

Le biocostruzioni di *Sabellaria alveolata* come indicatori ambientali: area costiera fra Chiavari e Sestri Levante

Ivana Delbono¹, Carlo Nike Bianchi², Carla Morri²

¹ ENEA S. Teresa, Centro Ricerche Ambiente Marino, C.P.224, La Spezia

² Università degli Studi di Genova, Dip. Te. Ris. Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse,
Corso Europa 26, I-16132 Genova

Riassunto

Nel Golfo del Tigullio è stato realizzato uno studio sul polichete *Sabellaria alveolata*, sulle caratteristiche dei *reefs* costruiti dall'organismo animale e sulle sue relazioni con i sedimenti circostanti i *reefs*.

Nel tratto di costa tra Chiavari e Sestri Levante, i massi utilizzati per costruire le numerose opere di difesa costiere costituiscono un substrato idoneo all'insediamento di banchi (o *reefs*) di *Sabellaria alveolata*. La letteratura comprende numerosi studi riguardanti la natura e la forma dei granelli di sabbia utilizzati da *Sabellaria alveolata* per la costruzione del tubo in cui vive. I risultati di questo contributo hanno dimostrato che la composizione mineralogica del sedimento non gioca un ruolo importante nella scelta da parte dell'organismo per la costruzione di tali tubi, al contrario la granulometria sembra essere il fattore selettivo fondamentale.

La presenza di *Sabellaria alveolata* sotto forma di *reefs* nel tratto costiero indagato dimostra che il forte idrodinamismo, caratterizzante il litorale di Lavagna, può avere conseguenze positive per lo sviluppo del polichete, favorendone l'insediamento, suggerendo che *Sabellaria alveolata* potrebbe essere considerato un buon descrittore ambientale.

Introduzione

Nell'ambito di una serie di indagini ambientali condotte nel Golfo del Tigullio, è stato realizzato uno studio sul polichete *Sabellaria alveolata* e sui *reefs* da esso formati. I *reefs* sono concrezioni sabbiose costituite dall'unione di piccoli tubi costruiti granello per granello dall'animale stesso e nei quali esso vive.

Obiettivo del lavoro è valutare se le caratteristiche di tali *reefs* siano correlate a quelle dei sedimenti del fondale circostante i *reefs*, nel qual caso *Sabellaria alveolata* potrebbe essere considerato un descrittore bio-sedimentologico, in grado di differenziare ambienti con criticità diverse. *Sabellaria alveolata* si insedia su substrato solido che può essere rappresentato da un piccolo sasso, da una conchiglia o da un grande masso, a condizione che nell'ambiente circostante sia presente la sabbia di cui l'animale ha bisogno per costruire i suoi tubi.

Il litorale tra Chiavari e Sestri Levante, caratterizzato da un elevato idrodinamismo (Cortemiglia, 1979; Papa, 1984), risulta essere un ambiente idoneo per lo sviluppo e la crescita dei *reefs* (Delbono *et al.*, 2001). Nel tratto costiero in esame, i massi che sono stati utilizzati per costruire le numerose opere di difesa costiere, quali pennelli e barriere frangiflutti, costituiscono il substrato adatto all'insediamento di banchi o *reefs* di *Sabellaria alveolata* più o meno spessi e variabili nella forma o di modeste incrostazioni a formare un tappeto discontinuo.

I *reefs* di *Sabellaria alveolata* sono stati molto studiati, soprattutto nei mari europei (Fauval, 1927; Naylor & Viles, 2000; Dubois *et al.*, 2002; e bibliografia in essi riportata). Numerosi lavori riguardano la natura e la forma dei granelli di sabbia utilizzati da *Sabellaria alveolata* per la costruzione del tubo in cui vive. In particolare sembra, secondo esperimenti effettuati in laboratorio, che la natura mineralogica e quindi chimica dei granelli di sabbia utilizzati

dall'organismo abbia probabilmente un ruolo importante nella loro scelta (Cerrano *et al.*, 1999); ma soprattutto la morfoscopia del sedimento sembra rappresentare un fattore selettivo determinante (Gruet & Bodeur, 1994). *Sabellaria alveolata*, infatti, rifiuta i granelli di sabbia di forma spigolosa, allungata o appiattita, a favore di quelli arrotondati e ben levigati, come il quarzo ed i feldspati.

Sabellaria alveolata si insedia principalmente lungo coste moderatamente aperte ed esposte all'azione delle correnti e del moto ondoso, laddove l'idrodinamismo sia tale da mettere la sabbia in sospensione ma, nello stesso tempo, non sia troppo forte da causare il capovolgimento o l'erosione dei *reefs* (Gruet, 1972). In Italia, *Sabellaria alveolata* è stata segnalata nel Golfo di Napoli, in Sicilia, nei dintorni di Agrigento e lungo le coste del Lazio, presso Civitavecchia (Giordani, 1956).

