

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA

**Corso di Laurea Magistrale in
Scienze della Natura**

**Studio e caratterizzazione preliminari di sedimento e
macrozoobenthos in due stazioni marine costiere in
località Ca' Roman (VE)**

*Preliminary study and characterization of sediment and
macrozoobenthos in two marine coastal stations in
Ca' Roman (VE)*

Relatore: Prof. Lorian Ballarin (DIP. DI BIOLOGIA)

Correlatore: Dott. Luciano Masiero (DIP. DI BIOLOGIA)

*Laureando:
Lorenzo Rigotti*

Anno Accademico 2018/2019

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	1
1.1 Inquadramento geografico.....	1
1.2 La zonazione dell'ambiente marino.....	2
1.3 Il Macrozoobenthos.....	3
1.4 Gli organismi del Macrozoobenthos.....	4
1.4.1 I molluschi.....	5
1.4.2 Gli anellidi.....	6
1.4.3 I crostacei.....	8
1.5 Il sedimento.....	9
1.6 Scopo dello studio.....	9
2. MATERIALI E METODI.....	11
2.1 Area di studio e tempi di campionamento.....	11
2.1.1 Storia del luogo e valore naturalistico.....	11
2.2 Protocollo EMBOS per i fondi molli.....	12
2.3 Operazioni sul campo.....	12
2.3.1 Raccolta e processamento <i>in loco</i> dei campioni per il benthos.....	12
2.3.2 Raccolta dei campioni per il sedimento.....	13
2.4 Operazioni in laboratorio.....	14
2.4.1 Processamento in laboratorio del macrobenthos.....	14
2.4.2 Analisi granulometrica.....	15
2.4.3 Analisi della sostanza organica.....	17
3. RISULTATI E DISCUSSIONI.....	19
3.1 Analisi del sedimento.....	19
3.1.1 Granulometria.....	19
3.1.2 Sostanza organica.....	22

3.2 Analisi del benthos.....	24
3.2.1 Considerazioni generali.....	24
3.2.2 La comunità a bivalvi.....	29
3.2.3 La comunità a policheti.....	32
3.2.4 La comunità a crostacei.....	35
4. CONCLUSIONI.....	37
5. BIBLIOGRAFIA.....	39

APPENDICE A: TABELLE FUORI TESTO

APPENDICE B: GALLERIA FOTOGRAFICA

RINGRAZIAMENTI

1. INTRODUZIONE

1.1 Inquadramento geografico

L'Alto Adriatico Occidentale (Fig. 1) è caratterizzato da una costa bassa e sabbiosa, e dalla presenza di numerosi sbocchi fluviali. I fondali, che raggiungono profondità massime di poche decine di metri, sono costituiti prevalentemente da sabbie, in parte di origine terrigena in parte organogena, che si fanno via via più fini procedendo dalla linea di costa verso il largo.

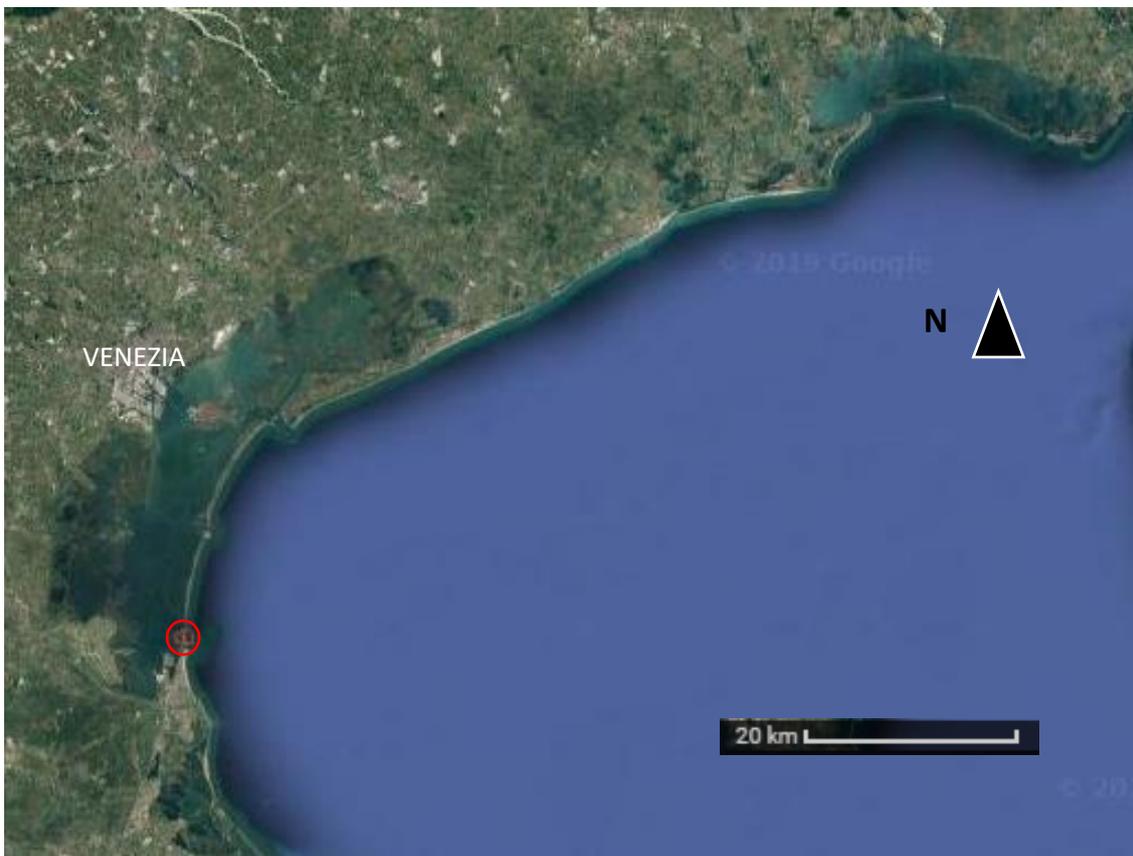


Figura 1: Visione d'insieme dell'Adriatico Nord-Occidentale. In rosso è cerchiata l'area di studio, posta all'estremità meridionale del litorale veneziano (modificato da Google Earth).

Il litorale veneziano, in particolare, è caratterizzato dai due Lidi e dalle tre bocche di porto che mettono in comunicazione la laguna, più interna, con il mare aperto. La circolazione lungo la costa ha direzione prevalente NE-SW, quindi il materiale immesso nel sistema non si distribuisce uniformemente lungo il litorale, ma tende a concentrarsi nei tratti meridionali dello stesso.

1.2 La zonazione dell'ambiente marino

L'ambiente marino, analogamente a quello delle terre emerse, è classificato e suddiviso in zone, che servono come strumenti di lavoro e per realizzare ipotesi di studio.

Il modello di suddivisione più usato è quello di Perès e Picard (1964), valido per tutto il Mediterraneo (Fig. 2). Tale modello sottolinea l'importanza dell'umidità e della radiazione luminosa. Il primo fattore interessa i piani più alti, mentre il secondo interessa i piani perennemente immersi, con suddivisione degli organismi in fotofili e sciafili, cioè amanti o meno della luce.

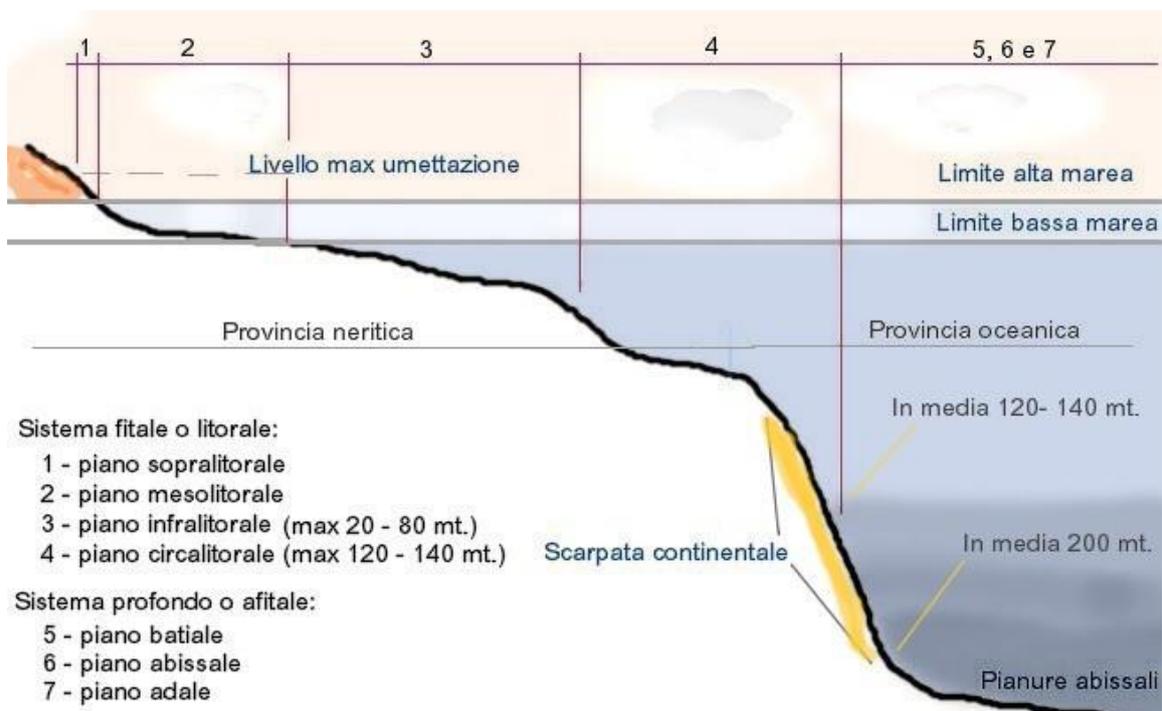


Figura 2: Modello di zonazione secondo Perès e Picard (1964) (biologiamarina.eu).

I primi quattro piani costituiscono il **sistema fitale o litorale** (8% dei fondali marini), ovvero quel sistema caratterizzato dalla presenza della vegetazione e sono, nell'ordine:

1 - **piano sopralitorale**: si tratta di quella zona raggiunta solo occasionalmente dagli spruzzi del moto ondoso e comprende organismi che esigono, o sono in grado di sopportare, una emersione continuativa.

2 - **piano mesolitorale**: è la zona intertidale, compresa cioè tra il limite superiore e inferiore delle maree. Tale piano può essere più o meno esteso, in funzione delle escursioni di marea. Gli organismi che lo popolano tollerano emersioni ed immersioni periodiche, mentre non sono in grado di tollerare emersioni o immersioni continuative.

3 - **piano infralitorale**: va dal limite inferiore delle basse maree fino al limite compatibile con la formazione delle fanerogame, o più in generale, al limite compatibile con la

formazione di alghe fotofile. La variabilità dell'estensione di questo piano è tale che nei mari del Nord si aggira fino 15-20 m, 40-50 m per il Mediterraneo e fino 70-80 m per i mari tropicali. I principali fattori che influenzano l'estensione di tale piano sono la latitudine e la trasparenza delle acque, che incide sulla capacità della luce di raggiungere determinate profondità.

4 - **piano circalitorale**: si estende dal limite inferiore del piano precedente fino ai limiti compatibili con la vita vegetale delle alghe sciafile. In alcuni casi il limite inferiore di tale piano può arrivare fino a 120-140 m. Coincide quasi con il limite della scarpata continentale.

Gli ambienti esaminati in questo studio sono i piani mesolitorale (o intertidale) e infralitorale (o subtidale).

1.3 Il Macrozoobenthos

Il *benthos* è la categoria ecologica che comprende tutti gli organismi, sia marini che d'acqua dolce, che vivono a stretto contatto con il fondale e che svolgono in esso tutti gli stadi del proprio ciclo biologico.

Lo *zoobenthos*, in particolare, viene suddiviso secondo un criterio dimensionale in:

- microbenthos (< 63 μm)
- meiobenthos (fra 63 μm e 1 mm)
- macrobenthos (> 1 mm)

Del *macrozoobenthos* fanno parte, quindi, tutti quegli organismi visibili ad occhio nudo ed in grado di essere trattenuti da un setaccio US standard n.30 con maglie di 1 mm (Cognetti et al., 1999; Castelli et al., 2004).

I fondali marini dell'Adriatico nord-occidentale sono costituiti, per la maggior parte, da substrato molle, perlopiù sabbioso. Tali fondali risultano particolarmente importanti sia per la loro estensione sia per la notevole varietà di comunità bentoniche in essi presenti (Gray, 1997; Snelgrove, 1997).

Dal punto di vista ecologico possiamo suddividere gli organismi bentonici delle facies di spiaggia in 3 grosse categorie: epifauna, endofauna e fauna interstiziale (arpae.it).

Costituiscono l'**epifauna** tutti quegli animali che conducono la loro vita sulla superficie del sedimento. Fanno parte di questo raggruppamento la maggior parte dei crostacei, i policheti erranti, i molluschi gasteropodi e i pesci bentonici.

Costituiscono l'**endofauna** tutti gli animali che vivono in gallerie scavate nella sabbia o che comunque sono dotati di organi allungati in grado di comunicare con la superficie. Fanno parte di questo raggruppamento i policheti sedentari e i bivalvi.

Costituiscono infine la **fauna interstiziale** quegli organismi, perlopiù microscopici, che si sono adattati a vivere fra gli spazi interstiziali del sedimento, dipendendo strettamente dai fattori chimico-fisici di tali spazi e in particolare dalla disponibilità di ossigeno.

Endofauna e fauna interstiziale costituiscono insieme l'omnicomprensiva categoria di *infauna*.

Dal punto di vista trofico, gli organismi della macrofauna risultano essere molto eterogenei, comprendendo specie sospensivore, detritivore, filtratrici, saprofaghe e talune anche predatrici.

Dal punto di vista tassonomico, le popolazioni del macrozoobenthos dei fondali molli sono formate principalmente da Anellidi, Molluschi, Artropodi, Nemertini, Platelminti ed Echinodermi (Snelgrove, 1997).

