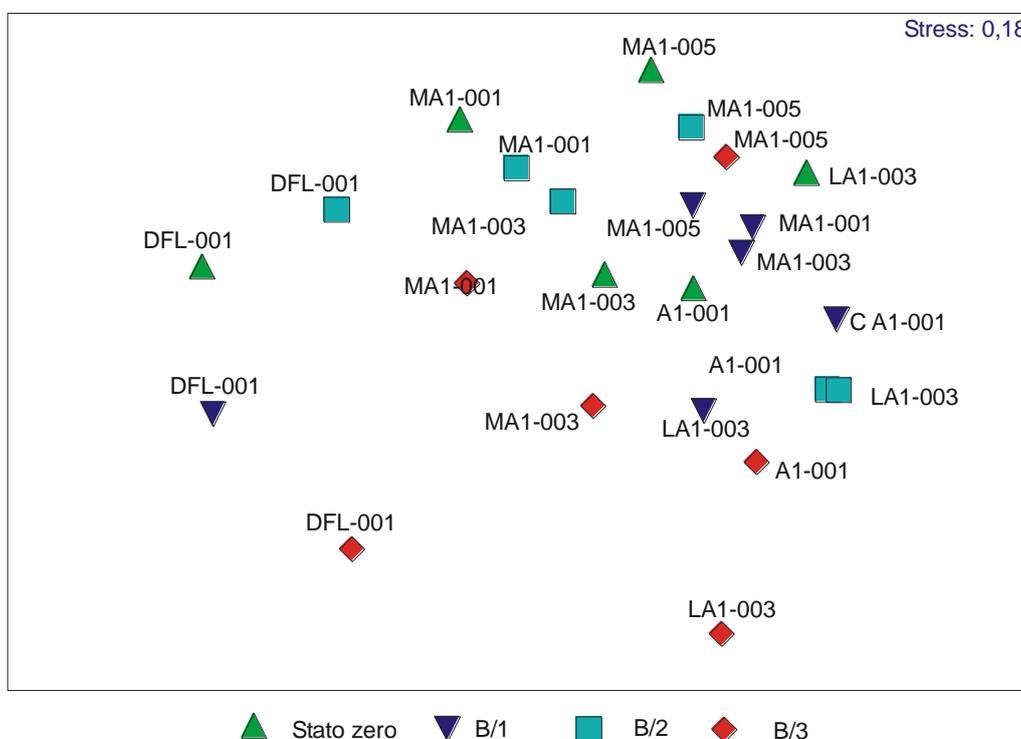


Fig. 4.22 Analisi MDS degli affioramenti rocciosi, per entrambe le bocche di porto, differenziati per i quattro Studi B.6.78 (primavera 2005), B.6.72 B/1 (gennaio 2006), B.6.72 B/2 (dicembre 2006) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007). Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

Una successiva analisi ANOSIM ha voluto testare la similarità dei medesimi affioramenti nei quattro anni. Il valore di Global R di questa analisi, pari a 0,484, indica una diversità statistica ancora modesta, ma apprezzabile graficamente nel diagramma di Fig. 4.23. È interessante rilevare la posizione nel grafico degli affioramenti dell’attuale monitoraggio (indicati con B/3), in quanto si collocano quasi sempre nella parte inferiore nel grafico rispetto ai medesimi dei precedenti anni, e soprattutto lontani dagli affioramenti dello stato *ante operam*.

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

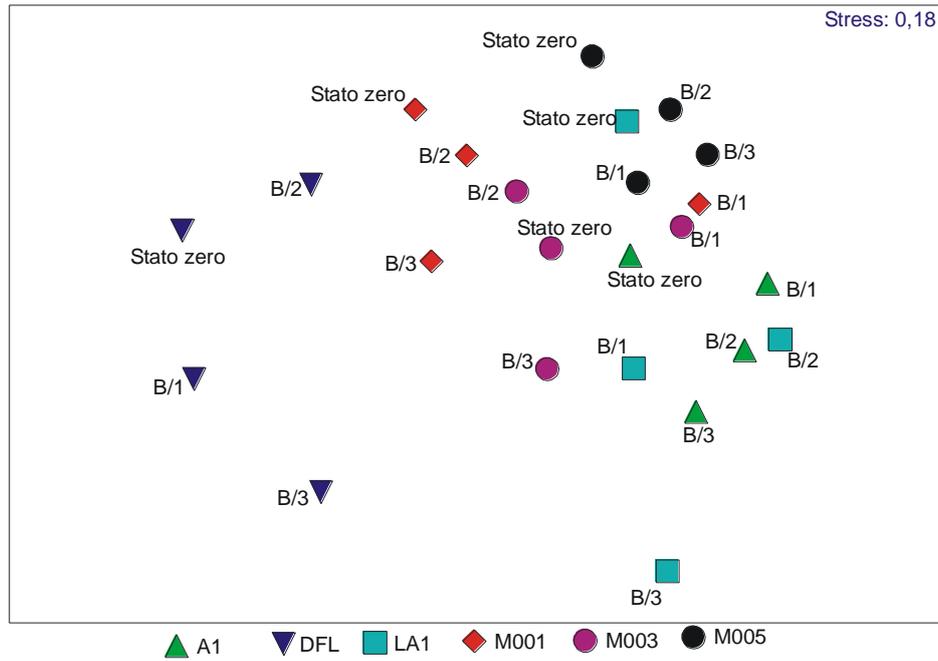


Fig.4.23 Analisi MDS dei quattro Studi differenziati per affioramento roccioso per entrambe le bocche di porto. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