Materiali e metodi

Caratteristiche biologiche ed ecologiche di *Sabellaria alveolata*

Sabellaria alveolata è un anellide polichete di 30 - 40 mm di lunghezza; il suo corpo, formato da 32-37 segmenti, è diviso in tre regioni: la regione anteriore o prostomio, il torace e l'addome; forma tubi, entro i quali vive, con pareti spesse, costituiti da granelli di sabbia o resti di conchiglie e cementati da una sostanza di origine organica, ricca in P, Ca e Mg, emessa dall'organismo stesso (Gruet *et al.*, 1987). Tali tubi possono raggiungere la lunghezza di 20 cm ed un diametro esterno di 5 mm. Essi spesso, se densamente aggregati, formano strutture esternamente simili ad alveari: da tappeti fini e discontinui si possono quindi formare grandi *reefs*, costituiti da tubi sovrapposti, estesi anche per molti metri e di 1 m di altezza. L'organismo vive a profondità comprese tra la superficie ed i 20 m, soprattutto nelle acque costiere intertidali, ma è stato trovato anche nella zona subtidale, come nel Mediterraneo (Gruet, 1986).

Ci sono altri fattori che entrano in gioco nell'insediamento e nello sviluppo dei *reefs*: la prima condizione è l'esistenza di larve di *Sabellaria alveolata* tra il plancton ed una loro fissazione massiva sul substrato; molto importante è poi la presenza di un substrato duro e stabile.

Alcune colonie incrostanto semplicemente il substrato roccioso, mentre altre formano *reefs* che assumono forme indipendenti dal substrato sottostante (Gruet, 1986). I *reefs* subiscono, nel tempo, cambiamenti strutturali secondo un ciclo di sviluppo che comprende diverse fasi: insediamento, crescita e distruzione.

I tubi crescono prima orizzontalmente e poi verticalmente, formando costruzioni rotonde a forma di cuscino; in zone caratterizzate da forti correnti, questi si allungano nella direzione perpendicolare alla corrente principale e, sotto condizioni di idrodinamismo estremo, i tubi possono crescere obliquamente per portare le loro aperture verso il lato più riparato (Gruet & Bodeur, 1995). In seguito, i tubi che formano i cuscini crescono molto velocemente nella parte inferiore del *reef* e più lentamente nella parte superiore; si formano così barriere che crescono nella direzione perpendicolare alla corrente principale ed all'ondazione. Quindi le barriere possono unirsi e formare piattaforme che crescono lentamente, spesso ricoperte di alghe. Infine le strutture si evolvono in veri e propri banchi, le cui orientazioni possono dipendere dalla forma del substrato o dal regime idrodinamico, indipendentemente dal substrato. Il sedimento, che si muove trasportato dalle correnti, rimane intrappolato in queste strutture-filtro e ritorna sul fondale sabbioso quando i *reefs* vengono erosi.

Per quanto riguarda la dimensione media del sedimento utilizzato da *Sabellaria alveolata*, alcuni studi hanno dimostrato che i tubi dell'organismo sono costituiti essenzialmente da sabbia media (200-500 μm), mediamente classata (Vovelle, 1965). Sembra che sia l'anatomia dell'animale, in particolare la grandezza dell'organo costruttore, la causa principale di questa scelta selettiva dei granuli di sabbia (Gruet, 1984). È stato però anche sperimentato che, poiché la crescita dell'organo costruttore è legata linearmente e direttamente con la crescita dell'animale, anche

l'evoluzione granulometrica del tubo tende a seguire l'età dell'animale, variando soprattutto dal primo al terzo anno di vita e poi stabilizzandosi successivamente ad un diametro compreso tra 400 e 600 μm (Gruet, 1984). Comunque, tale selezione da parte dell'animale non impedisce l'utilizzo di una sabbia di granulometria differente, quando i disturbi locali e le condizioni idrodinamiche sono tali da mettere a disposizione per *Sabellaria alveolata* un sedimento con caratteristiche granulometriche che si discostano dal *range* ottimale; l'unica condizione è che i granuli siano di taglia uguale o minore rispetto alla grandezza massima dell'organo costruttore.

Campionamento

Lo studio di *Sabellaria alveolata* è stato condotto prelevando piccoli campioni, con mini-carotatori del diametro di circa 5 cm, in corrispondenza delle opere di difesa costiere, parallele (a Ponente di Chiavari) e perpendicolari alla linea di riva (a Lavagna, Cavi e Sestri Levante). Nelle cinque stazioni di campionamento indicate nella cartina con pallini pieni (Figura 1), era presente *Sabellaria alveolata* ad una profondità variabile tra 2 e 7,5 m; nella stazione di Chiavari "Chia" sono stati rinvenuti soltanto tubi in piccoli ammassi discontinui, mentre nelle altre quattro stazioni sono state osservate biocostruzioni di maggiore potenza che possono essere considerate *reefs* (Figura 2).