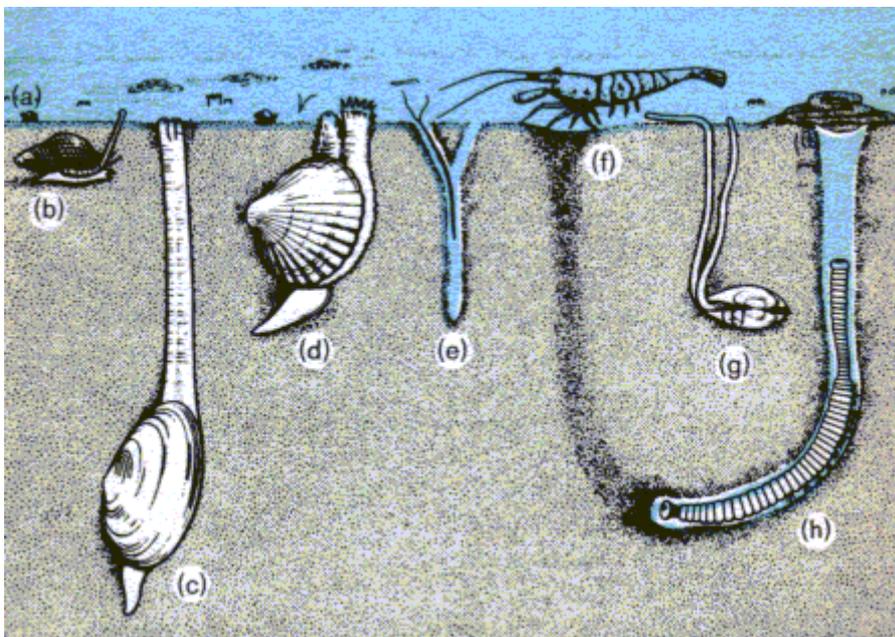


Figura 3: Sezione trasversale di una comunità che vive su fondo sabbioso caratterizzata da molluschi bivalvi (c, d, g), gasteropodi (b), crostacei (f) e policheti tubicoli (h) (arpae.it).

La Figura 3 illustra la tipica associazione di un fondo molle come quello oggetto di studio di Ca' Roman. Si riconoscono tutti i gruppi tassonomici principali rinvenuti: bivalvi, policheti, crostacei.

1.4 Gli organismi del Macrozoobenthos

Verranno di seguito illustrati i 3 principali *taxa* rinvenuti nel corso dello studio: Molluschi, Anellidi e Crostacei.

1.4.1 I Molluschi

I molluschi rappresentano uno dei principali gruppi di animali celomati; il *phylum* è uno dei più ricchi in specie, secondo solo a quello degli artropodi. I molluschi sono presenti in una moltitudine di ambienti, ma sono per la maggior parte marini (Hickman Jr. C.P., 2008).

1.4.1.1 I Bivalvi

I bivalvi sono Conchiferi acquatici che respirano per mezzo di branchie. Sono così chiamati per il fatto che presentano una conchiglia formata da due parti dette appunto *valve*, fra loro articolate per mezzo di dentelli e di fossette contrapposte. La classe conta circa 20.000 specie viventi, perlopiù marine, generalmente scavatrici di fondi mobili; prediligono le acque basse, sebbene alcune specie possano vivere negli abissi oceanici (Westheide W., 2011).

I bivalvi sono animali filtratori. Rispetto ad altri molluschi, le branchie dei bivalvi appaiono particolarmente trasformate: esse non solo assolvono alla funzione respiratoria, ma svolgono anche un importante ruolo nel filtrare le particelle di cibo in sospensione nell'acqua. Il flusso d'acqua all'interno dell'animale è sostenuto da due aperture, una inalante e una esalante. Nelle specie fossorie (la maggior parte) tali aperture si prolungano a formare due **sifoni** (Fig. 4), che permettono all'animale di comunicare con la superficie (Candia et al., 2017).

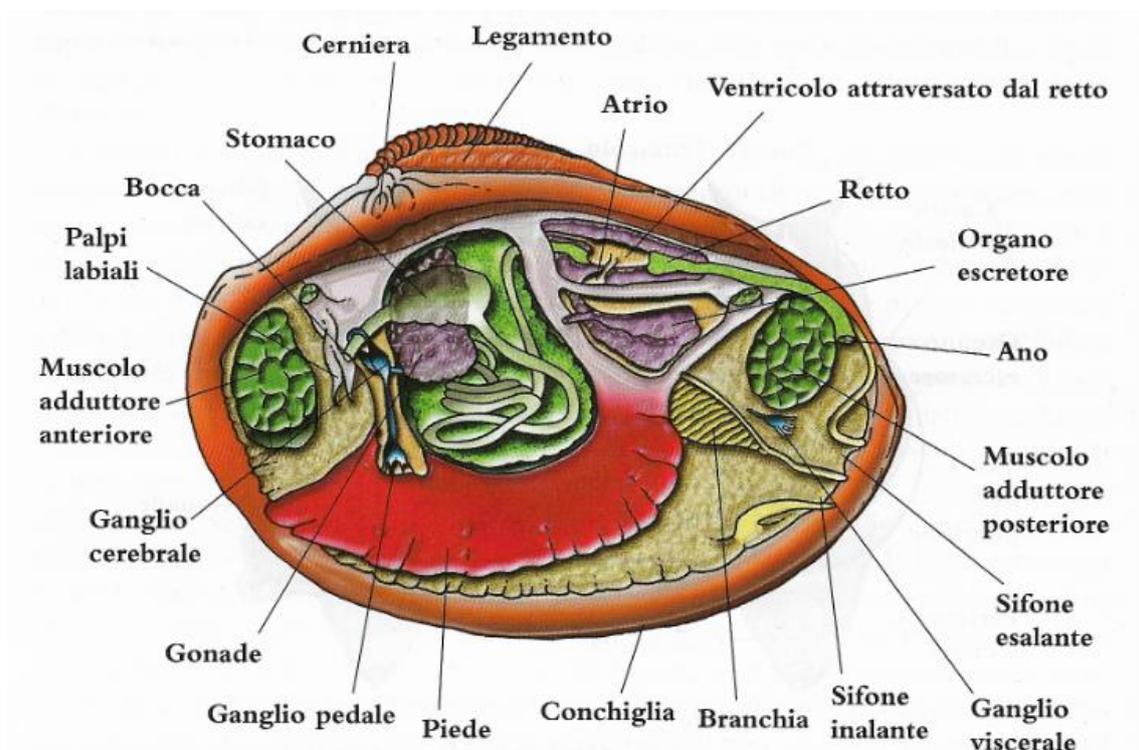


Figura 4: Schema dell'organizzazione anatomica di un Bivalve (Candia et al., 2017).

1.4.2 Gli Anellidi

Animali vermiformi metamerici, gli anellidi costituiscono un *phylum* che conta circa 15.000 specie e che ha colonizzato, come i molluschi, una molteplicità di ambienti diversi. Sono caratterizzati nel loro disegno di base da una segmentazione che conferisce loro la caratteristica forma anulata, da cui il nome del *taxon*.

Sono anellidi i comuni lombrichi (ambiente terrestre), le sanguisughe (ambiente dulciacquicolo) e i policheti, tutti marini.

1.4.2.1 I Policheti

I policheti costituiscono la classe più antica e più differenziata (13.000 specie). La produzione di molteplici variazioni del disegno di base rispecchia l'adattamento a differenti contesti ambientali: i policheti hanno infatti colonizzato quasi ogni tipo di ambiente marino, sia pelagico, ma soprattutto bentonico, dalle alghe superficiali ai sedimenti profondi, assumendo un'enorme importanza ecologica. Possono raggiungere fino a 6 metri di lunghezza, ma sono abbondanti anche in ambiente interstiziale con forme minutissime (Ruppert e Barnes, 2007).

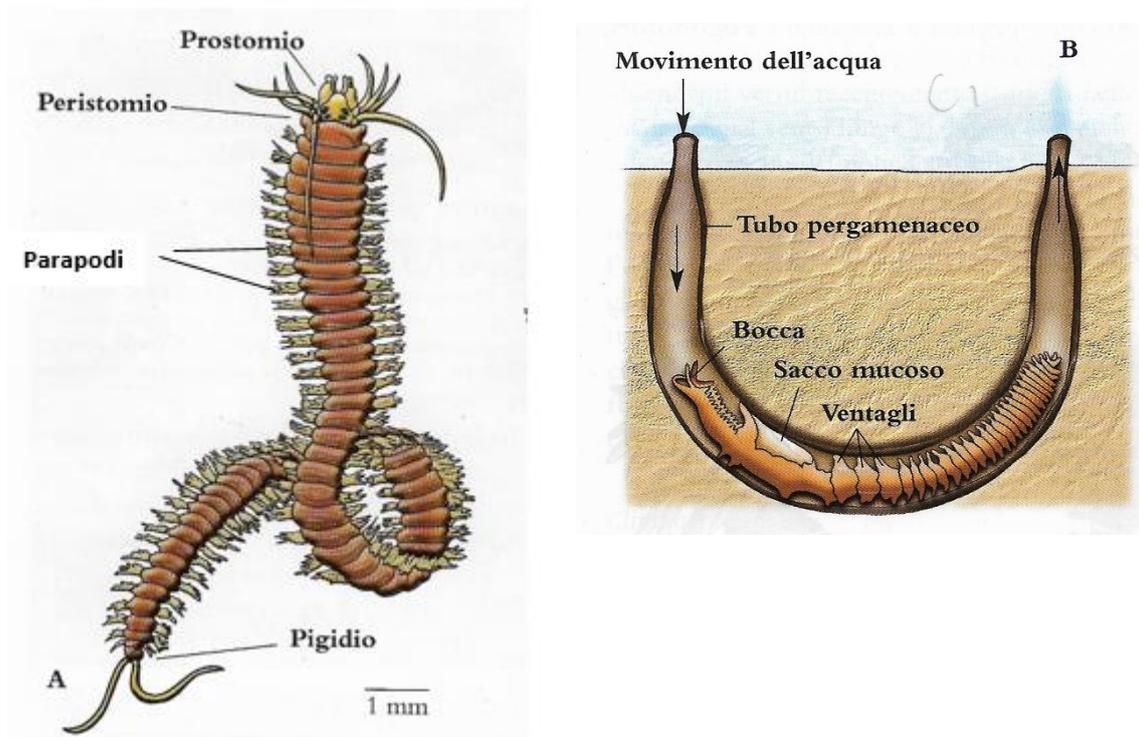


Figura 5: Differente aspetto di un tipico polichete errante (A) e di un tipico polichete tubicolo (B) (modificato da Candia e al., 2017).

Tutti i policheti sono caratterizzati da un capo ben differenziato (prostomio) dotato di organi di senso specializzati, appendici pari (parapodi) sulla maggior parte dei segmenti, e assenza di clitello. Ciascun parapodio reca un gran numero di chete, da cui il nome del gruppo (dal greco *polys*, molte, e *chaite*, chete).

L'enorme diversità di forme presente nei policheti si può ricondurre sostanzialmente a due tipologie morfologiche, ecologiche e tassonomiche: policheti **erranti** e **sedentari** (Fig. 5).

I policheti erranti sono molto mobili e possono anche nuotare; presentano metameria omonoma (tutti i segmenti uguali fra loro), parapodi ben sviluppati e un prostomio fortemente specializzato; si muovono velocemente con movimenti serpentine.

I policheti sedentari, o tubicoli, hanno invece parapodi e capo ridotti e corpo suddiviso in regioni (metameria eteronoma); nel movimento domina la peristalsi, simile a quella dei lombrichi, utile soprattutto per il ricambio dell'acqua all'interno del tubo.

Al diverso stile di vita e morfologia sono collegate diverse modalità alimentari. I policheti nuotatori/striscianti sono spesso erbivori o carnivori e possiedono la faringe estroflettibile corredata di mandibole (Fig. 6). I policheti tubicoli solitamente sono sospensivori o deposivori, e hanno il prostomio completamente trasformato con cirri e tentacoli per la raccolta del cibo (Riedl, 1991).

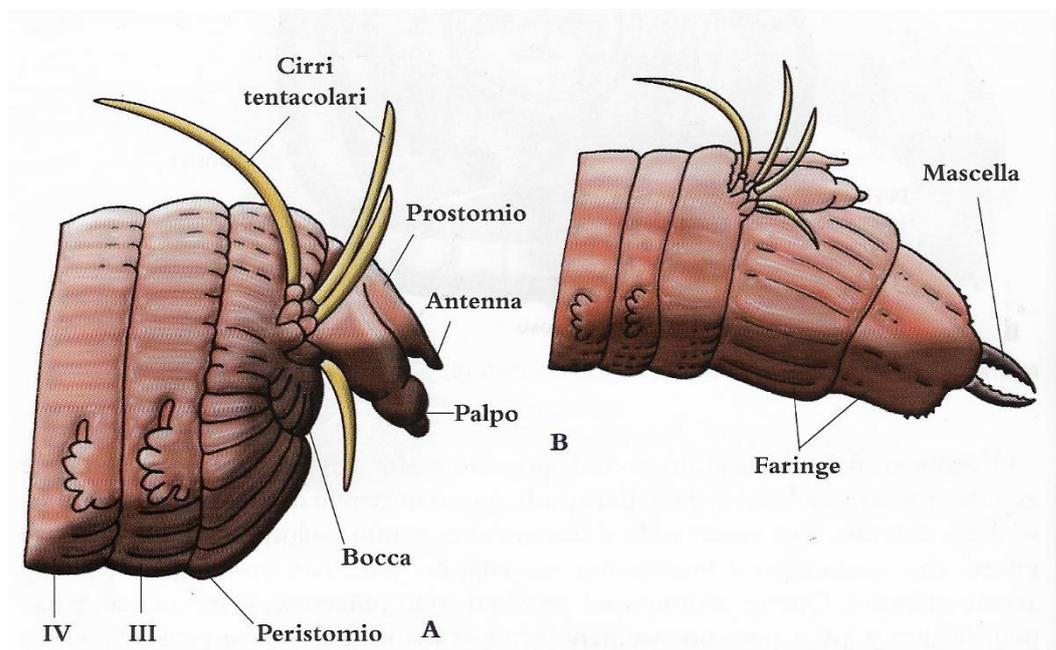


Figura 6: Estroflessione del faringe di un polichete nereidide; (A) faringe introflessa (B) faringe estroflessa (Candia et al., 2017).

1.4.3 I Crostacei

La superclasse dei Crostacei comprende un gran numero di specie (oltre 50.000) molto diversificate per struttura del corpo e dimensioni. La maggior parte di essi vive in ambienti marini e d'acqua dolce; pochi gruppi hanno colonizzato, più o meno efficacemente gli ambienti terrestri, e solo gli isopodi terrestri sono totalmente indipendenti dall'acqua in tutte le fasi dello sviluppo (Westheide, 2011).

1.4.3.1 I Malacostraci

I malacostraci rappresentano la più ampia classe di crostacei (30.000 specie circa) e risultano essere molto diversificati (Hickman, 2008).

Il corpo di un malacostraco è organizzato in tre regioni o tagmi: **cephalon**, **pereion** e **pleon** (Fig. 7). Il cephalon, come in tutti i crostacei, è costituito da 6 segmenti fusi tra loro recanti appendici sensoriali e masticatorie. Il pereion (o torace) è costituito da 8 segmenti, ognuno dei quali porta un paio di appendici; le prime tre paia in genere coadiuvano le ultime appendici del cephalon nella manipolazione del cibo (massillipedi), le rimanenti 5 hanno invece funzione locomotoria (pereiopodi). Il pleon (o addome) infine è costituito da 6 segmenti provvisti di appendici (pleopodi) e da un segmento postanale (telson) che non porta appendici; i pleopodi possono essere utilizzati per il nuoto, per il trasferimento degli spermatozoi o per l'incubazione delle uova (Candia et al., 2017).