Una specifica analisi MDS (Fig. 4.24) evidenzia, infatti, un diverso raggruppamento tra gli affioramenti del monitoraggio dello stato zero e quelli del presente monitoraggio (Studio B.6.72 B/3); dal grafico si desume inoltre una maggiore dispersione di questi ultimi nel diagramma, soprattutto per quanto riguarda gli affioramenti LA1-003 e DFL-001. Il valore di Global R (0,39) dell'analisi ANOSIM relativa al confronto tra lo studio attuale B.6.72 B/3 e lo studio *ante operam* indica, però, la presenza di una limitata diversità a livello dei sei affioramenti.

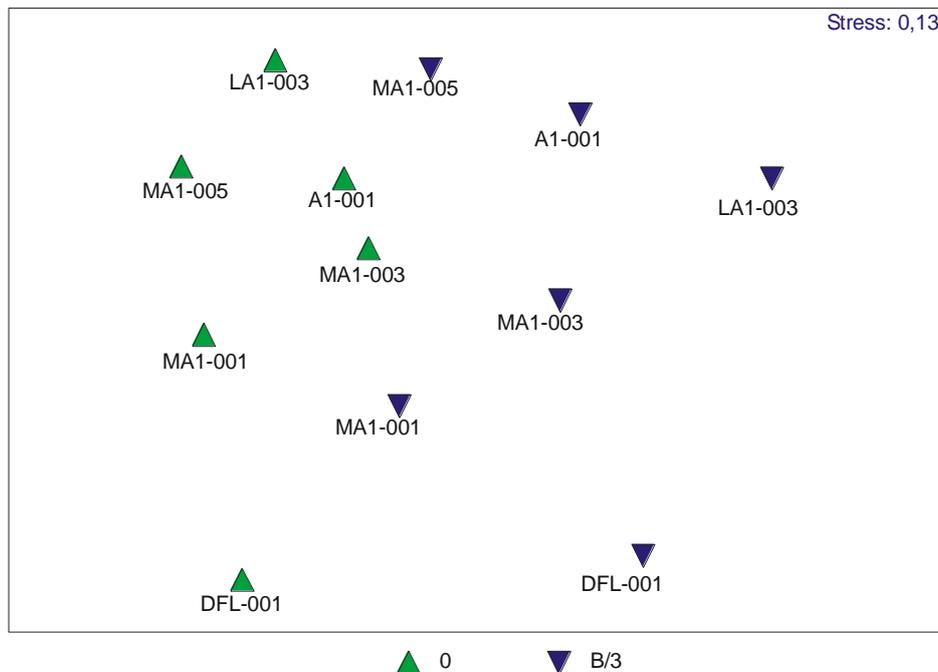


Fig. 4.24 - Analisi MDS degli affioramenti rocciosi nei monitoraggi *ante operam* (primavera 2005) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007) per ambedue le bocche di porto. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

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

La presenza di questa limitata differenza a livello complessivo degli affioramenti delle due bocche di porto ha suggerito di eseguire la medesima analisi prendendo in esame separatamente gli affioramenti di Lido e Malamocco. Nei grafici MDS relativi alle due bocche di porto (Fig. 4.25 e 4.26), gli affioramenti tendono a raggrupparsi separatamente in base ai due periodi di campionamento e le differenze osservate rendono conto di una variazione che non riguarda solo alcuni affioramenti, ma il loro insieme. Le rispettive analisi ANOSIM, che riportano un valore di Global R pari a 0,30 per Lido e 0,49 per Malamocco, indicano rispettivamente una bassa e una moderata diversità statistica nell'assetto delle comunità macroalgali tra i due periodi presi in esame.

Come riportato nei precedenti Rapporti Finali [Magistrato alle Acque, 2006b; Magistrato alle Acque, 2007], il medesimo confronto eseguito tra i monitoraggi B/1 e B/2 e lo stato *ante operam* per gli affioramenti della bocca di Lido conferma una sostanziale stabilità, poiché le differenze risultano sempre statisticamente poco significative (Global R 0,15 in B/1 e 0,28 in B/2), presentando comunità fitobentoniche simili per struttura e composizione. Per gli affioramenti della bocca di Malamocco, invece, il confronto tra lo studio *ante operam* e i due precedenti monitoraggi B/1 e B/2, indica sempre una moderata differenziazione nella comunità macroalghe tra i vari anni (Global R 0,755 per B/1 e 0,57 per B/2).