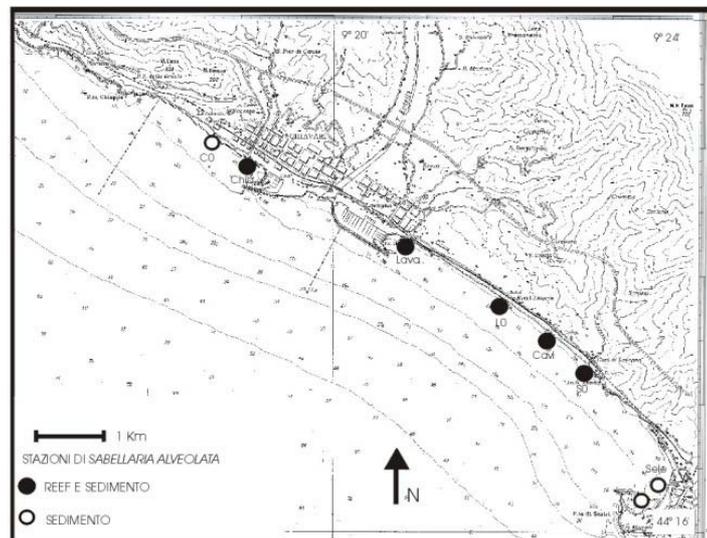


Fig. 1. Stazioni di campionamento di *Sabellaria alveolata*

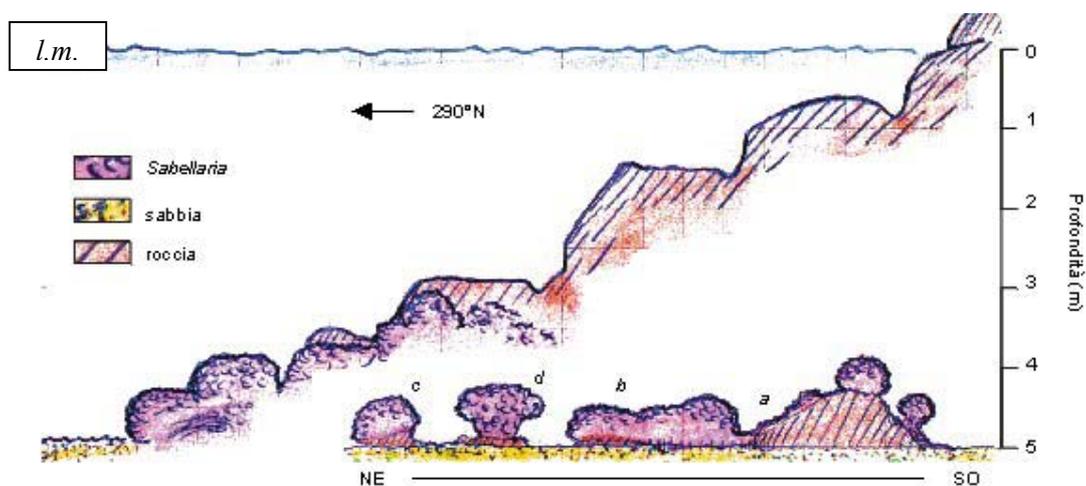


Fig. 2. Esempio di profilo schematico dei *reefs* di *Sabellaria alveolata* alla base del pennello frangiflutti di Cavi di Lavagna; *l.m.* = livello del mare. Morfologia delle biocostruzioni: *a* = strato; *b* = banco (derivato da coalescenza e fusione di strati limitrofi ed accrezione verticale); *c* = cuscino; *d* = fungo (derivato da erosione differenziale alla base di un cuscino).

In ognuna delle cinque stazioni, sono state effettuate tre repliche allo scopo di analizzare la variabilità all'interno del sito, oltre che tra i diversi siti. In ulteriori tre stazioni (Chiavari e Sestri Levante), indicate con pallini vuoti nella figura 1, non è stata trovata *Sabellaria alveolata*.

Nel corso dell'estate 2000, in tutte le otto stazioni sono stati prelevati campioni di sedimento, tramite mini-carotatori. Il sedimento è stato prelevato nel fondale su cui poggiano i massi delle barriere artificiali di Chiavari, Lavagna e Sestri Levante, che molto spesso costituiscono il substrato dei *reefs* di *Sabellaria alveolata* campionati; la profondità varia da un massimo di 7,5 m della stazione di Chiavari ad un minimo di 2 m della stazione di Sestri Levante.

Analisi dei campioni di *Sabellaria alveolata*

Sui campioni di *Sabellaria alveolata* prelevati dai *reefs*, sono state svolte quattro tipi di analisi: tessiturale, mineralogica, calcimetrica e determinazione della biomassa.

a) Analisi tessiturale

Il trattamento è stato svolto secondo procedure standard, analoghe a quelle dell'analisi dei sedimenti già descritta nei lavori precedenti del presente volume: lavaggi dei campioni con acqua deionizzata, setacciatura automatica a secco su setacci a maglia di mezzo phi.

b) Analisi mineralogica

Ogni campione, lavato ed essiccato, è stato sottoposto a macinazione tramite agitatore ruotante a palle di agata e quindi sottoposto all'analisi diffrattometrica (Leoni *et al.*, 1987).

c) Analisi calcimetrica

Ogni campione, ridotto in polvere secondo la procedura di analisi mineralogica sopra esposta, è stato quindi sottoposto a reazione con acido cloridrico.

d) Determinazione della biomassa

I campioni sono stati analizzati secondo tre fasi successive allo scopo di effettuare la misura della biomassa: determinazione del volume, del peso secco e del peso delle ceneri.

Il volume del frammento di *reef* in cm³ è stato calcolato semplicemente valutando l'innalzamento del livello dell'acqua in un cilindro graduato dopo l'immersione del campione. Il peso secco, per ottenere i valori di biomassa dell'organismo, è stato calcolato dopo essiccazione del campione in stufa a 100°C per un giorno, al fine di stabilizzarne il peso. La quantità di materia organica è stata calcolata per differenza tra il peso secco ed il peso delle ceneri, ottenuto distruggendo completamente la frazione organica in muffola, a 500°C per 5 ore (Palmerini & Bianchi, 1994).