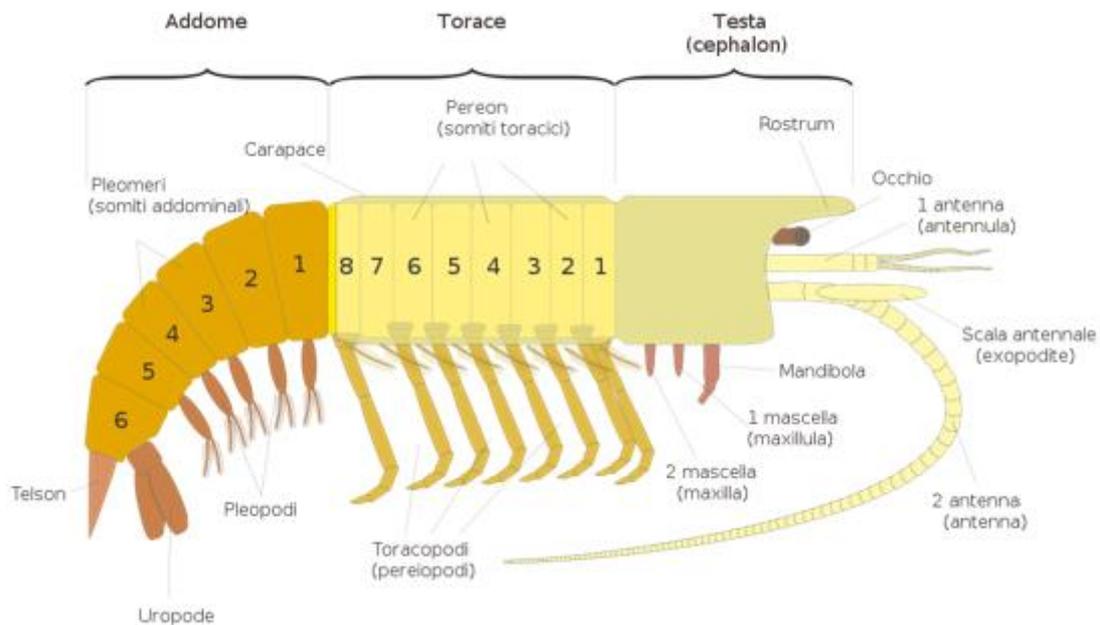


Figura 7: Struttura generale di un crostaceo malacostraco (modificato da wikipedia.org).

1.5 Il Sedimento

Il substrato di un fondale marino mobile viene solitamente indagato su due aspetti principali: la struttura granulometrica e il contenuto in sostanza organica.

La classificazione granulometrica suddivide il sedimento in classi granulometriche, sulla base delle dimensioni delle particelle che lo compongono. La scala più utilizzata è quella di Wentworth (1922) (Tab. 1), che distingue le seguenti 5 classi minori: sabbia grossa dai 2000 ai 500 μm , sabbia media dai 500 ai 125 μm , sabbia fine dai 125 ai 63 μm , silt dai 63 ai 3,9 μm e argilla sotto i 3,9 μm .

Le classi maggiori (ghiaia, ciottoli e massi) non sono state prese in considerazione poiché non riguardano il nostro ambiente di studio.

Intervallo dimensionale	Classi granulometriche
> 256 mm	Massi (Boulder)
256 - 64 mm	Ciottoli (Cobble)
64 - 4 mm	Ghiaia (Pebble)
4 - 2 mm	Ghiaia molto fine (Granule)
2 - 1 mm	Sabbia molto grossolana (Very coarse sand)
1 - 1/2 mm	Sabbia grossolana (Coarse sand)
1/2 - 1/4 mm	Sabbia media (Medium sand)
1/4 - 1/8 mm	Sabbia fine (Fine sand grain)
1/8 - 1/16 mm	Sabbia molto fine (Very fine sand grain)
1/16 - 1/256 mm	Limo (Silt)
< 1/256 mm	Argilla (Clay particle)

Tabella 1: Classificazione granulometrica secondo Wentworth.

1.6 Scopo dello studio

Il presente lavoro di tesi si inserisce all'interno di un più ampio progetto di ricerca europeo, noto con l'acronimo EMBOS (European Marine Biodiversity Observatory System). Attraverso una rete europea su larga scala, tale progetto mira ad ottenere informazioni sulla biodiversità marina e a mettere in luce eventuali cambiamenti a lungo termine della stessa, correlandoli a possibili fattori antropici o naturali.

Le mie ricerche, nello specifico, si sono concentrate sull'analisi biotica e abiotica di una serie di campioni di sedimento prelevati negli anni 2017 e 2018 lungo la spiaggia di Ca' Roman (VE), all'estremità meridionale dell'isola di Pellestrina, nei pressi del porto di Chioggia, al fine di conoscere la composizione qualitativa e quantitativa delle comunità biologiche ivi residenti, nonché la natura fisica e chimica del substrato in cui queste vivono.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Area di studio e tempi di campionamento

La spiaggia di Ca' Roman (Fig. 8) costituisce l'estremità meridionale del litorale di Pellestrina, che a sua volta è il più meridionale dei lidi che separano la laguna di Venezia dal Mare Adriatico. Per la conduzione della ricerca sono state individuate due stazioni di campionamento alle due estremità della spiaggia, denominate St.1 e St.2. Per entrambe le stazioni sono stati analizzati i livelli intertidale e subtidale.

Il campionamento è stato eseguito nel mese di maggio per entrambi gli anni.



Figura 8: La penisola di Ca' Roman. In basso la bocca di porto di Chioggia con la diga foranea. I punti rossi indicano i plot di campionamento nei due livelli, intertidale e subtidale (modificato da Google Earth).

2.1.1 Storia del luogo e valore naturalistico

La spiaggia di Ca' Roman risulta essere di recente formazione: il suo sviluppo è conseguente alla costruzione della diga foranea settentrionale del porto di Chioggia (1911), che, intercettando i sedimenti sabbiosi portati dalla corrente marina, ha determinato un rapidissimo avanzamento dell'arenile.

Ca' Roman conserva, grazie al suo relativo isolamento, uno degli ambienti dunali più integri di tutto l'Alto Adriatico e vanta, nonostante le ridotte dimensioni, una straordinaria ricchezza faunistica. Per le sue valenze naturalistiche Ca' Roman è un Sito di Importanza Comunitaria (SIC) e Zona di Protezione Speciale (ZPS) e, dal 2012, Riserva Naturale. A Cà Roman la pulizia della spiaggia con mezzi meccanici è bandita e vengono asportati a mano i soli rifiuti di origine antropica. Queste misure gestionali garantiscono la tutela degli habitat dunali e la salvaguardia di una microfauna di battigia unica al mondo ed in via d'estinzione (LIPU, 2019).

Nel 2003 sono iniziati i lavori del MOSE (il sistema di paratoie mobili che dovrebbe difendere Venezia dalle acque alte eccezionali). A Cà Roman, la realizzazione delle sue opere complementari (conca di navigazione, porto rifugio e terrapieno) ha comportato la distruzione di oltre tre ettari di habitat tutelato dalla Comunità europea. Un danno ambientale grave ed inutile: le stesse opere potevano, infatti, essere realizzate in altri siti e, oltretutto, a costi minori (LIPU, 2019).

2.2 Protocollo EMBOS per i fondi molli

Il protocollo EMBOS prevede una precisa geometria di campionamento.

Innanzitutto sono state individuate le due stazioni St.1 e St.2 ai due estremi rispettivamente sud e nord della spiaggia (Fig. 8), distanti circa 1 km l'una dall'altra. Gli operatori si sono divisi in due gruppi, uno per ciascuna stazione. Per ogni stazione sono stati definiti i livelli intertidale e subtidale. Avendo opportunamente scelto di campionare in condizioni di bassa marea, il livello intertidale è stato individuato sulla linea di battigia, mentre il campionamento subtidale è stato effettuato una decina di metri al largo. Per ciascun livello (inter- e subtidale) sono stati individuati 3 siti, distanti circa 50 metri l'uno dall'altro e in ciascun sito sono stati effettuate 3 repliche a distanza molto ravvicinata. Nel complesso sono stati quindi effettuati 9 campionamenti (3x3) per ciascun livello per ciascuna stazione, per un totale di 36 campioni (9x2x2) per ciascun anno di campionamento.

Lo stesso identico protocollo è stato applicato per entrambi gli anni.

2.3 Operazioni sul campo

2.3.1 Raccolta e processamento *in loco* dei campioni per il benthos

Per la raccolta del materiale biologico è stato adottato il metodo del carotaggio manuale, che consente di prelevare con relativa facilità una superficie nota di sedimento arrecando il minimo disturbo. Tale metodica prevede l'utilizzo di un carotatore in plexiglass trasparente del diametro di 13 cm e di 1,5 m di altezza, dotato di pareti sottili e di base affilata per facilitare la penetrazione nel sedimento molle (Fig. 9).



Figura 9: Carotatore (sx) e setaccio (dx) utilizzati durante le operazioni sul campo.

Il carotatore viene spinto nel sedimento ad una profondità di 30 cm e poi delicatamente risollevato. La pressione negativa generata da una pompa a maniglia posta sulla parte superiore del cilindro permette di mantenere in sede la carota di sedimento sino all'immediato trasferimento in un sacchetto di plastica sufficientemente capiente, in attesa del processamento.

Tale operazione è stata ripetuta per ogni replica, sia in ambiente intertidale che subtidale, per entrambe le stazioni, come previsto dal protocollo EMBOS.

Una volta raccolti, i campioni sono stati setacciati *in loco* nella stessa acqua di mare, utilizzando setacci ampi e robusti con telaio in legno e maglia di 0,5 mm (Fig. 9). Questa operazione ha consentito di eliminare dal campione tutta la frazione fine e di trattenere solo la frazione più grossolana, che è stata successivamente trasferita all'interno di barattoli di plastica da 1 L con l'aiuto di opportuni imbuti. Il tutto è stato poi coperto con etanolo 70%, per permetterne la conservazione.

2.3.2 Raccolta dei campioni per il sedimento

La raccolta dei campioni per l'analisi del sedimento è stata certamente più agevole: con un piccolo carotatore di 4 cm di diametro si sono prelevate piccole carote di sedimento, che sono poi state trasferite in piccoli sacchetti di plastica opportunamente siglati. La conservazione dei campioni in attesa delle successive analisi è avvenuta in regime di normale freezer domestico, alla temperatura di -18°C. Sono state raccolte in tutto 3 carote per l'intertidale e 3 per il subtidale, per entrambe le stazioni.

2.4 Operazioni in laboratorio

2.4.1 Processamento in laboratorio del macrobenthos

I barattoli col benthos sono stati trasportati al Dipartimento di Biologia di Padova e qui sono stati processati per il riconoscimento della macrofauna.

Il lavoro di laboratorio si è articolato in 2 momenti fondamentali:

- 1) *frazionamento/smistamento*
- 2) *determinazione tassonomica*

Dapprima si è proceduto allo *smistamento*, preceduto da un preliminare *frazionamento* del materiale. Uno alla volta i campioni sono stati setacciati con 3 setacci a diversa maglia, per dividere il materiale su base dimensionale, ottenendo così 3 frazioni (grossolana, media, sottile) che sono state riversate su apposite bacinelle a fondo bianco di 40x30 cm e ricoperte con un velo d'acqua. Questa operazione preliminare ha permesso di dividere il materiale in frazioni più piccole e dimensionalmente omogenee, così da rendere più agevole l'individuazione degli animali presenti fra il sedimento, avvenuta mediante lampada da tavolo al neon con lente di ingrandimento integrata (Fig. 10). Gli animali così individuati sono stati suddivisi per grandi gruppi (phylum o classe) in piccoli barattolini di vetro opportunamente siglati e immersi ancora una volta in alcol etilico 96%.



Figura 10: Sopra, lampada ottica utilizzata per le operazioni di sorting. Sotto, stereomicroscopio utilizzato per la determinazione tassonomica.



La *determinazione tassonomica*, non sempre agevole, è stata effettuata secondo un approccio di tipo integrato, in parte mediante l'utilizzo di chiavi dicotomiche (ove disponibili), in parte mediante l'utilizzo di manuali e guide per il riconoscimento, in parte avvalendosi della consultazione di esperti, sia all'interno del Dipartimento che al di fuori. L'osservazione degli animali, in generale molto piccoli, ha richiesto l'uso dello stereomicroscopio (Fig. 10). Non sempre è stato possibile raggiungere il livello di specie, sia per l'oggettiva difficoltà intrinseca ai gruppi studiati, sia per il non sempre ottimale stato di conservazione dei campioni.

Per la determinazione dei bivalvi sono state consultate le seguenti fonti:

- RIEDL, *Fauna e flora del Mediterraneo*, 1991
- SALAS, *Chiave per Donacidae del Mediterraneo*, 2008

Per la determinazione dei policheti:

- RIEDL, *Fauna e flora del Mediterraneo*, 1991
- FAUVEL, *Faune de France*, 1927
- FAUCHALD, *The Polychaete Worms*, 1977

Per la determinazione dei crostacei:

- RIEDL, *Fauna e flora del Mediterraneo*, 1991
- RUFFO, *The Amphipoda of the Mediterranean*, 1993

2.4.2 Analisi granulometrica

Per la suddivisione granulometrica del sedimento si è fatto fede alla scala di Wentworth (*vide supra*) e si è seguita la metodica di **Buchanan** (1984).

La metodica prevede le seguenti tappe:

1. Prelievo di circa 100 g di sedimento del campione e suo trasferimento in un becker da 1000 ml con 100 ml di acqua ossigenata al 6%. Lasciare riposare per una notte dopo adeguata agitazione (Questa operazione serve per rimuovere la sostanza organica).
2. Agitazione del sedimento per altri 10-15 m e accertamento che non vi sia più reazione. Trasferimento del sedimento su un setaccio da 63 μm posto in una bacinella bianca, aiutandosi con un getto d'acqua distillata. Setacciamento agitando il setaccio nell'acqua distillata (che non deve eccedere il litro) e mescolando il sedimento con una paletta morbida finchè la gran parte della frazione inferiore ai 63 μm non sia passata. Dopo aver lasciato sgocciolare il setaccio al di sopra della bacinella, trasferimento in una stufa a 90°C per una notte. Trasferimento infine del contenuto della bacinella in un cilindro graduato da 1000 ml per la successiva analisi della frazione fine (Fig. 11).
3. Una volta recuperato dalla stufa, agitazione del setaccio sopra un foglio bianco per recuperare la frazione inferiore a 63 μm ancora presente e aggiunta di quest'ultima nel cilindro graduato. Il sedimento così seccato andrà a questo punto frazionato utilizzando la serie di setacci scelta e pesando di volta in volta le singole frazioni. (Nel nostro caso si sono utilizzati setacci della Endecotts S.p.A. (Fig. 11) con maglia pari a 2000, 500 e 125 μm , in conformità alla scala di Wentworth).