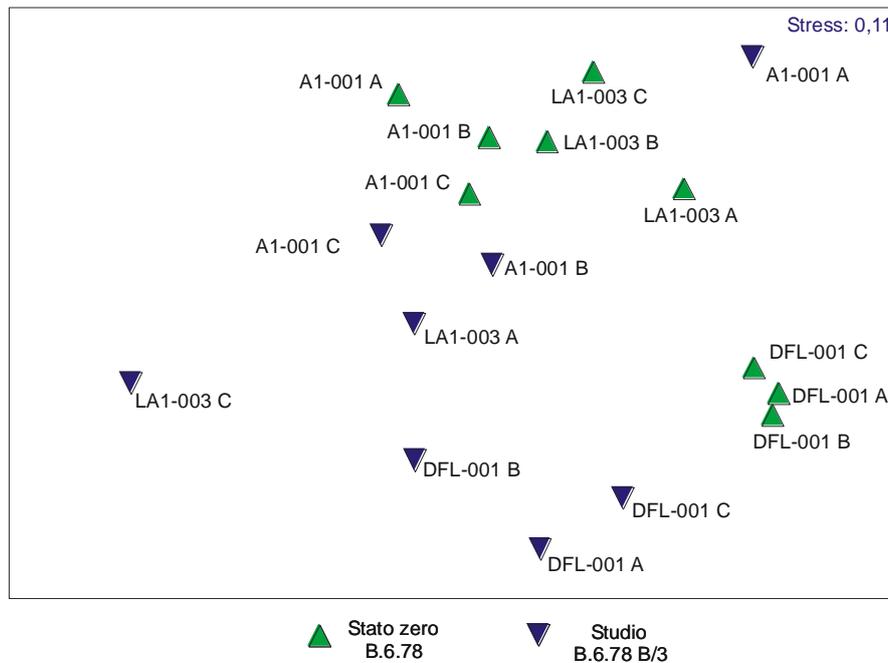


Fig. 4.25- Analisi MDS degli affioramenti rocciosi nei monitoraggi *ante operam* (primavera 2005) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007) per la bocca di porto di Lido. Si ricorda che il sito di controllo è A1 001.

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

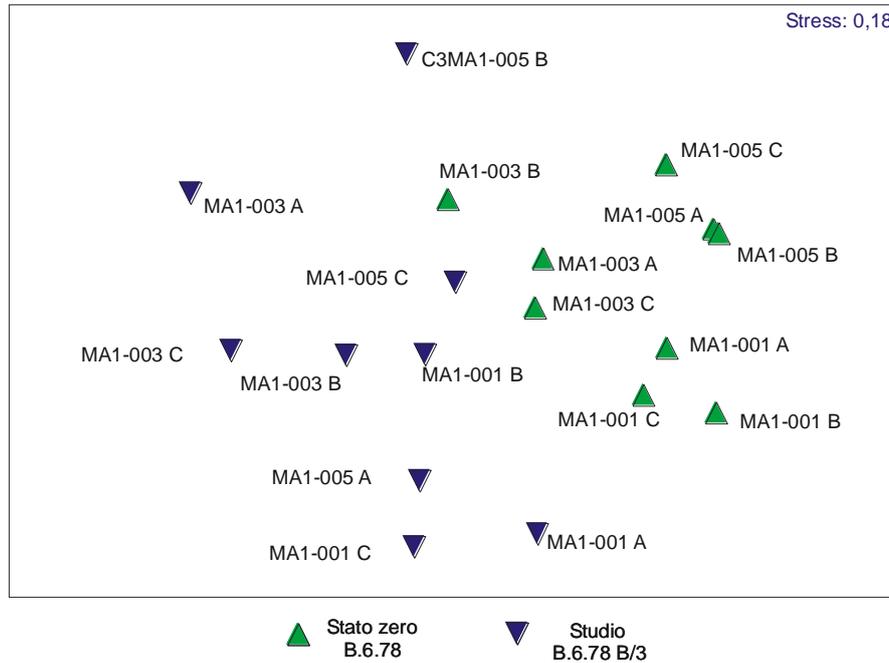


Fig. 4.26 - Analisi MDS degli affioramenti rocciosi nei monitoraggi *ante operam* (primavera 2005) e B.6.72 B/3 (dicembre 2007) per la bocca di porto di Malamocco. Si ricorda che il sito di controllo è MA1 005.

Quanto sino ad ora osservato, indica per i diagrammi MDS una tendenza a differenziare le comunità macroalgali del presente monitoraggio rispetto a quelle dello studio *ante operam*; le analisi ANOSIM rilevano, però, come tali differenze siano sostanzialmente nulle per gli affioramenti di Lido e moderate per quelli della bocca di Malamocco.

5 CONSIDERAZIONI FINALI

Gli obiettivi di questo Rapporto Finale consistono nella valutazione delle comunità fito-zoobentoniche presenti su alcuni affioramenti rocciosi localizzati nelle aree antistanti le bocche di porto di Lido e di Malamocco e nel loro raffronto rispetto a quanto rilevato nello Studio di riferimento (B.6.78) e nei monitoraggi, ad esso successivi, degli Studi B.6.72 B/1 e B/2. Queste comunità sono state incluse nel piano di monitoraggio poiché rappresentano validi indicatori di un eventuale impatto indotto da un aumento di torbidità, considerando sia l'aspetto presenza/abbondanza delle singole specie indicatrici, sia e soprattutto il loro insieme. Le caratteristiche fisiche e chimiche delle acque in cui questi organismi vivono assumono grande importanza, poiché possono modificare quantitativamente e qualitativamente la struttura e la composizione delle comunità.