Analisi del sedimento

Il sedimento prelevato dal fondale nelle otto stazioni indicate in Figura 1 è stato preparato in laboratorio per essere sottoposto ad analisi tessiturale, mineralogica e calcimetrica. Le metodologie di analisi adottate sono come quelle illustrate per le analisi dei campioni di *reefs* di *Sabellaria alveolata*.

Risultati e discussione

Granulometria

I risultati ottenuti dall'analisi granulometrica effettuata sui cinque campioni prelevati dai *reefs* di *Sabellaria alveolata*, sono riportati in tabella 1.

Essi sono stati ricavati dai dati relativi agli intervalli delle classi granulometriche di Wentworth delle frazioni trattenute sui setacci e dai parametri statistici di Folk e Ward (1957) delle distribuzioni granulometriche: *Mean size* o dimensione media (Mz), Standard deviation o classazione (σ_1), *Skewness* o asimmetria (Sk), *Kurtosis* o acutezza (K_G).

Tab. 1. Parametri statistici granulometrici dei reefs di *Sabellaria alveolata*:
Mz- dimensione media [mm]; Stdev- deviazione standard; Sk- skewness o asimmetria; Kg- kurtosis o acutezza

Campione	Mz	Stdev	Sk	Kg
Chia	0.68	1.15	0.12	1.27
Lava	0.52	0.94	0.28	1.42
LO	0.44	1.10	0.20	0.97
Cavi	0.39	1.03	-0.19	1.94
SO	0.52	1.20	0.40	0.84

La dimensione del granulo medio (fig. 3) diminuisce da Ponente verso Levante fino alla stazione di “Cavi”, rappresentata soprattutto dalla sabbia fine ($0,125 < Mz < 0,250\text{mm}$), per poi ricrescere nell’ultima stazione, situata a Punta Sant’Anna.

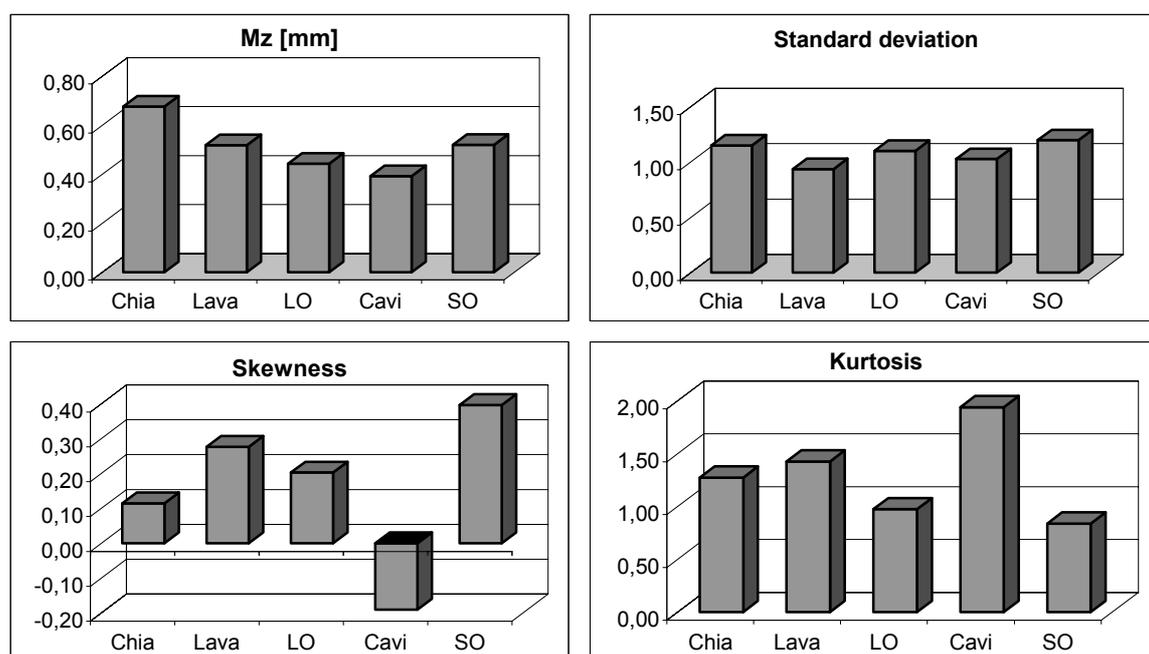


Fig. 3. Granulometria dei reefs di *Sabellaria alveolata*

Si può inoltre osservare come il parametro σ_1 , che definisce il grado di selezione del sedimento, sia simile in tutte le stazioni, indicando un sedimento mediocrementemente selezionato. Così pure l’asimmetria Sk_1 , che indica lo spostamento della media rispetto alla mediana, assume in quasi tutte le stazioni valori positivi comunque vicini allo zero, indicando una curva granulometrica simmetrica con una coda di sedimento spostata leggermente verso il fine; fa eccezione la stazione di “Cavi”, dove l’asimmetria assume un valore negativo in accordo con condizioni idrodinamiche più elevate.

Il parametro *Kurtosis* Kg , indice di acutezza della distribuzione granulometrica, assume valori tipici di curve meso-leptocurtiche o leptocurtiche (“Cavi”), indicando una distribuzione quasi gaussiana ma con una minore dispersione nella parte centrale; solo nella stazione di Sestri Levante, Kg indica una curva meso-platicurtica con una maggiore dispersione nella parte centrale.