Figura 21: Davanti i setacci Endecotts SpA per il frazionamento a secco della componente sabbiosa del sedimento. Dietro i cilindri graduati per la misurazione delle frazioni più fini (silt e argilla).

4. L'analisi procede frazionando il sedimento con granuli inferiori a $63\mu\text{m}$. Poiché tale separazione mediante setacci risulta un'operazione impossibile, essa viene svolta sfruttando i tempi di sedimentazione, partendo dal principio che particelle più grandi sedimentano più velocemente. La procedura è la seguente: Il cilindro contenente la frazione fine (vedi punto 2) viene tappato e agitato energicamente onde disperdere il sedimento in modo omogeneo in tutta la colonna d'acqua. Si pone dunque il cilindro in posizione verticale e si prelevano mediante una pipetta volumetrica 20 ml di sospensione ad una profondità di 20 cm dalla superficie. Il peso secco del sedimento contenuto in questo volume moltiplicato per 50 darà il totale della frazione fine ($< 63\mu\text{m}$). Per ottenere le diverse subfrazioni della frazione fine (silt e argilla), si dovrà procedere ad ulteriori prelievi a tempi e profondità definiti in base alla legge di Stokes:

$$V = C r^2$$

dove:

- V = velocità di sedimentazione in cm/sec
- R = raggio della particella in cm
- C = costante data da: $C = 2 (d_1 - d_2) g / 9z$

dove:

- d_1 = densità della particella
- d_2 = densità dell'acqua
- g = accelerazione di gravità
- z = viscosità dell'acqua in $\text{dyne} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-2}$

Assumendo che:

- le particelle siano sfere con il peso specifico del quarzo (2,65)
- tra 15 e 30 °C la densità dell'acqua sia 1 gr/cm³

si ottiene il seguente protocollo:

- un prelievo effettuato a 10 cm dalla superficie 7' e 44'' dopo il primo fornisce il peso della frazione minore di 15,6 µm
- un analogo prelievo eseguito dopo 2 h e 30 m fornisce il peso della frazione minore di 3,9 µm (argilla)

2.4.3 Analisi della sostanza organica

L'analisi della sostanza organica è stata eseguita seguendo la metodica di **Gaudette** (1974).

La procedura si basa sull'aggiunta in sequenza di una serie di reagenti atti ad estrarre la sostanza organica dalla componente minerale del campione di sedimento. L'indicatore aggiunto in ultima serve per colorare la soluzione ottenuta e poterne quindi determinare l'esatto punto di viraggio mediante soluzione titolante.

I passi da seguire per ogni campione di sedimento sono i seguenti:

1. Dissecamento del sedimento e setacciamento su maglia da 500 µm.
2. Trasferimento di circa 1 g di sedimento in una beuta da 500 ml.
3. Aggiunta di 10 ml di bicromato di potassio¹ e agitazione.
4. Aggiunta di 20 ml di acido solforico² e agitazione.
5. Messa a riposo per 20-30 min.
6. Aggiunta di acqua distillata fino a 200 ml.
7. Aggiunta di 10 ml di acido fosforico³.
8. Aggiunta di 5 ml di fluoruro di sodio⁴ (il campione dovrebbe assumere a questo punto un colore verde; se invece resta giallo come i bianchi, significa che la sostanza organica è indosabile e bisogna tornare al punto 2 e pesare una quantità maggiore di sedimento).
9. Aggiunta di 15 gocce di indicatore⁵ (il campione assume un colore verde scurissimo, quasi nero).
10. Titolazione infine con ferrosolfato di ammonio⁶ (Sale di Mohr) (il campione diviene gradualmente blu, azzurro e infine vira al verde smeraldo).



Figura 12: Beute contenenti i campioni di sedimento per la determinazione della sostanza organica.

Reagenti (in ordine):

- ¹ $K_2Cr_2O_7$ 1N (49,04 g in un litro di acqua distillata)
- ² H_2SO_4 96%
- ³ H_3PO_4 85%
- ⁴ NaF 4%

Indicatore:

- ⁵ Difenilammina (0,5 g in una miscela di 20 ml di HO + 100 ml di H_2SO_4 96%)

Titolante:

- ⁶ $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 0,5N (sciogliere 196,1 g di reagente in 800 ml di acqua contenente 20 ml di H_2SO_4 96% e portare a 1 litro)

Calcoli:

$$\% \text{ di carbonio organico} = 10 * (1 - T/S) * 0,003 * (0,77)^{-1} * 100 / g$$

$$\% \text{ di sostanza organica} = \% \text{ carb.org.} * 1,72$$

dove:

- 10 = ml di bicromato
- T = ml di titolante usato sul campione
- S = ml di titolante usato sul bianco
- g = grammi di sedimento
- 0,003 = milliequivalenti in peso del carbonio
- 0,77 = valore percentuale medio di recupero

3. RISULTATI E DISCUSSIONI

3.1 Analisi del sedimento

3.1.1 Granulometria

I due grafici in Fig. 13 mostrano tutti i valori ottenuti dai singoli campionamenti. Le lettere ABC indicano le 3 repliche.

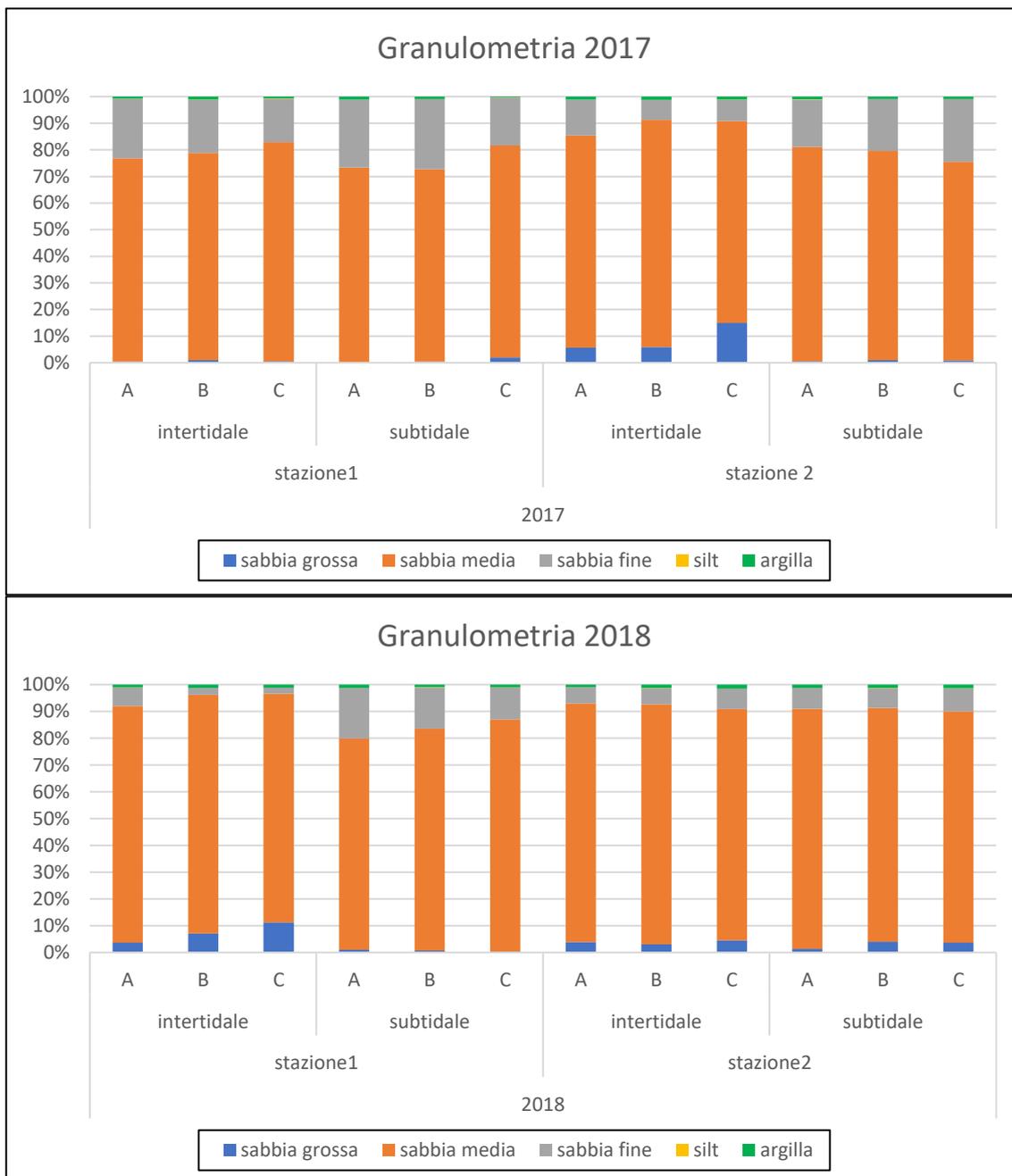


Figura 33: Risultati della granulometria suddivisi per anno.

La frazione di gran lunga più abbondante in tutti i campionamenti è quella della sabbia media (500-125 μm), con una abbondanza relativa media globale dell'**82,34%**, variando fra un minimo del 72,33% nel campione 2017_ST1_SUBB e un massimo dell'89,66% nel campione 2018_ST2_INTB.

La seconda frazione in termini di abbondanza è quella della sabbia fine (125-63 μm), con una media globale del **13,3%**, variando notevolmente fra un minimo del 2,20% del campione 2018_ST1_INTC e un massimo del 26,34% del campione 2017_ST1_SUBB (lo stesso campione in cui si registra il valore minimo di sabbia media).

La frazione della sabbia più grossolana (2000-500 μm), la terza in ordine di abbondanza, presenta anch'essa un andamento piuttosto irregolare, passando dallo 0,27% del 2017_ST1_SUBA al 14,99% del 2017_ST2_INTC, con un valore medio globale del **3,25%**.

Il restante **1.11%** medio è costituito dalle frazioni più sottili: silt e argilla. Il silt è quasi assente, con un'abbondanza media dello 0,04%.

La Tabella 2 mostra, per semplicità, solo i valori medi delle repliche.

	2017				2018			
	Stazione 1		Stazione 2		Stazione 1		Stazione 2	
	int	sub	int	sub	int	sub	int	sub
sabbia grossa	0,64	0,88	8,85	0,79	7,32	0,70	3,82	3,00
sabbia media	78,89	75,04	80,32	77,98	87,60	82,78	88,34	87,76
sabbia fine	19,54	23,27	9,66	20,25	3,86	15,36	6,58	7,89
silt	0,05	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,07
argilla	0,88	0,75	1,14	0,94	1,17	1,12	1,24	1,27

Tabella 2: Valori medi percentuali della granulometria.

Dalla tabella si evince che le frazioni più grossolane tendono ad essere più rappresentate nell'intertidale, mentre le frazioni più sottili nel subtidale.

Come si evince invece dal grafico in Fig. 14, le differenze maggiori fra intertidale e subtidale sono a carico delle frazioni *sabbia grossa* (più abbondante nell'intertidale) e *sabbia fine* (più abbondante nel subtidale). In altre parole, si assiste ad una diminuzione della granulometria media del sedimento dall'intertidale al subtidale.

Tali evidenze sono confermate dalla PCA in Fig. 15.

Non emergono invece differenze significative fra i due anni di campionamento e fra le due stazioni.

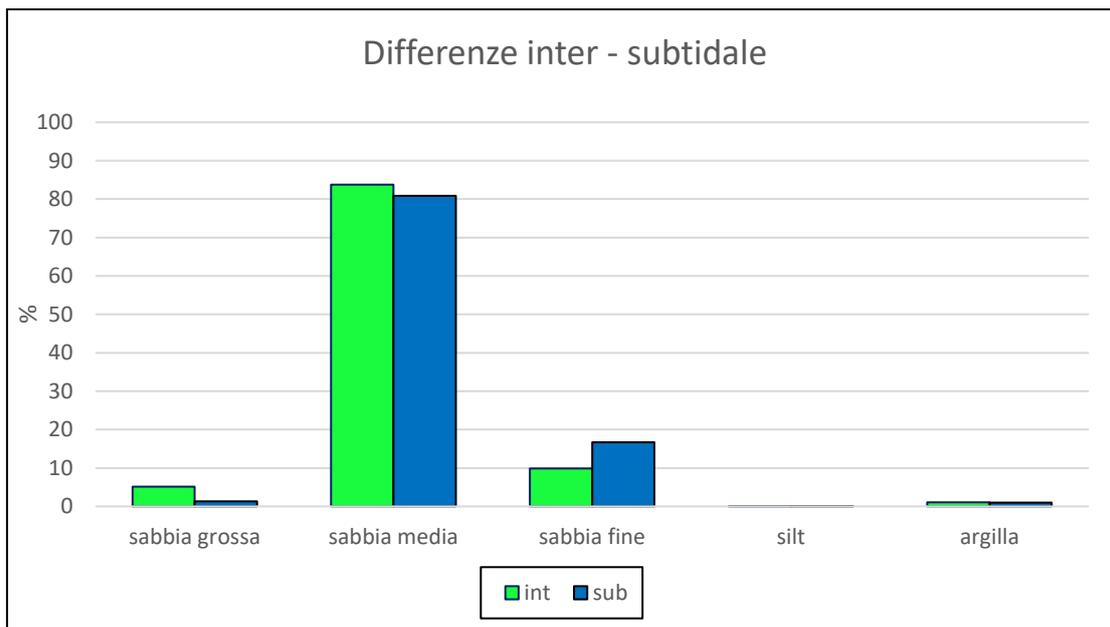


Figura 14: Il diagramma mette in evidenza le differenze granulometriche fra intertidale e subtidale.