Per quanto attiene l'analisi dei dati, dopo una prima valutazione degli organismi algali e zoobentonici presenti che colonizzano gli affioramenti rocciosi, si è proceduto ad un confronto con quelli rilevati nello studio di riferimento *ante operam* B.6.78 e nei monitoraggi B.6.72 B/1 e B/2. Lo scopo di questi confronti è stato quello di evidenziare la presenza o meno di tendenze in atto e valutare se e in quale percentuale queste siano ascrivibili ad impatti generati dai dragaggi per la realizzazione delle opere in realizzazione alle bocche. Le differenze e le similarità osservate nelle comunità bentoniche tra gli studi sono state, però, valutate ricordando sempre come queste comunità biologiche siano incluse nei cosiddetti "*parametri indiretti*", per i quali non esiste una chiara e netta relazione causa-effetto tra la realizzazione delle opere e le possibili modificazioni nell'assetto delle comunità.

A rendere più complessa la valutazione circa la possibile presenza di variazioni in atto, quando proprio queste ultime non sono così marcate, contribuisce il fatto che sono scarse le conoscenze in merito ai dinamismi temporali della struttura e della composizione di queste comunità. Lo studio di riferimento *ante operam*, infatti, pur facendo riferimento ai medesimi siti di campionamento, è stato condotto in un periodo (primavera 2005) diverso rispetto a quello dei monitoraggi B.6.72 (B/1 in gennaio 2006, B/2 in dicembre 2006, e B/3 in dicembre 2007), aggiungendo un ulteriore elemento di incertezza all'intrinseca variabilità naturale. Recenti lavori sulle comunità algali del coralligeno [Abbiati *et al.*, 1996; Piazzini *et al.*, 2004] o in generale su comunità sub-tidali rocciose [Irving e Connell, 2002a,b], sembrano infatti confermare una variabilità significativa riconducibile alla stagionalità, alla sedimentazione e alla riduzione della luce, come del resto risulta, in parte, anche dalle valutazioni di questo rapporto.

Considerando che, sulle aree dove sono localizzate le tegnie, gli impatti più probabili dovuti alle attività di cantiere alle bocche sono identificabili in un aumento della sedimentazione e/o del livello di torbidità, le indicazioni che derivano dall'analisi della comunità zoobentonica non sono univoche.

Per la **componente zoobentonica**, ad esempio, è stato osservato come nei precedenti anni vi siano state ampie variazioni nei valori di presenza e copertura delle specie coloniali; in particolare, nel periodo iniziale, sono aumentati i valori di copertura e le biomasse di questo gruppo di organismi per poi diminuire, soprattutto per quanto riguarda la copertura, nel presente monitoraggio B.6.72 B/3 (Fig. 4.1).

Soffermandosi su alcuni di questi organismi coloniali, come i poriferi *Chondrosia reniformis* e *Chondrilla nucula*, la loro presenza dovrebbe fornire indicazioni circa l'esistenza di possibili impatti causati dalle attività di cantiere, poiché possiedono caratteristiche fisiologiche tali da far loro trovare un buon habitat in ambienti dove è presente una forte sedimentazione. Secondo alcuni autori [Cerrano *et al.*, 2004], però, dal momento che *Chondrilla nucula* vive in simbiosi con

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

cianobatteri, necessita invece di acque a bassa torbidità e buona penetrazione della luce, per poter permettere ai batteri simbiotici di svolgere il processo fotosintetico.

Osservando i valori di abbondanza (Fig. 4.15), si vede come *Chondrilla nucula* sia stata rilevata in quantità significative solo nel monitoraggio B.6.72 B/1 e solo nell'area di Lido nelle teggue più esterne (A1-001 e LA1-003).

Considerando come nell'area del Lido *Chondrilla nucula* sia stata rinvenuta con le più alte concentrazioni nel corso del primo anno di monitoraggio (B.6.72 B/1), periodo in cui sono stati effettuati i maggiori lavori di dragaggio, e come, invece, ne sia stata rilevata una minore abbondanza nei successivi anni di indagine (B.6.72 B/2 e B/3), quando anche le attività di dragaggio sono andate via via riducendosi, sembra più attendibile la tesi che tale specie si avvantaggi di condizioni di torbidità.

Per quanto riguarda le specie non coloniali/vagili, dai valori di abbondanza, di biomassa e degli indici ecologici, si osserva come le comunità bentoniche nelle aree esposte ai possibili impatti dei cantieri alle bocche non sembrano dare indicazioni di cambiamenti in atto legati agli effetti di tali opere. Le variazioni osservate sono attribuibili a dinamiche naturali di insediamento e competizione intra ed interspecifica dei taxa, piuttosto che a modificazioni dei parametri ambientali.