Poiché un ambiente sedimentario è definito come il complesso delle condizioni fisiche, chimiche e biologiche in cui il sedimento si accumula, è da tenere presente che, molto spesso insieme ai processi fisici assumono grande importanza anche quelli bio-chimici. Nel nostro caso la sostanza di origine organica, ricca di P, Ca e Mg emessa dall’organismo stesso per costruire i tubi in cui vive, cementificando i granuli uno all’altro, ha giocato un ruolo rilevante nella determinazione della granulometria del sedimento. I risultati delle analisi granulometriche effettuate sugli otto

campioni di sedimento, prelevato sul fondale in prossimità dei *reefs* di *Sabellaria alveolata*, sono riportati in tabella 2 e figura 4.

Tab. 2. Parametri statistici granulometrici dei sedimenti circostanti i *reefs* di *Sabellaria alveolata*: Mz- dimensione media [mm]; Stdev- deviazione standard; Sk- *skewness* o asimmetria; Kg- *kurtosis* o acutezza

Campione	Mz	Stdev	Sk	Kg
CO	0.77	1.66	0.45	0.51
Chia	0.93	1.34	0.31	0.70
Lava	0.56	0.82	0.17	1.10
LO	0.64	0.78	0.03	0.94
Cavi	0.82	1.44	0.29	0.66
SO	0.21	0.35	0.03	1.49
Sele	0.18	0.56	0.24	1.34
Isse	0.16	0.87	0.09	1.16

Tali valori mostrano che, mentre i campioni prelevati nelle stazioni situate a Ponente sono caratterizzati dalle granulometrie maggiori, le ultime tre stazioni verso Levante (“SO”, “Sele”, “Isse”) sono caratterizzate dalla presenza prevalente di sabbia fine ($0,125 < Mz < 0,250$ mm) e finissima ($0,125 < Mz < 0,063$ mm).

I valori della classazione σ_1 indicano sedimenti con caratteristiche diverse, da un sedimento poco selezionato (“CO”) ad uno ben selezionato (“SO”).

L’indice di asimmetria Sk_1 assume sempre valori positivi o molto vicini allo zero, indicando per tutte le stazioni curve granulometriche con code spostate verso le taglie più fini o quasi simmetriche.

Il parametro *Kurtosis* Kg copre un *range* piuttosto ampio, con valori che indicano curve leptocurtiche, quindi con una minore dispersione nella parte centrale della distribuzione, nelle ultime tre stazioni a Levante e curve mesocurtiche nelle stazioni “Lava” e “LO” e curve platicurtiche, con una maggiore dispersione nella parte centrale della curva, a “CO”, “Chia” e “Cavi”. L’andamento del diametro medio del sedimento degli otto campioni prelevati sui fondali circostanti i *reefs* (fig. 4) conferma la minore granulometria del sedimento nelle stazioni situate a Levante dell’area, rispetto a quelle di Ponente.

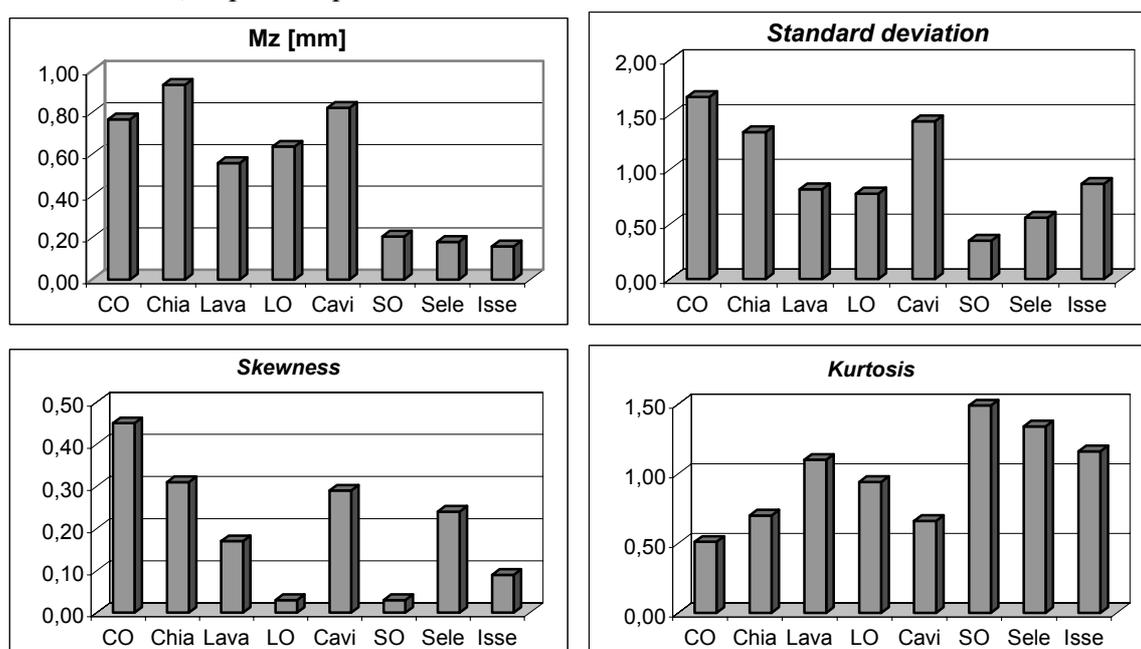


Fig. 4. Granulometria dei sedimenti circostanti i *reefs* di *Sabellaria alveolata*

Composizione mineralogica

I componenti mineralogici identificati nei *reefs* costruiti da *Sabellaria alveolata* sono: quarzo, feldspati, calcite, dolomite, clorite, illite e serpentino (tabella 3).