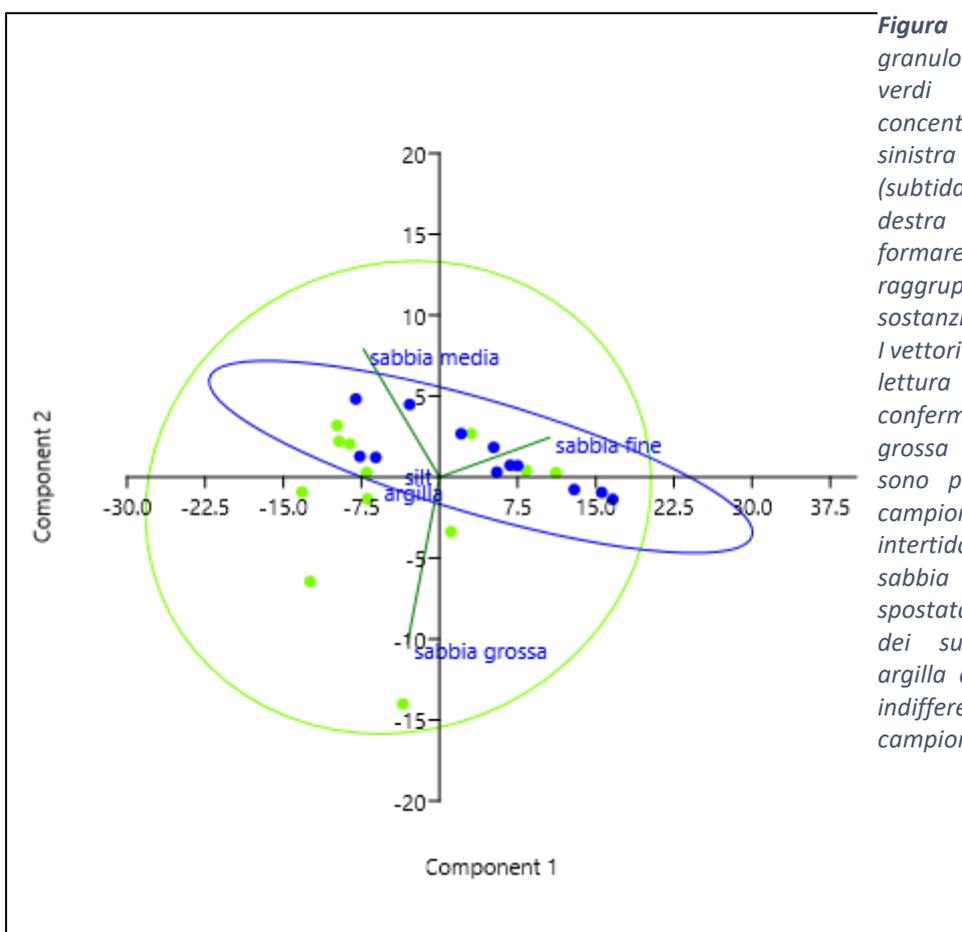


Figura 15: PCA per la granulometria. I pallini verdi (intertidali) si concentrano in basso a sinistra e quelli blu (subtidali) in alto a destra andando a formare due raggruppamenti sostanzialmente distinti. I vettori biplot aiutano la lettura del grafico, confermando che sabbia grossa e sabbia media sono più in linea coi campionamenti intertidali, mentre la sabbia fine è più spostata verso il cluster dei subtidali. Silt e argilla appaiono invece indifferenti al livello di campionamento.

3.1.2 Sostanza organica

I risultati dell'analisi della sostanza organica sono illustrati dal grafico a barre in Fig. 16.

I campioni sono ordinati in base all'anno, la stazione e il livello; per ogni livello sono state effettuate 3 repliche.

La sostanza organica è espressa come percentuale del peso secco di sedimento.

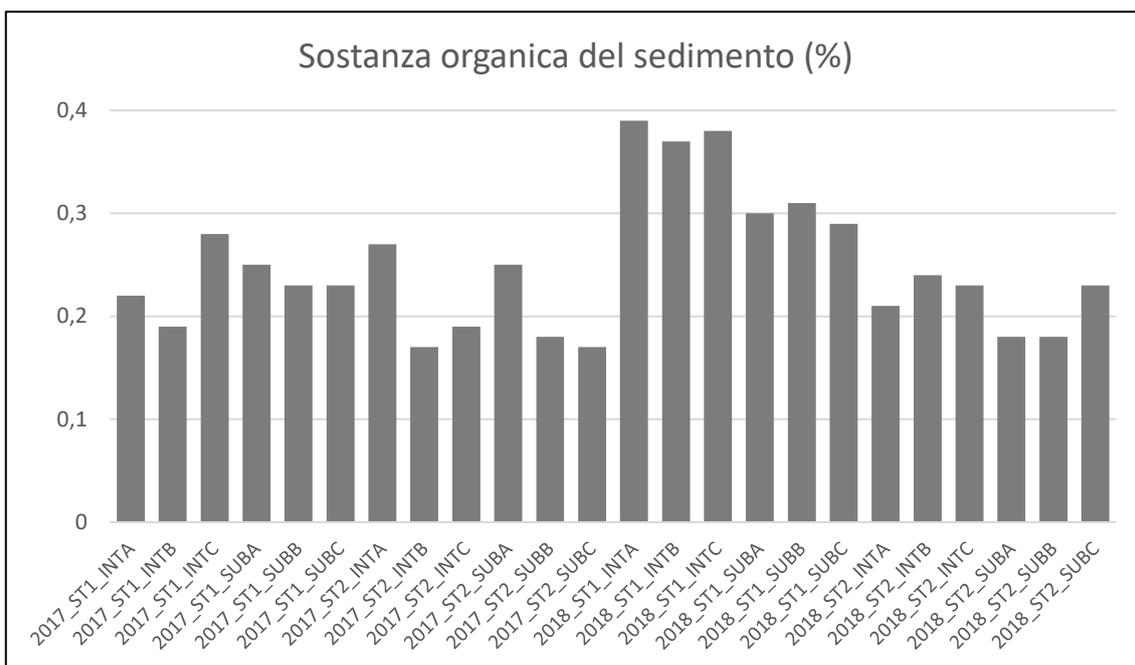


Figura 15: Sostanza organica del sedimento espressa come percentuale del peso secco.

È da notare innanzitutto che, nonostante l'effetto grafico dovuto alla scala, i valori oscillano tutti entro un range molto piccolo.

Il valore più basso (0,17%) si riscontra in due campioni provenienti dalla stazione 2 dell'anno 2017, uno intertidale l'altro subtidale.

Il valore più alto (0,39%) si registra in un intertidale della stazione 1 del 2018.

Il valore medio globale di sostanza organica del sedimento risulta pari allo **0,25%**.

Tale valore molto basso è comprensibile dal momento che la sostanza organica è strettamente legata alla componente fine del sedimento, i.e. silt e argilla, che è poco rappresentata nei campioni in esame.

Per confronto, la maggior parte dei lavori riguardanti l'ambiente di laguna, dove la frazione fine del sedimento è molto più abbondante, riporta valori decisamente più alti, intorno al 2-3%, cioè 10 volte maggiori (cfr. Rizzo, 2001).

I valori ottenuti in questo lavoro sono invece in linea con altri studi condotti in ambiente costiero Alto-Adriatico (cfr. Masciadri, 2000; Campi, 2001).

Dall'analisi della varianza emerge correlazione con l'anno e con la stazione, ma non con il livello (Fig. 16).

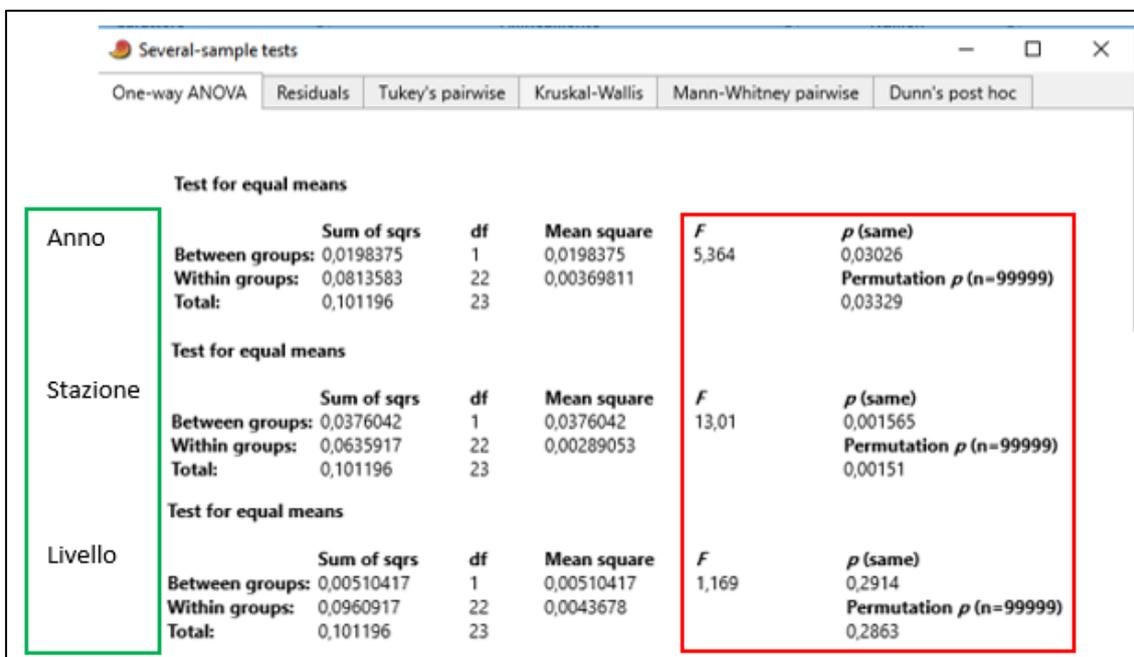


Figura 16: Analisi della varianza della sostanza organica del sedimento.

La correlazione più forte è con la stazione ($p=0,0016$): la stazione 1 è mediamente più ricca di sostanza organica rispetto alla stazione 2, con un valore medio di 0,29% contro 0,21%.

La maggiore ricchezza in sostanza organica della stazione 1 potrebbe essere spiegata dalla maggiore vicinanza alla bocca di porto e quindi all'influenza delle acque della laguna.

La correlazione con l'anno è meno forte ma ugualmente significativa ($p=0,03$): il 2018 è risultato mediamente più ricco del 2017, con una media di 0,28% contro 0,22%.

Ulteriori monitoraggi potrebbero rivelare se c'è una tendenza all'aumento della sostanza organica nel tempo, oppure se si tratta di una normale variabilità interannuale.

Benchè il livello intertidale presenti un valore medio di sostanza organica (0,26%) leggermente superiore al subtidale (0,23%), questa differenza non risulta statisticamente significativa ($p=0,29$).

3.2 Analisi del benthos

3.2.1 Considerazioni generali

Nei 72 campioni raccolti nei 2 anni di indagine, sono stati identificati in tutto 35 *taxa* (Tab. 3), 13 di Bivalvi, 11 di Policheti e 11 di Crostacei. Il grado di determinazione dei 35 *taxa* riconosciuti non è omogeneo: in 22 casi si è riusciti ad arrivare al livello di specie, nei rimanenti casi ci si è fermati ad un livello tassonomico superiore, genere o famiglia.

Ciascuna unità di campionamento consiste di 9 repliche (3x3) ciascuna di 133 cm², per un totale di 0,12 m². In media ogni unità possiede una ricchezza di 15 *taxa*, variamente distribuiti fra i diversi gruppi principali.

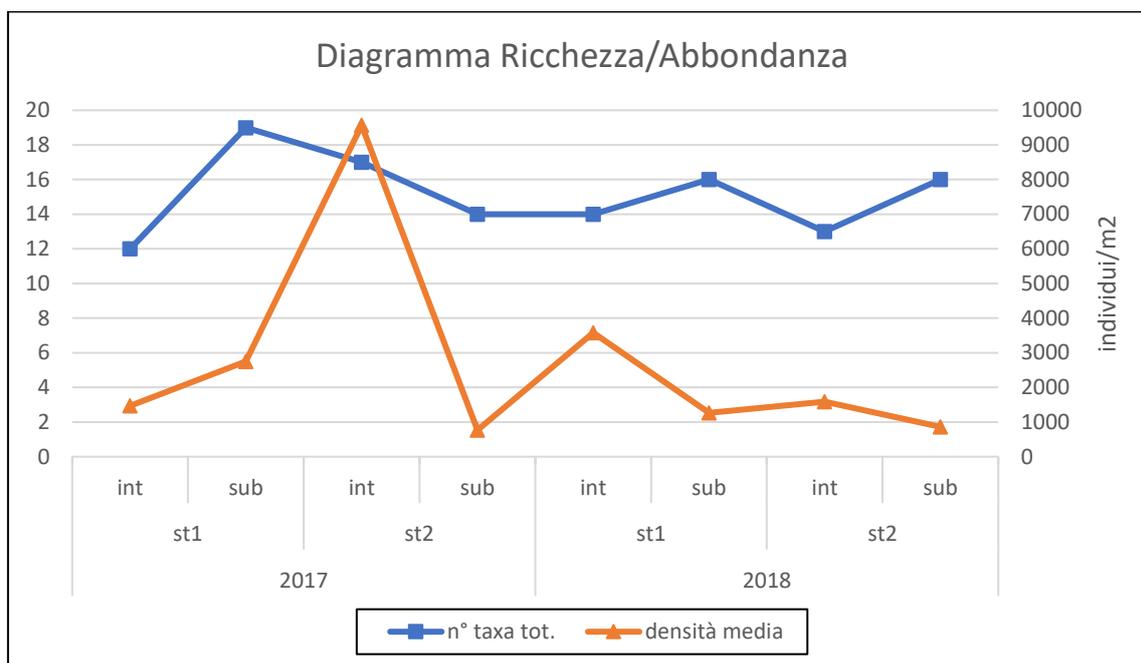


Figura 17: Il diagramma mostra il rapporto fra ricchezza specifica (linea blu) e abbondanza (linea arancione) nelle diverse unità di campionamento.

Il grafico in Fig. 17 rappresenta una sintesi della ricchezza tassonomica totale e della densità media degli animali per ciascuna unità di campionamento. I valori mostrati derivano dalla “condensazione” dei valori delle singole repliche.

La ricchezza in *taxa* si mostra relativamente costante, oscillando fra un minimo di 12 e un massimo di 19. La densità totale invece appare più irregolare, variando fra un minimo di 767 e un massimo di 9567.

Le ragioni di tale irregolarità vanno ricercate in una specie particolarmente abbondante: il bivalve *Lentidium mediterraneum*. Tale specie, che da sola costituisce quasi l’80% di tutti gli animali campionati (2097 su 2642), mostra infatti una distribuzione alquanto irregolare, responsabile dei picchi anomali in Fig.17.

Ricostruendo lo stesso diagramma dopo aver escluso questa specie (Fig. 18), si osserva che i valori di densità si uniformano, appiattendosi notevolmente verso il basso e risultando compresi fra un minimo di 258 e un massimo di 1183.