Va comunque sottolineata l'importanza dell'andamento delle curve ABC (Figure 4.6 e 4.7) per i popolamenti degli affioramenti DFL-001, MA1-001 ed MA1-005 rilevati in questo ultimo anno di monitoraggio che evidenziano una situazione di stress per la comunità bentonica, fortemente caratterizzata dalla presenza di organismi non coloniali/vagili con elevata dominanza (prima fra tutte *Sabellaria spinulosa*). Nei 4 anni di studio questi affioramenti hanno presentato i valori più contenuti per quanto riguarda i principali parametri della comunità bentonica (Fig. 4.1); ciò può essere dovuto ad andamenti stagionali, variazioni periodiche e azioni di disturbo naturale. Nell'affioramento MA1-005, infatti, situato in posizione tale da far ipotizzare assenza di disturbo da parte delle opere alle bocche, durante le fasi di campionamento (dicembre 2007) era presente una forte sedimentazione generale, testimoniata da un velo di sedimenti fini e sabbiosi sopra gli affioramenti. Anche nell'affioramento DFL-001 erano presenti le medesime condizioni durante le fasi di campionamento, forse maggiormente accentuate dalla tipologia dello stesso affioramento; quest'ultimo è infatti costituito da basse "lastrure" facilmente ricopribili da sedimenti trasportati dalle correnti di fondo che, vista la vicinanza alla bocca di Lido, risultano molto forti. Il popolamento bentonico in questo affioramento, caratterizzato dalla presenza di un ampio numero di taxa non coloniali/vagili e dalla scarsa presenza di taxa coloniali, sarebbe indice di una situazione di stress.

I cambiamenti osservati nei parametri dei popolamenti zoobentonici dei sei affioramenti sono stati considerati e descritti in questo rapporto, rilevando diversità tra il primo studio B.6.78 ed i successivi. È stato evidenziato come, nel corso dei successivi anni di controllo, si possano individuare due gruppi di affioramenti: il primo costituito dalle teggue DFL-001, MA1-001 ed MA1-005, caratterizzate da comunità con popolamenti meno diversificati dal punto di vista qualitativo, ed il secondo formato dagli affioramenti A1-001, LA1-003 e MA1-003 che presentano comunità ben strutturate, relativamente stabili nei valori di biomassa, numero di taxa e, più in generale, di qualità del popolamento bentonico.

Nonostante nel corso dell'ultimo campionamento siano state rilevate alcune indicazioni circa il possibile degrado delle comunità (Curve ABC e di K Dominanza per le stazioni DFL-001, MA1-001 e MA1-003), la variabilità ambientale ed il disturbo idrodinamico naturale, ai quali questi affioramenti sono soggetti, sono tali da non poter far collegare con sicurezza e direttamente queste variazioni alle opere alle bocche o a cambiamenti generali della qualità degli habitat.

La **componente fitobentonica**, per le motivazioni più volte esposte, in tutti i monitoraggi B.6.72 appare ridotta sia nella biodiversità, sia nell'abbondanza e risulta semplificata rispetto allo studio *ante operam*. Tenuto conto che per la componente algale le variazioni osservate interessano indistintamente tutti gli affioramenti della medesima macroarea, la spiegazione più ragionevole potrebbe essere individuata nel diverso periodo di campionamento (inverno vs primavera) o nella variabilità naturale intrinseca soprattutto delle comunità algali.

Nel confronto diretto con lo studio di riferimento, in tutti i monitoraggi successivi ogni singolo affioramento mostra, però, un trend regressivo delle abbondanze e del numero di specie (quest'ultimo in parte annullato se si considera l'elenco floristico globale dell'affioramento e non il valore medio delle singole repliche). Negli affioramenti afferenti la bocca di Malamocco, dopo gli incrementi dell'abbondanza osservati nel precedente monitoraggio B.6.72 B/2, i valori sono ridiscesi sotto la soglia dello studio di riferimento, almeno per quanto riguarda gli affioramenti MA1-001 e MA1-005 (quest'ultimo con funzione di controllo). Le abbondanze calcolate come somma delle tre singole repliche di ciascuna stazione evidenziano bene l'andamento regressivo dei ricoprimenti, non solo per gli affioramenti che svolgono la funzione di controllo (A1-001 e MA1-005), ma anche per altri affioramenti, come MA1-001 e MA1-003 ed in parte DFL-001. Per l'affioramento LA1-003, che in assoluto presenta biodiversità e abbondanze modestissime, le variazioni osservate, anch'esse in regressione, non possono, invece, essere oggetto di discussione data l'esiguità dei valori rilevati. Appare evidente, però, la riduzione negli anni soprattutto delle specie fogliose, che, come riportato nella letteratura scientifica [Steneck e Dethier, 1994], sono quelle che maggiormente risentono degli impatti dovuti alla sedimentazione. Il confronto statistico dei dati, pur non mostrando una chiara diversità "statistica", in quest'ultimo monitoraggio, per alcuni affioramenti, denota uno scostamento delle comunità macroalgali rispetto a quanto rilevato nei precedenti anni.

Il trend regressivo osservato negli anni nel numero di taxa medio e ricoprimento medio interessa sia gli affioramenti soggetti a possibile impatto sia quelli considerati di controllo e non sottoposti ai possibili impatti delle opere in corso.

Come per lo zoobenthos, anche per il fitobenthos i mesi invernali non sono certamente quelli ideali per esplicitare tutte le potenzialità biologiche del sito in oggetto rispetto a quanto avviene, invece, a partire dai mesi primaverili, dove la maggiore insolazione e temperatura dell'acqua favoriscono il reclutamento di nuove specie.