Tab. 3. Composizione mineralogica qualitativa nei *reefs* di *Sabellaria alveolata*
(++++ Molto abbondante, +++ Abbondante, ++ Medio, + Scarso, Tr Tracce, O Assente)

Campione	Quarzo	Feldspati	Calcite	Dolomite	Clorite	Illite	Serpentino
Chia	+++	+++	+++	O	+	+	+
Lava	+++	++	+++	O	+	O	++
L0	+++	++	+	Tr	O	O	O
Cavi	++++	++	+	O	O	Tr	O
S0	+++	++	+	Tr	O	Tr	+

La composizione mineralogica dei *reefs* risulta simile qualitativamente e quantitativamente lungo tutto il litorale da Chiavari alla Punta Sant'Anna di Sestri Levante. Dall'esame della tabella 3, si possono tuttavia fare le seguenti considerazioni:

- i componenti sialici, rappresentati da quarzo e feldspati, sono i più abbondanti su tutto il litorale;
- tra i carbonati, la calcite è abbondante a Chiavari e a Lavagna;
- la clorite è presente, ma in quantità scarsa, solo nel campione di Chiavari ed in prossimità del porto di Lavagna mentre l'illite si trova nel *reef* di Chiavari ed in tracce verso Punta Sant'Anna;
- il serpentino è mediamente abbondante nel campione di Lavagna.

I risultati ottenuti dall'analisi mineralogica diffrattometrica, eseguita sui cinque campioni costituiti dal sedimento prelevato alla base dei *reefs* di *Sabellaria alveolata*, sono riportati in tabella 4.

Tab. 4. Composizione mineralogica semiquantitativa nei sedimenti circostanti i *reefs* di *Sabellaria alveolata* - (++++ Molto abbondante, +++ Abbondante, ++ Medio, + Scarso, Tr Tracce, O Assente)

Campione	Quarzo	Feldspati	Calcite	Dolomite	Clorite	Illite	Serpentino
Chia	+++	++	+	O	++	++	O
Lava	+++	++	+	Tr	+	O	+
L0	+++	++	++	O	+	O	+
Cavi	++++	++	++	Tr	+	O	+
S0	++++	++	+	Tr	++	+	+

I componenti sialici rappresentati da quarzo e feldspati sono i più abbondanti anche nel sedimento di fondo; la calcite è presente in quantità media e scarsa in tutti i campioni e si nota una sua diminuzione, rispetto alla sabbia dei *reefs*, nei due campioni di Chiavari e Lavagna; la Clorite, al contrario, aumenta nel sedimento di fondo.

Calcimetria

I risultati ottenuti dall'analisi calcimetrica hanno fornito ulteriori informazioni sulla composizione chimica della sabbia che forma i *reefs* costruiti da *Sabellaria alveolata*, quantificandone il contenuto in Carbonato di Calcio. Le percentuali di CaCO₃ calcolate per ogni campione sono riportate nella tabella 5.

Tab. 5. Dati calcimetrici relativi ai *reefs* di *Sabellaria alveolata*

Campione	CaCO ₃ %
Chia	31.4
Lava	28.2
L0	23.0
Cavi	18.2
S0	20.0

Si può osservare che la percentuale di Carbonato di Calcio contenuta nei *reefs* di *Sabellaria alveolata* diminuisce procedendo da Ponente verso Levante, come già osservato dall'analisi mineralogica per la calcite. Così il campione di Chiavari e quello situato sottoflutto al porto di Lavagna risultano essere più ricchi in CaCO_3 , rispetto a quelli che si trovano a Levante dell'area. Analogamente, nella tabella 6 si riportano le percentuali di CaCO_3 calcolate per i campioni di sedimento in prossimità dei banchi di *Sabellaria alveolata*.

Tab. 6. Dati calcimetrici relativi ai sedimenti circostanti i *reefs* di *Sabellaria alveolata*

Campione	$\text{CaCO}_3\%$
Chia	20.8
Lava	19.6
L0	23.2
Cavi	26.4
S0	15.4

Si noti, come già l'analisi mineralogica aveva dimostrato, che i campioni denominati "L0" e "Cavi" presentano percentuali maggiori di CaCO_3 rispetto agli altri.

Biomassa

Dai risultati ottenuti dalle operazioni per la determinazione della biomassa, eseguite sui quindici campioni costituiti da piccole carote di *reefs* (tre repliche per ognuna delle cinque stazioni con colonie di *Sabellaria alveolata*), sono stati calcolati i valori medi e le relative deviazioni standard per ogni stazione. Ciò ha consentito di studiare la variabilità ambientale sia all'interno del sito sia tra i diversi siti.

I risultati ottenuti dal procedimento per la determinazione della biomassa di *Sabellaria alveolata* sono riportati in Figura 5: essi rappresentano i valori medi di sostanza organica, calcolati in mg/cm^3 , per ogni stazione.