	ORDINE	FAMIGLIA	GENERE	SPECIE	
BIVALVI	Cardiida	Donacidae	<i>Donax</i>	<i>Donax</i> sp.	
	Lucinida	Tellinidae	<i>Tellina</i>	<i>Tellina</i> sp.	
		Lucinidae		<i>Ctena</i>	<i>Ctena decussata</i> (Costa, 1829)
					<i>Loripes</i>
			<i>Lucinella</i>	<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)	
	Myida	Corbulidae	<i>Lentidium</i>	<i>Lentidium mediterraneum</i> (Costa, 1830)	
	Venerida	Veneridae		<i>Chamelea</i>	<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)
				<i>Dosinia</i>	<i>Dosinia lupinus</i> (Linnaeus, 1758)
				<i>Ruditapes</i>	<i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams, 1850)
			<i>Tapes</i>	<i>Tapes</i> sp.	
Arcida	Glycymerididae	<i>Glycymeris</i>	<i>Glycymeris</i> sp.		
Mytilida	Mytilidae	<i>Modiolus</i>	<i>Modiolus</i> sp.		
Nuculanida	Nuculanidae	<i>Nuculana</i>	<i>Nuculana pella</i> (Linnaeus, 1758)		
POLICHETI	Capitellida	Capitellidae	<i>Capitella</i>	<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	
		Maldanidae	<i>Euclymene</i> n.d.	<i>Euclymene oerstedii</i> (Claparede, 1863) Maldanidae ind.	
	Orbiniida	Orbiniidae	n.d.	Orbiniidae ind.	
		Spionida	Cirratulidae	<i>Raphidrilus</i>	<i>Raphidrilus nemasoma</i> (Monticelli, 1910)
	Magelonidae		<i>Magelona</i>	<i>Magelona papillicornis</i> (Müller, 1858)	
	Spionidae			<i>Polydora</i>	<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)
				<i>Prionospio</i> n.d.	<i>Prionospio caspersi</i> (Laubier, 1962) Spionidae ind.
	Phyllodocida	Glyceridae	<i>Glycera</i>	<i>Glycera convoluta</i> (Keferstein, 1862)	
		Nereididae	n.d.	Nereididae ind.	
		Syllidae	n.d.	Syllidae ind.	
Sabellida	Serpulidae	<i>Hydroides</i>	<i>Hydroides elegans</i> (Haswell, 1883)		
CROSTACEI	Amphipoda	Aoridae	<i>Microdeutopus</i>	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> (Costa, 1853)	
		Calliopiidae	n.d.	Calliopiidae ind.	
		Dexaminidae	n.d.	Dexaminidae ind.	
		Gammaridae	n.d.	Gammaridae ind.	
	Cumacea	Bodotriidae		<i>Bodotria</i>	<i>Bodotria scorpioides</i> (Montagu, 1804)
				<i>Iphinoe</i> n.d.	<i>Iphinoe serrata</i> (Norman, 1867) Bodotriidae ind.
	Mysida	Mysidae	n.d.	Mysidae ind.	
	Isopoda	Anthuridae	<i>Cyathura</i>	<i>Cyathura carinata</i> (Krøyer, 1847)	
		Idoteidae	<i>Idotea</i>	<i>Idotea balthica</i> (Pallas, 1772)	
		Sphaeromatidae	<i>Sphaeroma</i>	<i>Sphaeroma serratum</i> (Fabricius, 1787)	
Tanaidacea	Apseudidae	<i>Apseudes</i>	<i>Apseudes</i> sp.		

Tabella 3: Lista in ordine sistematico delle specie rinvenute nello studio.

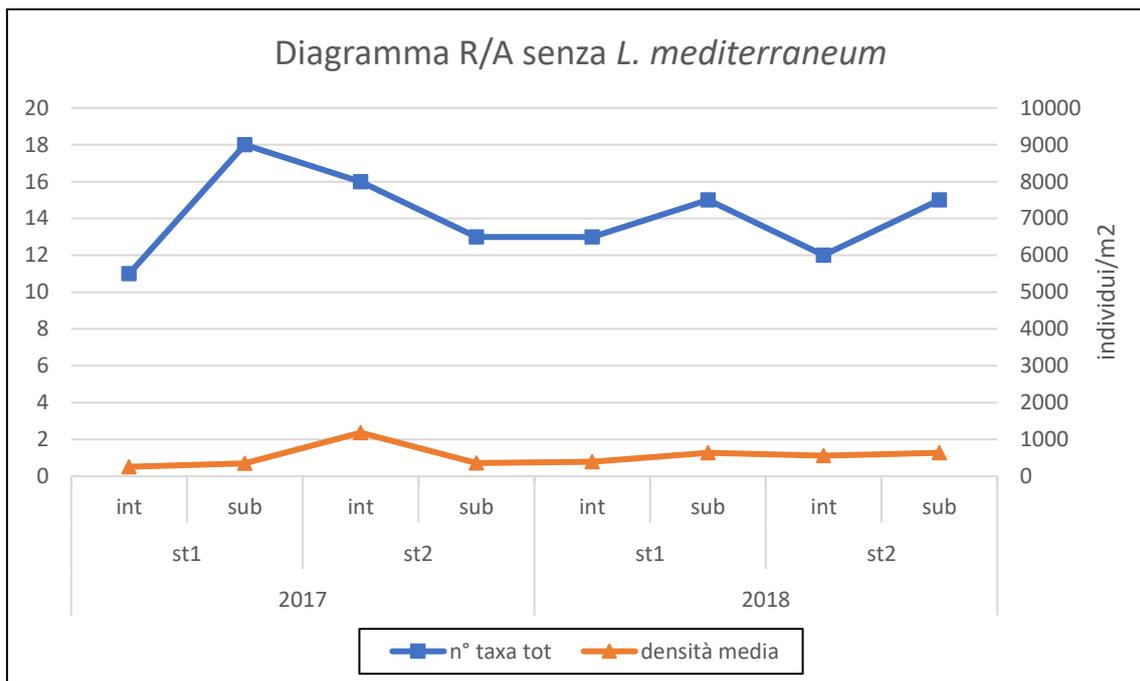


Figura 18: Stesso diagramma di Fig. 17 avendo escluso la specie dominante. Si noti come le densità medie risultino appiattite verso il basso e uniformate.

Se prima dunque la densità media del benthos variava di oltre 12 volte fra il valore massimo e il valore minimo rilevati, ora varia di sole 4,5 volte; in altre parole la variabilità della densità in assenza di *L. mediterraneum* è diminuita di quasi 3 volte, facendo di questo *taxon* il principale responsabile delle differenze fra i campionamenti.

La distribuzione fortemente ‘gregaria’ del bivalve è inoltre responsabile di una netta disparità fra le due annate di campionamento. Il grafico in Fig. 19 mostra la numerosità totale di individui campionati nei due anni: risulta evidente che il bivalve coloniale *L. mediterraneum* è il principale responsabile di tale asimmetria.

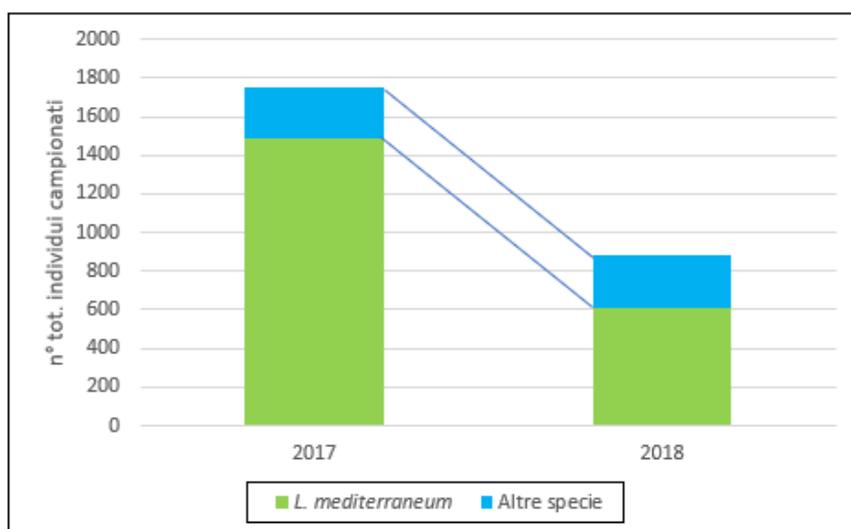


Figura 19: Il grafico mostra che la differenza di numerosità fra i due anni è imputabile soprattutto a *L. mediterraneum* (barra verde). La somma di tutti gli altri taxa (barra blu) si mantiene invece pressochè costante.

Considerando i valori di abbondanza suddivisi per macroraggruppamento tassonomico, si ottiene il grafico in Fig. 20, dal quale si evince che il gruppo dominante è invariabilmente quello dei bivalvi, eccezion fatta per l'unità di campionamento 2018_st2_sub, in cui i crostacei superano, seppur di poco, i bivalvi.

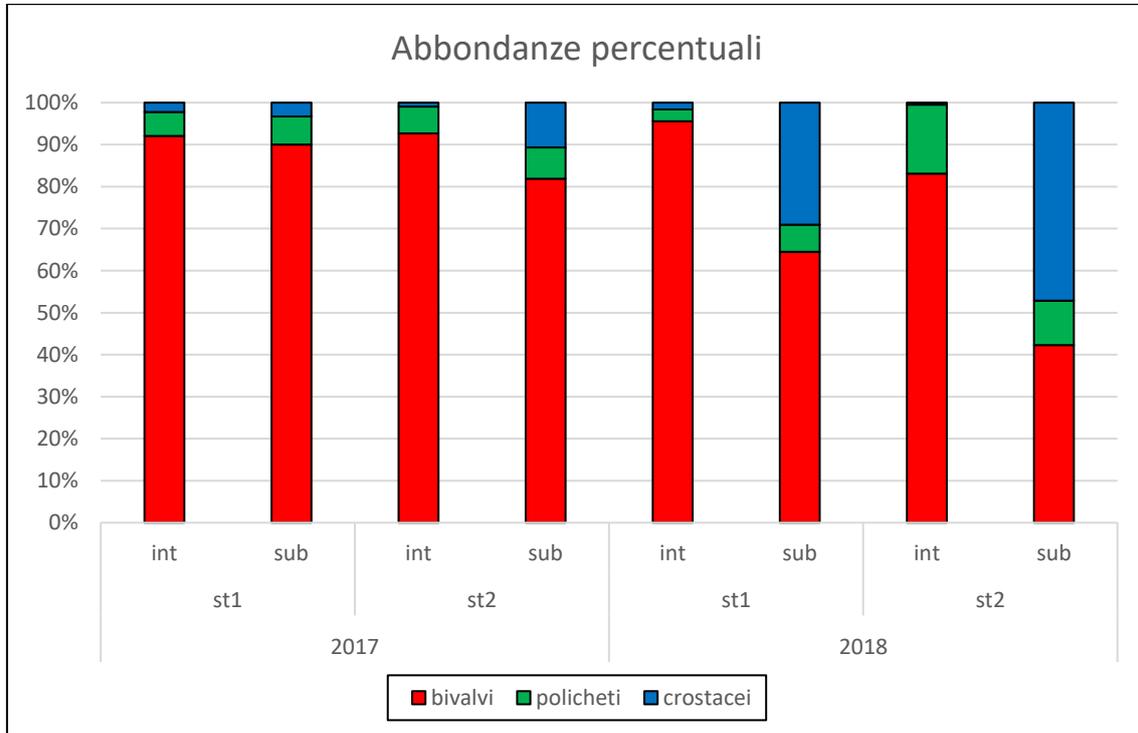


Figura 20: Ripartizione percentuale delle abbondanze fra i 3 macroraggruppamenti considerati (bivalvi, policheti, crostacei).

Nel 2018 si assiste, nel subtidale, a un consistente aumento della proporzione dei crostacei, dovuta soprattutto a consistenti ritrovamenti di Misidiacei, anch'essi particolarmente gregari.

La PCA (Fig. 21) mostra però che le differenze più significative si hanno fra i due livelli di marea. In particolare i crostacei preferiscono l'ambiente subtidale, mentre bivalvi e policheti sono abbondanti in entrambi i livelli.

I paragrafi che seguono analizzano le comunità a bivalvi, policheti e crostacei separatamente.

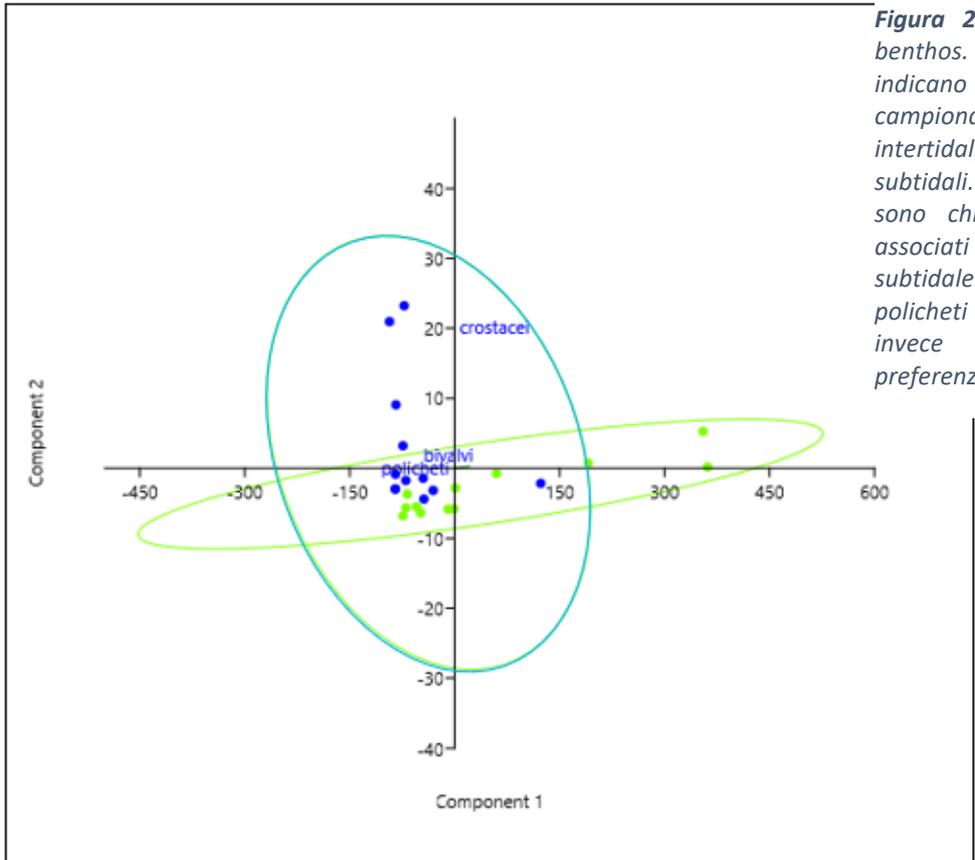


Figura 21: PCA per il benthos. I pallini verdi indicano i campionamenti intertidali, i blu i subtidali. I crostacei sono chiaramente più associati all'ambiente subtidale. Bivalvi e policheti non mostrano invece una chiara preferenza.

3.2.2 La comunità a bivalvi

I bivalvi costituiscono, in questo lavoro, gli unici rappresentati del *phylum* dei Molluschi.

In fase di determinazione, sono stati presi in considerazione i soli individui che si presentavano integri, e quindi presumibilmente in vita all'atto del campionamento.

I gasteropodi trovati presentavano in gran parte segni di predazione e mancavano di opercolo, pertanto non sono stati presi in esame ai fini tassonomici.