Le variazioni dei valori di ricoprimento osservati risultano trascurabili in quanto, se appaiono evidenti degli incrementi per gli affioramenti MA1-001 e MA1-005, una volta rapportati alla superficie di campionamento risultano nel complesso comunque sempre limitati. Inoltre i valori della deviazione standard evidenziano come, soprattutto a Malamocco dove si registrano i valori più elevati, la variabilità tra i campioni sia molto elevata.

Anche il raffronto tra le tre componenti macroalgali (alghe rosse, verdi e brune) non evidenzia sostanziali differenze analizzando sia il numero di specie sia la loro abbondanza. Inoltre, soprattutto per quanto riguarda le variazioni delle abbondanze (spazio occupato sul substrato) è interessante osservare come esse non si riferiscano a cambiamenti nella composizione, ma solamente a incrementi o diminuzioni di specie caratteristiche di questi siti (es. alghe rosse *Cryptonemia* o *Rhodymenia*).

Una simile valutazione può essere fatta anche analizzando le variazioni tra le specie sciafile e fotofile o per i gruppi funzionali (alghe fogliose, filamentose, incrostanti e corticate-terete) in quanto, se rapportate all'area di campionamento, le variazioni appaiono sempre limitate e riferite ad un mutamento non generale della struttura e della composizione della comunità, bensì di poche specie caratteristiche di questi siti (sciafile e fogliose *Cryptonemia* e *Rhodymenia*, fotofilo e fogliosa *Ulva*).

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

L'analisi statistica ANOSIM, che confronta complessivamente le comunità algali rilevate nei sei affioramenti, non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra i tre anni. Come nell'inverno 2005-2006, le differenze, se presenti, si colgono solamente analizzando separatamente gli affioramenti delle due bocche di porto: per quelli della bocca di Lido non si notano differenze nei tre anni, mentre per quelli della bocca di Malamocco le differenze sono risultate in alcuni casi statisticamente significative. Il confronto a coppie delle comunità indagate nei tre anni evidenzia che, rispetto a quanto osservato nel confronto tra lo studio *ante operam* e il B.6.72 B/1, in cui le differenze risultavano statisticamente molto elevate (Global R 0,755), nel confronto tra lo studio *ante operam* e quello attuale le differenze risultano più attenuate, in quanto il valore di Global R si pone su un livello di media significatività (0,49). Per gli affioramenti della bocca di porto di Lido le analisi hanno rivelato che rispetto allo studio *ante operam*, nei tre gli studi B.6.72 le differenze sono risultate sempre statisticamente non significative, con valori di Global R che indicano scarsa o nulla differenza (0,15, 0,28, 0,30 rispettivamente per gli anni di monitoraggio 2006-2007).

Un'ulteriore indicazione circa l'assenza di sostanziali differenze nella struttura e composizione delle comunità degli affioramenti deriva dal fatto che anche le differenze che si osservano (in particolare per Malamocco) riguardano indistintamente le teggue di controllo e le teggue soggette a possibile impatto. In pratica, come si è visto anche per la componente zoobentonica, la comunità macroalgale dei sei affioramenti mostra differenze univoche tra gli anni piuttosto che diversificate tra i siti.

In sintesi le principali variazioni riscontrate possono essere così riepilogate:

- nel corso dei monitoraggi sono state osservate ampie variazioni dei valori di presenza e di copertura delle specie zoo bentoniche coloniali, soggette ad una generale diminuzione, dopo che negli anni precedenti era stata osservata una tendenza diffusa all'incremento di questi valori. Nel caso specifico del porifero *Chondrilla nucula*, la riduzione dell'abbondanza osservata negli ultimi due anni di monitoraggio sembrerebbe indicare una diminuzione generale di torbidità nell'area. Al riguardo, si ricorda come nelle due bocche di porto le attività di dragaggio nell'ultimo anno abbiano effettivamente subito una sostanziale riduzione;
- le curve ABC e di K Dominanza dell'ultimo anno degli organismi zoobentonici in tre dei sei affioramenti controllati (2 dell'area di Malamocco, MA1-001 e MA1-005 ed 1 dell'area del Lido, DFL-001), evidenziano situazioni di stress per la comunità bentonica e forniscono indicazioni di un'aumentata sedimentazione, come conferma il forte incremento di *Sabellaria spinulosa*. Va sottolineato però il fatto che il fenomeno si verifica anche nella stazione di controllo MA1-005.
- rispetto allo studio *ante operam* sono state osservate variazioni dello zoobenthos, ma queste non sono facilmente riconducibili ad una causa precisa. Nell'affioramento DFL-001, ad esempio, il fatto che il popolamento bentonico sia caratterizzato dalla presenza di un ampio numero di taxa non coloniali/vagili e dalla scarsa presenza di taxa coloniali sarebbe indice di una situazione di stress;
- la comunità fitobentonica risulta più semplificata rispetto allo studio *ante operam*: le coperture delle macroalghe già di per sé limitate, si sono ulteriormente ridotte. La scarsa presenza di questa componente biologica su profondità dell'ordine di 10-12 m indica la presenza di generiche condizioni di stress che risultano marcate soprattutto per le abbondanze e per il numero di specie. Si osserva in particolare una riduzione negli anni delle macroalghe a tallo foglioso, considerate le più sensibili agli impatti. Sulle differenze riscontrate tra lo studio *ante operam* e i monitoraggi B.6.72 può in parte aver inciso il diverso periodo di campionamento.
- le analisi statistiche inerenti la componente algale rivelano variazioni solamente se eseguite separatamente per le due bocche, in quanto nell'analisi complessiva non si notano variazioni significative. In riferimento al presente monitoraggio, per gli affioramenti di Lido non si evidenziano variazioni rispetto allo studio *ante operam*, mentre per gli affioranti di Malamocco

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

la differenza statistica rispetto allo studio di riferimento risulta di livello medio e minore rispetto a quanto era stato rilevato nel monitoraggio B.6.72 B/1.