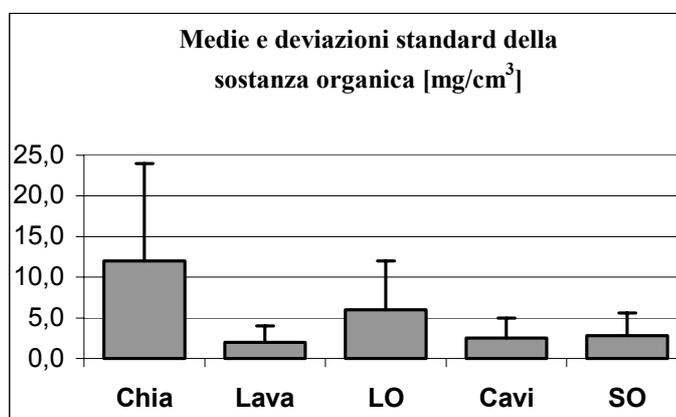


Fig. 5. Biomassa dei *reefs* di *Sabellaria alveolata* – medie e deviazioni standard di sostanza organica

Analizzando i dati nelle diverse stazioni, si può notare una rilevante variabilità sia all'interno di ogni stazione (come si nota dalle deviazioni standard elevate), sia tra le stazioni: le "carote" di *reefs* a Chiavari sono caratterizzate da valori più elevati di biomassa, quelle di Lavagna da valori minori.

Confronto tra i campioni dei *reefs* di *Sabellaria alveolata* e quelli del sedimento di fondale limitrofo

Confrontando i risultati ottenuti dall'analisi tessiturale del sedimento di fondale circostante i *reefs* con quelli relativi alla biocostruzioni di *Sabellaria alveolata*, si può notare come i valori di Mz relativi ai granuli dei tubi siano compresi in un *range* più ristretto (0,4-0,7mm, sabbia media

e grossolana) rispetto ai valori assunti da Mz del sedimento del fondale circostante i *reefs* (0,2-0,9mm). Questo rappresenta un indizio di selezione nella scelta dei granuli da parte del polichete intorno ad una grandezza ottimale che, come specificato in letteratura, dipende principalmente dalle dimensioni dell'organo costruttore di *Sabellaria alveolata*.

Il confronto semiquantitativo delle tabelle 3 e 4 relative alla composizione mineralogica, rispettivamente dei *reefs* di *Sabellaria alveolata* e dei substrati, evidenzia come la composizione mineralogica dei sedimenti di fondo sia molto simile a quella della sabbia che costituisce i *reefs*; i componenti mineralogici identificati sono infatti gli stessi ed anche le variazioni quantitative dello stesso minerale, che si riscontrano lungo il litorale, sono poco rilevanti.

Il confronto dei risultati calcimetrici ottenuti per i *reefs* di *Sabellaria alveolata* e per i sedimenti dei fondali circostanti gli stessi, mostra che il sedimento di fondo è caratterizzato da un contenuto in CaCO₃ minore, soprattutto nella stazione di Chiavari ed in quella situata sottoflutto al porto di Lavagna.

Considerazioni conclusive

Poiché i risultati relativi alla dimensione del granulo medio (Mz) dimostrano che il sedimento utilizzato da *Sabellaria alveolata* ha granulometria compresa tra 0,4 e 0,7mm (sabbia media e grossolana) in tutte le stazioni, si può concludere che questa sia la classe granulometrica preferita dall'organismo per la costruzione delle sue biocostruzioni, all'interno dell'area campionata. Tali risultati sono molto simili a quelli presenti in letteratura che mostrano una selezione granulometrica della sabbia, da parte di *Sabellaria alveolata*, tra 0,4 e 0,6mm.

Dal punto di vista mineralogico, non è possibile affermare che esista una evidente selezione da parte di *Sabellaria alveolata* nel materiale utilizzato per la costruzione dei tubi in cui vive, mentre la granulometria del sedimento sembra rappresentare il fattore selettivo determinante.

L'assenza di *Sabellaria alveolata* o la sua presenza sotto forma di tappeto molto discontinuo, nelle stazioni occidentali, non risulta essere legata alle caratteristiche del sedimento, dal momento che la granulometria e la composizione chimica della sabbia prelevata in queste stazioni sono paragonabili a quelle presenti su tutto il litorale esaminato. L'assenza di *reefs* sembra pertanto essere legata ad un fattore idrodinamico.

Nel tratto costiero Lavagna - Cavi, dove il moto ondoso concentra la sua energia, i *reefs* risultano molto abbondanti e spessi fino a 60 cm; nelle zone meno esposte agli eventi meteomarinari di maggiore intensità (Chiavari e Sestri Levante), non si ha nessun insediamento o solo un tappeto friabile di tubi.

A Sestri Levante inoltre, l'assenza di *Sabellaria alveolata* può essere spiegata dalla recente costruzione dei pennelli e dalla significativa risistemazione della spiaggia emersa, tramite interventi di ripascimento artificiale con materiale eterogeneo.

La presenza di *Sabellaria alveolata* sotto forma di *reefs* dimostra che il forte idrodinamismo che caratterizza il litorale di Lavagna può avere conseguenze positive favorendo l'insediamento e lo sviluppo di questo organismo animale.