Con 13 *taxa* complessivi, appartenenti a 7 ordini e 8 famiglie (Tab. 4), i bivalvi rappresentano il gruppo più diversificato. 8 dei 13 *taxa* sono risolti a livello di specie, mentre per gli altri 5 non si è riusciti a superare il livello di genere.

CLASSE	ORDINE	FAMIGLIA	GENERE	SPECIE
Bivalvia	Cardiida	Donacidae	<i>Donax</i>	<i>Donax</i> sp.
		Tellinidae	<i>Tellina</i>	<i>Tellina</i> sp.
	Lucinida	Lucinidae	<i>Ctena</i>	<i>Ctena decussata</i>
			<i>Loripes</i>	<i>Loripes lucinalis</i>
			<i>Lucinella</i>	<i>Lucinella divaricata</i>
	Myida	Corbulidae	<i>Lentidium</i>	<i>Lentidium mediterraneum</i>
	Venerida	Veneridae	<i>Chamelea</i>	<i>Chamelea gallina</i>
			<i>Dosinia</i>	<i>Dosinia lupinus</i>
			<i>Ruditapes</i>	<i>Ruditapes philippinarum</i>
			<i>Tapes</i>	<i>Tapes</i> sp.
	Arcida	Glycymerididae	<i>Glycymeris</i>	<i>Glycymeris</i> sp.
Mytilida	Mytilidae	<i>Modiolus</i>	<i>Modiolus</i> sp.	
Nuculanida	Nuculanidae	<i>Nuculana</i>	<i>Nuculana pella</i>	

Tabella 4: Elenco in ordine sistematico delle specie di bivalvi rinvenute nello studio.

Le famiglie più rappresentate in termini di ricchezza specifica sono i Veneridae e i Lucinidae.

In Tabella 5 sono mostrati i valori di densità media dei diversi *taxa* di bivalvi nei due livelli di marea. In termini di ricchezza specifica i due livelli appaiono simili, con 11 *taxa* e 10 *taxa* rispettivamente. 8 dei 13 *taxa* sono stati riscontrati sia a livello intertidale che subtidale, 3 solo a livello intertidale e 2 solo a livello subtidale.

Le 4 specie scritte in rosso si riferiscono a ritrovamenti occasionali, cioè specie trovate una sola volta in tutti i campionamenti, e quindi da considerarsi presenze accidentali o specie stabili ma molto rare. Per verificare quest'ultimo caso sarebbe opportuno indagare con ulteriori campionamenti.

GRUPPO	FAMIGLIA	SPECIE	Int	sub
Bivalvi	Donacidae	<i>Donax</i> sp.	85	71
	Tellinidae	<i>Tellina</i> sp.	10	6
	Lucinidae	<i>Ctena decussata</i>	(2)	-
		<i>Loripes lucinalis</i>	-	13
		<i>Lucinella divaricata</i>	6	2
	Corbulidae	<i>Lentidium mediterraneum</i>	3452	917
	Veneridae	<i>Chamelea gallina</i>	158	58
		<i>Dosinia lupinus</i>	19	2
		<i>Ruditapes philippinarum</i>	(2)	-
		<i>Tapes</i> sp.	15	4
	Glycymeridae	<i>Glycymeris</i> sp.	(2)	-
	Mytilidae	<i>Modiolus</i> sp.	13	6
	Nuculanidae	<i>Nuculana pella</i>	-	(2)

Tabella 5: Distribuzione dei bivalvi nei due livelli di marea. I valori numerici esprimono le densità medie in individui/m²; per i valori puntuali si vedano le tabelle in allegato.

La specie di bivalve di gran lunga più abbondante nei campionamenti è *Lentidium mediterraneum*, la cui importanza è già stata discussa in precedenza. Esso non è stato rinvenuto in soli 4 campioni sul totale di 72. Questa specie di bivalve mostra una densità media intertidale di 3452 ind/m² e subtidale di 917, pur presentano in alcuni campioni valori superiori a 10.000 (si vedano le tabelle in allegato).

La seconda specie di bivalve per abbondanza è *Chamelea gallina*, la comune vongola. Anch'essa, come la precedente, presenta una densità media intertidale maggiore di quella subtidale, 158 e 58 rispettivamente, ed è stata rinvenuta in diversa misura nella maggior parte dei campioni (49 su 76).

Il terzo *taxon* è rappresentato dal genere *Donax*. Ritrovato in 42 campioni su 72, è presente anch'esso in entrambe le stazioni e in entrambi i livelli, con valori di densità media molto simili, pari a 85 ind/m² per l'intertidale e 71 per il subtidale. Esso appare dunque il bivalve meno sensibile alle variazioni di marea.

Gli altri *taxa* presentano valori di densità media e puntuale piuttosto bassi (< 20 ind/m²), contribuendo quindi in misura minore alla composizione della comunità di bivalvi.

Fra questi meritano particolare riguardo *Loripes lucinalis*, rinvenuto solo nel livello subtidale e *Modiolus* sp., rinvenuto solo nella stazione 2.

Lucinella divaricata, *Dosinia lupinus* e *Tapes* sp. sono invece mediamente più concentrati nel livello intertidale che in quello subtidale.

Le specie rimanenti invece, essendo state trovate una volta sola, richiederebbero conferma da ulteriori campionamenti.

Complessivamente dunque *L. mediterraneum* costituisce circa il 90% della comunità di bivalvi, *C. gallina* poco più del 4%, *Donax* sp. il 3,2% e le rimanenti specie il restante 2,2%.

I grafici a torta in Fig. 22 mostrano le differenze nella composizione percentuale media della comunità a bivalvi fra intertidale e subtidale. Si noti che, pur non variando significativamente fra i due livelli i rapporti di prevalenza, nel subtidale l'egemonia di *L. mediterraneum* è leggermente più contenuta.

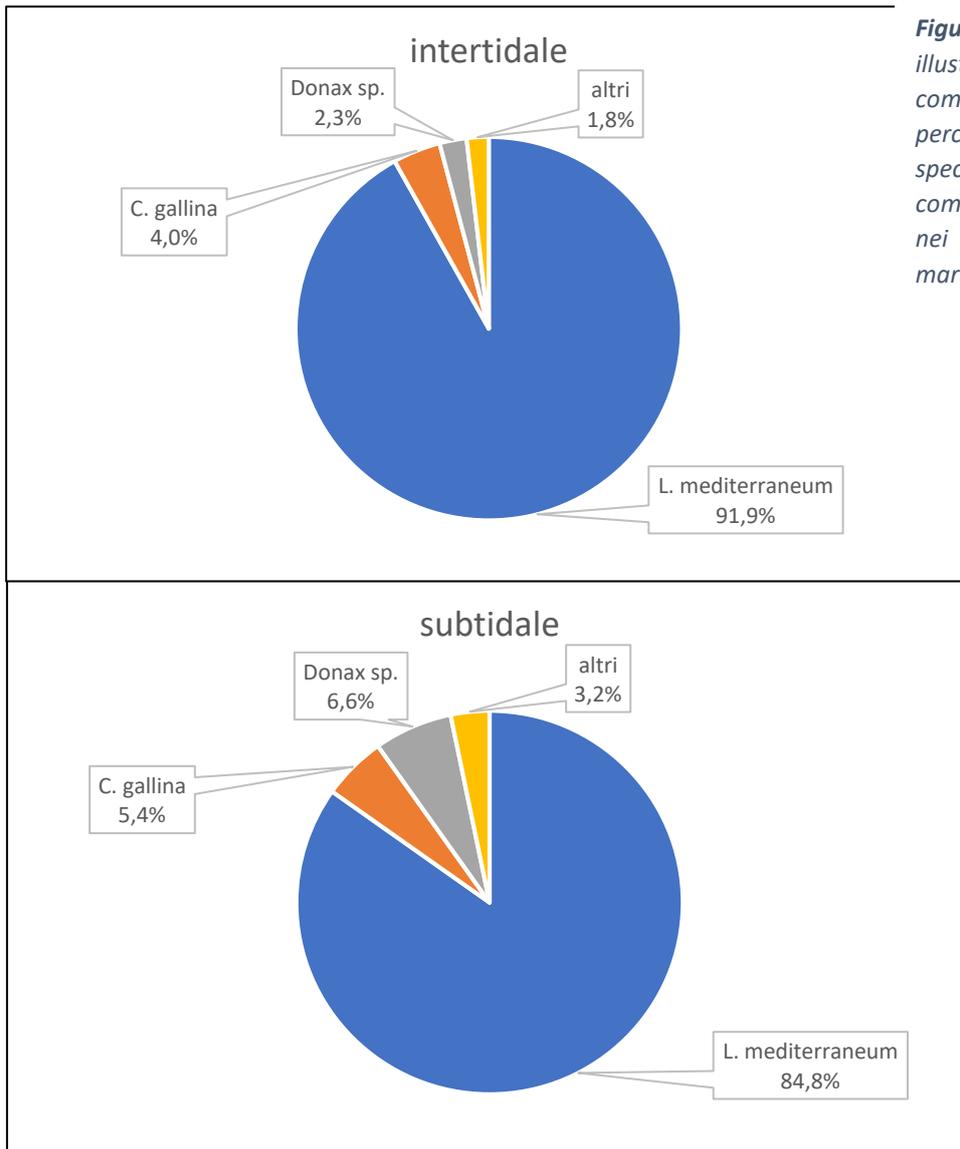


Figura 22: Grafici illustranti la diversa composizione percentuale per specie della comunità a bivalvi nei due livelli di marea.

3.2.3 La comunità a policheti

Il phylum degli anellidi è rappresentato in questo studio dai soli policheti.

Sono stati considerati nello studio solamente gli organismi che si presentavano integri o con prostomio ben evidente.

In tutto sono stati rinvenuti 11 *taxa*, appartenenti a 5 ordini e 10 famiglie (Tab. 6). In 8 casi si è riusciti a determinare fino al livello di specie, nei rimanenti casi ci si è fermati al livello di famiglia.

CLASSE	ORDINE	FAMIGLIA	GENERE	SPECIE
Polychaeta	Capitellida	Capitellidae	<i>Capitella</i>	<i>Capitella capitata</i>
		Maldanidae	<i>Euclymene</i>	<i>Euclymene oerstedii</i>
			n.d.	Maldanidae ind.
	Orbiniida	Orbiniidae	n.d.	Orbiniidae ind.
	Spionida	Cirratulidae	<i>Raphidrilus</i>	<i>Raphidrilus nemasoma</i>
			<i>Magelona</i>	<i>Magelona papillicornis</i>
		Spionidae	<i>Polydora</i>	<i>Polydora ciliata</i>
			<i>Prionospio</i>	<i>Prionospio caspersi</i>
	Phyllodocida	Glyceridae	n.d.	Spionidae ind.
			<i>Glycera</i>	<i>Glycera convoluta</i>
			n.d.	Nereididae ind.
	Syllidae	Syllidae	n.d.	Syllidae ind.
			n.d.	Syllidae ind.
Sabellida	Serpulidae	<i>Hydroides</i>	<i>Hydroides elegans</i>	

Tabella 6: Elenco in ordine sistematico delle specie di policheti rinvenute nello studio.

La Tabella 7 mostra i valori di densità media dei diversi *taxa* di policheti nei due livelli di marea. Il livello subtidale appare più ricco in specie rispetto all'intertidale (11 e 9 *taxa* rispettivamente). 7 *taxa* sono presenti in entrambi i livelli, 2 solo nell'intertidale e 4 solo nel subtidale.

3 specie sono state trovate una sola volta e pertanto sono segnate in rosso. Come per i bivalvi, queste specie necessiterebbero di ulteriori indagini per essere confermate.

GRUPPO	FAMIGLIA	SPECIE	Int	sub
ERRANTI	Capitellidae	<i>Capitella capitata</i>	2	2
	Maldanidae	<i>Euclymene oerstedii</i>	(2)	-
		Maldanidae ind.	44	8
	Orbinidae	Orbiniidae ind.	8	21
	Cirratulidae	<i>Raphidrilus nemasoma</i>	-	(2)
	Magelonidae	<i>Magelona papillicornis</i>	-	10
	Spionidae	<i>Polydora ciliata</i>	40	15
		<i>Prionospio caspersi</i>	-	6
		Spionidae ind.	165	31
	Glyceridae	<i>Glycera convoluta</i>	21	8
	Nereididae	Nereididae ind.	4	2
	Syllidae	Syllidae ind.	-	4
	Serpulidae	<i>Hydroides elegans</i>	(2)	-

Tabella 7: Distribuzione dei policheti nei due livelli di marea. I valori numerici esprimono le densità medie in individui/m²; per i valori puntuali si vedano le tabelle in allegato.

Il *taxon* senza dubbio più abbondante è quello degli Spionidi (policheti sedentari) che nel complesso totalizzano una densità media di 205 ind/m² nell'intertidale e 52 nel subtidale.

Ben rappresentati nella comunità bentonica appaiono anche i Maldanidi, policheti anch'essi sedentari e anch'essi, come gli spionidi, con una densità media maggiore nell'intertidale (44 ind/m² contro 8 del subtidale).

Prevalgono invece nel subtidale gli Orbinidi, con una densità media nel subtidale di 21 ind/m² e nell'intertidale di 8 ind/m².

Fra i policheti erranti spicca *Glycera convoluta*, con una densità media di 21 ind/m² nell'intertidale e 8 nel subtidale.

Complessivamente dunque i policheti sedentari costituiscono quasi il 90% degli anellidi del benthos costiero di Ca' Roman, con netta prevalenza degli Spionidi. I policheti erranti (Glyceridae, Nereididae e Syllidae) costituiscono il restante 10%.

I grafici a torta in Fig. 23 illustrano le differenze nella composizione percentuale media della comunità a policheti fra intertidale e subtidale, riferita alle famiglie. Si noti che gli Spionidi e i Maldanidi tendono ad essere più prevalenti nell'intertidale, mentre nel subtidale cresce la proporzione degli Orbinidi. Anche gli Erranti sono in percentuale maggiore nel subtidale.