Le difficoltà nell'interpretare i segnali che giungono da queste analisi deriva dal fatto che sia le stazioni da monitorare, sia quelle di controllo, sono molto vicine alla costa e sottoposte ad una pluralità di fattori che influiscono sulla struttura delle comunità bentoniche. Per ambedue le comunità bentoniche si osserva, infatti, come non ci siano differenze nette tra le stazioni di monitoraggio e le stazioni di controllo.

6 BIBLIOGRAFIA

- Abbiati M., Virgilio M., Querci J., 1996. Spatial and temporal variability of species distribution on a sublittoral rocky cliff in the Ligurian Sea. *S.It.E. Atti*, 17: 337-340.
- Airoldi L., Cinelli F., 1997. Effects of sedimentation on subtidal macroalgal assemblages: an experimental study from a Mediterranean rocky shore. *J Exp Mar Biol Ecol* 215: 269-288.
- ARPAV, 2006. Fornitura di servizi tecnico scientifici, analitici e informativi per attività di studio e monitoraggio ambientale in acque marino - costiere del veneto (tegnue). Rapporto conclusivo. Esecutori Thetis-SELCE.
- Balata D., Piazzzi L., Pica D., Cinelli F., 2004. Influenza della sedimentazione su un popolamento coralligeno Mediterraneo. XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia (4-6 Ottobre), Siena.
- Boldrin A., 1979. Aspetti ecologici delle formazioni rocciose dell' Alto Adriatico. *Atti Conv. Scien. Naz. Prog. Oceanog.*: 1197-1207.
- Boudouresque Ch.F., 1971. Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Thèse Doct. Univ. Marseille Luminy: 624 pp.
- Cerrano C., Ponti M., Silvestri M. 2004. Guida alla Biologia Marina del Mediterraneo. Editore ANANKE pp319.
- Cesari P., Mizzan L., 1994.- Dati sulla malacofauna marina costiera del Veneziano. *Boll. 224 Mus. Civ. St. Nat. Venezia*. XLIII. 179-190.
- 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.
- Colombo G., Ferrari I, Ceccherelli V. U. & Rossi R., 1991. Marine eutrophication and population dynamics. *Proc. 25th EMBS, Olsen & Olsen, Fredensborg DK*: 394 pp.
- Cormaci M., 1995. Struttura e periodismo dei popolamenti a *Cystoseira* (Fucophyceae, Fucales) del Mediterraneo. *Giorn. Bot. Ital.*, 129: 357-366.
- Cormaci M., Furnari G., 1991. Phytobenthic communities as monitor of the environmental conditions of the Brindisi coast-line. *Oebalia*, XVII, Suppl., 1: 177-198.
- Cormaci M., 1995. Struttura e periodismo dei popolamenti a *Cystoseira* (Fucophyceae, Fucales) del Mediterraneo. *Giorn. Bot. Ital.*, 129: 357-366.
- Cormaci M., Furnari G., Giaccone G., 2003 - Macrofitobenthos. In: Gambi M.C., Dappiano M., (ed.), 2003 - Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.* 10 (Suppl): 233-262.
- Curiel D., Orel G., Marzocchi M., 2001. Prime indagini sui popolamenti algali degli affioramenti rocciosi del Nord Adriatico. *Boll. Soc. Adriatica Sc.*, LXXX: 3-16.
- Curiel D., Scattolin M., Gentilin S., Marzocchi M. 2004. Le macroalghe dei substrati duri delle isole della Laguna di Venezia. *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.* 29, 47-57.
- Dorigo W., 1983. Venezia, Origini. Fondamenti, ipotesi, metodi, I-III. Electa, Milano.
- Gabriele M., Bellot A., Gallotti D., Brunetti R., 1999. Sublittoral hard substrate communities of the northern Adriatic Sea. *Cah. Biol. Mar.* XL. 65-76.
- Giaccone, G. 1971. Significato biogeografico ed ecologico di specie algali delle coste italiane. *Natura e Montagna*, 4: 41-47.

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

<http://www.aiam.info/05/scheda.php?genere=Chondrilla&specie=nucula>

Irving A.D. e Connell S.D., 2002a. Interactive effects of sedimentation and microtopography on the abundance of subtidal turf-forming algae. *Phycologia* 41: 517-522

Irving A.D., Connell S.D., 2002b. Sedimentation and light penetration interact to maintain heterogeneity of subtidal habitat: algal versus invertebrate dominated assemblages. *Marine Ecology Progress Series* 245: 83-91

Kollmann H. Stanchowitsch M., 2001. Long-Term Changes in the Benthos of the Northern Adriatic Sea: a Phototranssect Approach. *Marine Ecology* 22 (1): 135-154.