Sarebbe interessante approfondire le ricerche al fine di mettere in relazione la granulometria della sabbia che costituisce i *reefs* con l'altezza massima raggiunta (da 0,5 ad 1m nelle stazioni campionate), utilizzare quindi l'organismo come indicatore del potenziale di risospensione dei sedimenti. Ciò sarebbe anche utile per alcune considerazioni energetiche del moto ondoso incidente del settore costiero esaminato. E' noto infatti che esistono precise relazioni tra la dimensione del granulo che viene messo in sospensione e l'energia necessaria per metterlo in sospensione, ad una determinata altezza dal fondo.

Ulteriori studi sono necessari per approfondire le conoscenze su *Sabellaria alveolata* e comprendere appieno il suo ruolo di descrittore ambientale.

Ringraziamenti:

Si ringrazia la dott.ssa Ilaria Micheli per la partecipazione alla campagna ed alla attività di laboratorio.

Bibliografia

- Cerrano C., Bavestrello G., Benatti U., Calcinai B., Cattaneo-Vietti R., Cortesogno L., Gaggero L., Giovine M., Puce S., Sarà M., 1999 - Organism-quartz interaction in structuring benthic communities; towards a marine bio-mineralogy. *Ecol. Lett.*, 2: 1-3.
- Cortemiglia G.C., 1979 - I fattori dinamici dell'erosione sulla spiaggia di Cavi di Lavagna (Liguria Orientale). *Atti del convegno nazionale per la difesa del litorale di Chiavari, Lavagna e Sestri Levante dall'erosione marina, C.N.R. Progetto Finalizzato Conservazione del suolo, Roma: 103-116.*
- Delbono I., Micheli I., Bianchi C.N., Ferretti O., Morri C., Peirano A., 2001 - The National Coastal Plan: first bio-sedimentological results in a test area in the Ligurian Sea (NW Italy). *36th CIESM Congress Proceedings, Monte-Carlo, 24-28 Settembre 2001. Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 36: 379.
- Dubois S., Retiere C. & Olivier F., 2002 - Biodiversity associated with *Sabellaria alveolata* (Polychaeta: Sabellariidae) reefs: effects of human disturbances. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 82: 817-826.
- Fauvel P., 1927 - Polychètes sédentaires. *Faune de France, Paris, 16: 1-494.*
- Folk R.L., Ward W.C., 1957 - Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sedim. Petrol.*, 27: 3-26.
- Giordani S., 1956 - Scogliera pseudocorallina intercotidale di *Sabellaria alveolata* (L.) nelle coste del Lazio (Ann. Polych.). *Boll. Mus. Civ. Venezia*, 9: 11-14.
- Gruet Y., 1972 - Aspects morphologiques et dynamiques de constructions de l'Annélide Polychète *Sabellaria alveolata* (Linné). *Rev. Trav.Inst. Peches marit.*, 36 (2): 131-161.
- Gruet Y., 1984 - Granulometric evolution of the sand tube in relation to growth of the Polychaete Annelid *Sabellaria alveolata* (Linné) (Sabellariidae). *Ophelia*, 23 (2): 181-193.
- Gruet Y., 1986 - Spatio-temporal changes of sabellarian reef built by the sedentary polychaete *Sabellaria alveolata* (Linné) - *PSZN I: Mar. Ecol.*, 7 (4): 303-319.
- Gruet Y., Vovelle J., Grasset M., 1987 - Composante biominérale du ciment du tube chez *Sabellaria alveolata* (L.), Annélide Polychète - *Can. J. Zool.*, 65: 837-842.
- Gruet Y., Bodeur Y., 1994 - Sélection des grains de sable selon leur nature et leur forme par *Sabellaria alveolata* Linné (Polychète, Sabellariidé) lors de la reconstruction expérimentale de son tube. *Mem. Mus. Natn. Hist. Nat.*, 162: 425-432.
- Gruet Y., Bodeur Y., 1995 - Ecological conditions of modern sabellarian reefs development: geological implications. *Pubbl. Serv. Géol. Lux*, 29: 73-80.
- Leoni L., Saitta M., Sartori F., 1987 - Analisi mineralogica quantitativa di rocce e sedimenti pelitici mediante combinazione di dati diffrattometrici e dati chimici. Risultati preliminari. *Procedure ai analisi di materiali argillosi. Collana studi ambientali. Enea. 215-235*
- Naylor L. A., Viles H. A., 2000 - A temperate reef builder: an evaluation of the growth, morphology and composition of *Sabellaria alveolata* (L.) colonies on carbonate platforms in South Wales. *pagine 9-19 in: E. Insalaco, P. W. Skelton, T.J. Palmer (eds), Carbonate platforms systems: components and interactions. Geological Society (Special Publication n.178, 231pp), Bath, UK.*
- Palmerini P., Bianchi C.N., 1994 - Biomass measurements and weight-to-weight conversion factors: a comparison of method applied to the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *PSZN I: Mar. Ecol.*, 120: 273-277.

- Papa L., 1984 - A wave refraction investigation in the northern Ligurian sea. *Boll. Oceanol. teor. appl.*, 2 (4): 267- 278.
- Vovelle J., 1965 - Le tube de *Sabellaria alveolata* (L.) Annélide Polychète Hermellidae et son ciment. Etude écologique, expérimentale, histologique et histochimique. *Arch. Zool. exp. gén.*, 106: 1-187.