Magistrato alle Acque, 2003 - Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Mappatura di dettaglio delle fanerogame marine nell'area delle bocche di porto. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.

Magistrato alle Acque, 2004 - 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. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.

Magistrato alle Acque, 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 nelle aree delle bocche di porto. Rapporto finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.

Magistrato alle Acque, 2005b - Rilievo delle fanerogame marine in Laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe. MELa2 - Attività A - Resocontazione finale della distribuzione della vegetazione acquatica sommersa (fanerogame marine e macroalghe) in Laguna di Venezia (2002-2003-2004). Rapporto finale. I anno. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.

Magistrato alle Acque, 2005c - Attività di monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia - Esecutivo del 2° stralcio triennale (2002-2005) Mela2 - Attività 3C.4.5 - Rilievo della distribuzione delle comunità bentoniche lagunari di substrato molle. Rapporto finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.

Magistrato alle Acque, 2005d - Studio B.6.72 B/1. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche di porto. Rapporto di Pianificazione Operativa - Area Ecosistemi di pregio. Macroattività: Affioramenti rocciosi, Teghne. Esecutore: CORILA.

Magistrato alle Acque, 2005e - Studio B.6.72 B/1. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Identificazione dei siti di campionamento biologico aree di Monitoraggio. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA.

Magistrato alle Acque, 2006 - Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Valutazioni dello stato ecologico degli affioramenti rocciosi nelle aree prossime alle bocche di porto. Relazione finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore L. Mizzan.

Magistrato alle Acque, 2006b - Studio B.6.72 B/1. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche di porto. Rapporto Finale - Area Ecosistemi di pregio. Macroattività: Affioramenti rocciosi, Teghne. Esecutore: CORILA.

Magistrato alle Acque, 2007 - Studio B.6.72 B/2. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche di porto. Rapporto Finale - Area Ecosistemi di pregio. Macroattività: Affioramenti rocciosi, Teghne. Esecutore: CORILA.

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

- Mariani S., Alcoverro T., Uriz M.J., Turon X. 2005. Early life histories in the bryozoan *Schizobrachiella sanguinea*: a case study. *Marine Biology*, 147(3): 735-745.
- Marzocchi M., Curiel D., Scattolin M. 2003. Variazioni del fitobenthos di substrato duro della Laguna di Venezia tra il mare e la terraferma. *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, 54, 5-17.
- Mizzan L., 1992. Malacocenosi e faune associate in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*. 41 (1990): 7-54.
- Mizzan L., 1994. Malacocenosi in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi (2): analisi comparativa fra popolamenti di substrati naturali ed artificiali. *Lavori Soc. Ven. Scien. Nat. Venezia* 18: 83-88.
- Mizzan L., 1995. Le "Tegnùe". Substrati solidi naturali del litorale veneziano: Potenzialità e prospettive. *ASAP Venezia*: 46 pp.
- Mizzan L., 1999. Localizzazione e caratterizzazione di affioramenti rocciosi delle coste veneziane. Primi risultati di un progetto di indagine. . *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Venezia*. L.: 195-212.
- Munda I., 1993. Change and degradation of seaweed stands in the Northern Adriatic. *Hydrobiologia*, 260-261: 239-253.
- Olivi G., 1792 - *Zoologia Adriatica*. Reale Accademia Sc. Lett. Arti, 344 pp.
- Piazzì L., Balata D., Pertusati M., Cinelli F., 2004. Spatial and temporal variability of Mediterranean macroalgal coralligenous assemblages in relation to habitat and substrate inclination, *Bot. Mar.* 47: 105-115.
- Ponti M., 2001. Aspetti biologici ed ecologici delle "tegnue": biocostruzione, biodiversità e salvaguardia. *Chioggia, Rivista di studi e ricerche*, 18: 179-204.
- Sacchi F.C., Occhipinti A.A., Sconfitti R., 1989. Les lagunes nord-adriatiques: un environnement conservateur ouvert aux nouveautés. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 114: 47-60.
- Sarà, M. 1972. Guida ai Poriferi della Fauna Italiana. *Quaderni della Civica Stazione Idrobiologica di Milano* 3-4: 53-97
- Sfriso A., La Rocca B., Godini E. 2002. Inventario di taxa macroalgali in tre aree della laguna di Venezia a differente livello di trofia. *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.* 27, 85-99.
- Soresi S., Cristofoli A., Masiero L., Casellato S., 2004. Benthic communities of rocky outcrops in the northern Adriatic Sea: a quantitative survey. In: *Rapport du 37e Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée*. Barcellona, pp. 331.
- Stefanon A., 1966. First notes on the discovery of outcrops of beach rock in the Gulf of Venice (Italy). *XX Congrès-Assemblée Plénière de la C.I.E.S.M.M. in Rapp. Comm. int. Mer. Médit.* 19(4): 648-649.
- Stefanon A., 2001. Cenni sulla geologia e gli organismi costruttori delle "tegnue". *Chioggia, Rivista di studi e ricerche*, 18: 171-178.
- Steneck R.S., Dethier M.N., 1994. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos* 69: 476-498.