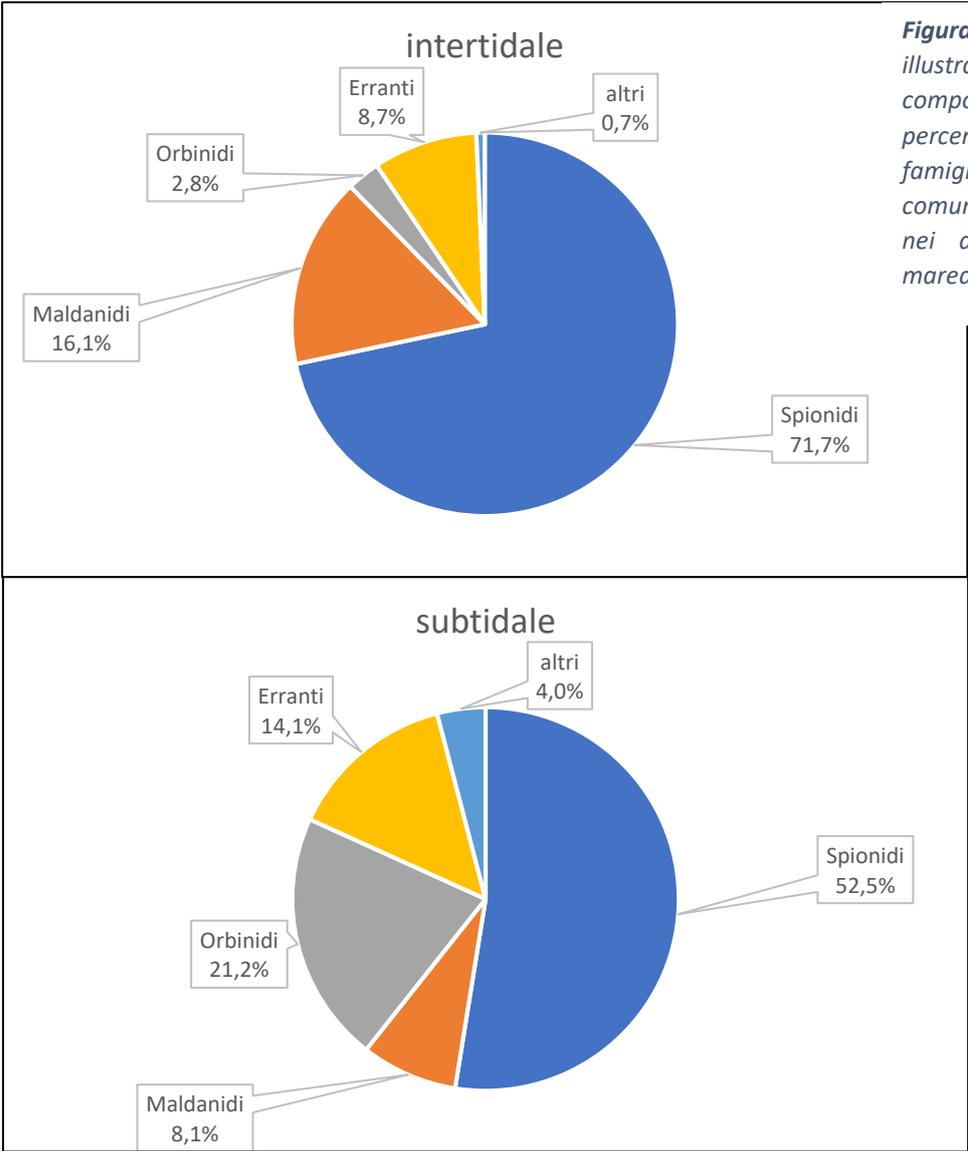


Figura 23: Grafici illustranti la diversa composizione percentuale per famiglie della comunità a policheti nei due livelli di marea.

3.2.4 La comunità a crostacei

I crostacei rinvenuti fanno tutti parte della classe Malacostraca e appartengono a 5 diversi ordini e 10 famiglie. In tutto sono stati riconosciuti 11 *taxa* (Tab. 8). Data l'elevata difficoltà di determinazione del gruppo, in molti casi ci si è limitati all'identificazione della sola famiglia.

CLASSE	ORDINE	FAMIGLIA	GENERE	SPECIE
Malacostraca	Amphipoda	Aoridae	<i>Microdeutopus</i>	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>
		Calliopiidae	n.d.	Calliopiidae ind.
		Dexaminidae	n.d.	Dexaminidae ind.
		Gammaridae	n.d.	Gammaridae ind.
	Cumacea	Bodotriidae	<i>Bodotria</i>	<i>Bodotria scorpioides</i>
			<i>Iphinoe</i>	<i>Iphinoe serrata</i>
			n.d.	Bodotriidae ind.
	Mysida	Mysidae	n.d.	Mysidae ind.
	Isopoda	Anthuridae	<i>Cyathura</i>	<i>Cyathura carinata</i>
		Idoteidae	<i>Idotea</i>	<i>Idotea balthica</i>
Sphaeromatidae		<i>Sphaeroma</i>	<i>Sphaeroma serratum</i>	
Tanaidacea	Apseudidae	<i>Apseudes</i>	<i>Apseudes</i> sp.	

Tabella 8: Elenco in ordine sistematico delle specie di crostacei rinvenute nello studio.

Dei 3 grandi gruppi tassonomici considerati, quello dei crostacei rappresenta il meno abbondante nell'ambiente studiato.

La Tabella 9 mostra i valori di densità media dei diversi *taxa* di crostacei nei due livelli di marea.

GRUPPO	ORDINE	SPECIE	Int	sub	
Crostacei	Amphipoda	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	-	(2)	
		Calliopiidae ind.	-	6	
		Dexaminidae ind.	-	13	
		Gammaridae ind.	23	83	
	Cumacea	Bodotriidae	<i>Bodotria scorpioides</i>	4	8
			<i>Iphinoe serrata</i>	-	4
			Bodotriidae ind.	-	6
	Mysida	Mysidae ind.	15	106	
	Isopoda	Sphaeromatidae	<i>Cyathura carinata</i>	-	(2)
			<i>Idotea balthica</i>	6	4
<i>Sphaeroma serratum</i>			-	(2)	
Tanaidacea	Apseudidae	<i>Apseudes</i> sp.	-	(2)	

Tabella 9: Distribuzione dei crostacei nei due livelli di marea. I valori numerici esprimono le densità medie in individui/m²; per i valori puntuali si vedano le tabelle in allegato.

Le 4 specie segnate in rosso sono state rinvenute una sola volta.

2 famiglie, Gammaridae e Mysidae, prevalgono sulle altre e rendono ragione da sole di quasi l'80% di tutta la popolazione dei crostacei.

Il livello intertidale appare complessivamente molto povero, con 4 soli *taxa* presenti e valori di densità media bassi. Il livello subtidale invece possiede l'intera gamma dei *taxa* rinvenuti e valori di densità nettamente più elevati.

I grafici a torta in Fig. 24 illustrano la diversa composizione percentuale media della comunità a crostacei fra i due livelli di marea, relativa ai 4 ordini tassonomici più rilevanti. Si noti che nel subtidale i Misidiacei occupano una fetta maggiore a scapito degli Isopodi, che invece sembrano preferire l'intertidale.

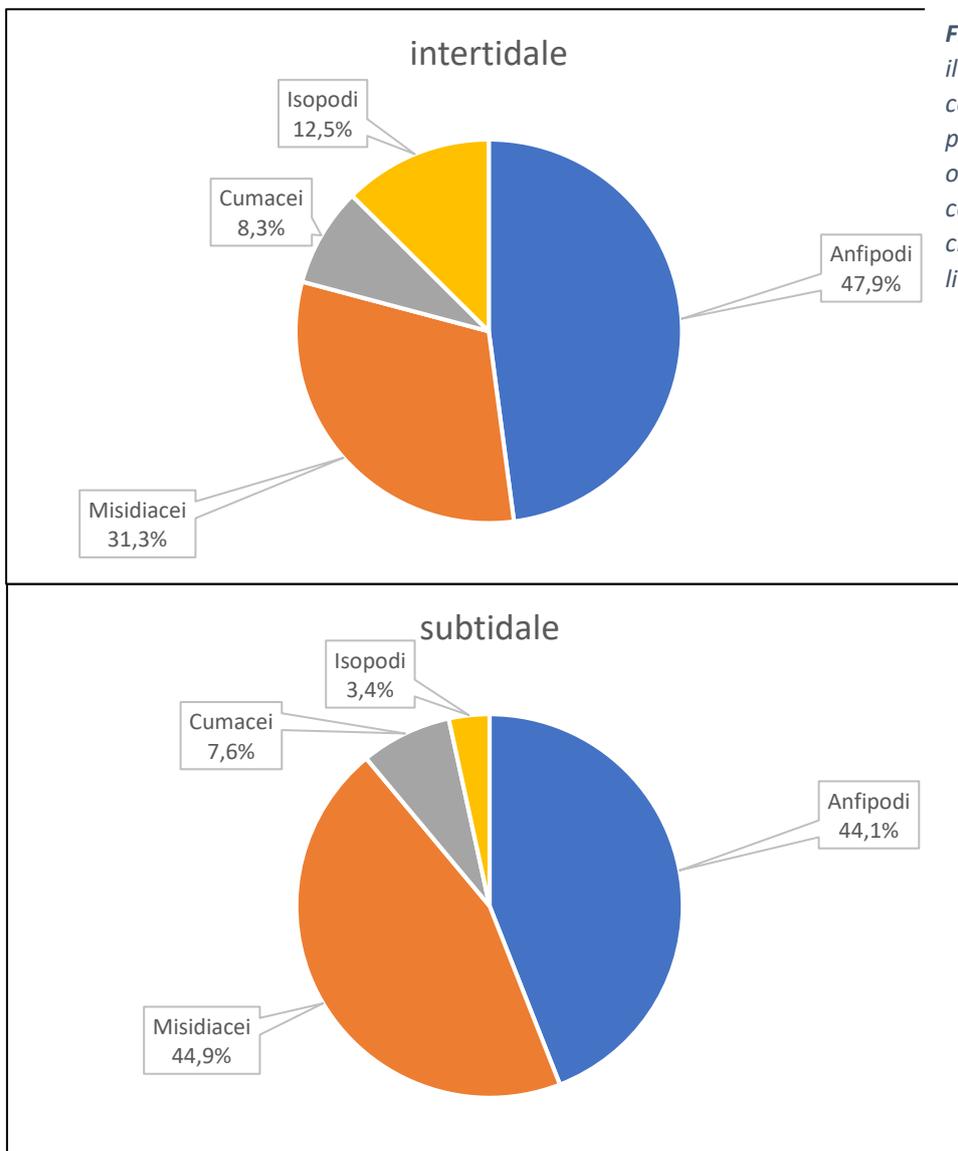


Figura 24: Grafici illustranti la diversa composizione percentuale per ordini della comunità a crostacei nei due livelli di marea.

4. CONCLUSIONI

Gli aspetti fondamentali che emergono da questo studio sono i seguenti:

1) Fra le due stazioni esaminate emerge una differenza significativa solo nel contenuto in sostanza organica del sedimento: la stazione 1 appare più ricca della stazione 2, probabilmente per la maggiore vicinanza alla bocca di porto. In entrambe le stazioni, comunque, i valori della sostanza organica sono molto bassi.

2) La granulometria del sedimento mostra una chiara differenziazione fra i due livelli di marea: in entrambi i livelli domina la componente sabbiosa (99%), ma nel livello subtidale la frazione fine ($< 250 \mu\text{m}$) mostra un incremento notevole a scapito della frazione più grossolana ($> 500 \mu\text{m}$). Silt e argilla sono poco rappresentati in entrambi i livelli.

3) La comunità bentonica appare poco differenziata fra le due stazioni, mentre emerge una differenza sostanziale fra l'ambiente intertidale e l'ambiente subtidale. Tale differenza consiste sia nella ricchezza in specie (33 nel subtidale contro 24 nell'intertidale) sia nella distribuzione percentuale delle abbondanze a diverse scale tassonomiche. Tali differenze sono in relazione sia al fattore di marea sia alle diverse caratteristiche granulometriche del sedimento. In particolare i bivalvi appaiono più abbondanti nel piano intertidale, per la loro maggiore capacità di resistenza ai periodi di emersione, mentre crostacei e policheti erranti appaiono più abbondanti nel piano subtidale poiché necessitano di condizioni di immersione continua.

4) La specie di gran lunga dominante in entrambi i livelli e in entrambe le stazioni è il bivalve *Lentidium mediterraneum*, responsabile, fra l'altro, di una importante asimmetria fra i due anni di campionamento.

5. BIBLIOGRAFIA

ALDEGANI D., 1995, Il macrobenthos del bacino meridionale della laguna di Venezia, Università degli Studi di Padova.

BUCHANAN J.B., 1984, Sediment analysis, in: Holme N.A. & Mc Intyre A.D. (eds). Methods for the study of marine benthos. Blackwell, Oxford. London IBP Hand Book 16: 41-65.

CANDIA M.D., DE BERNARDI F., 2017, Zoologia, Idelson-Gnocchi, Napoli.

CASTELLI A., LARDICCI C., TAGLIAPIETRA D., 2004, Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. Biol. Mar. Medit. 11: 99-131.

COGNETTI G., SARA' M., MAGAZZU' G., 1999, Biologia marina, Edizioni Calderini, Bologna.

FAUCHALD K., 1977, The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera, Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 28: 1-188.

FAUVEL P., 1923, Faune de France, polychetes errantes, Paul Lechevalier, Parigi.

FAUVEL P., 1927, Faune de France, polychetes sedentaires, Paul Lechevalier, Parigi.

FERRANTE L., 2017, Biodiversità e popolamenti macrozoobentonici di quattro distinte lagune del sistema deltizio del Po, Università degli Studi di Padova.

GAUDETTE H.E, WILSON R.F., TONER L., FOLGER D.W., 1974, An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. Journal Sedimentary Petrology 44: 249-253.

GRAY J.S., 1981, The ecology of marine sediments. Norway, Vol.II, pp. 1-179.

HICKMAN Jr. C.P., ROBERTS L.S., KEEN S.L., LARSON A., EISENHOUR D.J., 2008, Diversità animale, Milano, McGraw-Hill.

KEPPEL E., 2003, Distribuzione spazio-temporale della comunità a policheti lungo l'estuario del Dese, Università degli Studi di Padova.

KOLLMANN H., STACHOWITSCH M., 2008, Long term changes in the benthos of the Northern Adriatic Sea: a phototranssect approach, Marine Ecology 22: 135-154.

OCCHIPINTI A., SAVINI D., FORNI G., 2005, Macrobenthos community structural changes off Cesenatico coast (Emilia Romagna, Northern Adriatic), a six year monitoring programme, *Science of the total environment* 353: 317-328.

PARENZAN P., 1974, Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo, Bios Taras, Taranto.

PUPPINI S., 2002, Studio della malacofauna nel bacino settentrionale della laguna di Venezia, Università degli Studi di Padova.

RIEDL R., 1991, Fauna e flora del mediterraneo, Franco Muzzio Editore, Padova.

RUFFO S., 1982, The Amphipoda of the Mediterranean, *Memories de l'Institut Oceanographique*, Monaco.

RUPPERT E.E., BARNES R.D., FOX R.S., 2006, Zoologia degli invertebrati, Piccin-Nuova Libreria, Padova.

SNELGROVE P.V.R., 1997, The importance of marine sediment biodiversity in ecosystem processes, *Ambio* 26: 578-583.

WENTWORTH C.K., 1922, A scale of grade and class terms for clastic sediments, *J. of Geology* 30: 377-392.

WESTHEIDE W., RIEGER R., 2011, Zoologia sistematica. Filogenesi e diversità degli animali, Zanichelli, Bologna.

Fonti online consultate:

<http://www.biologiamarina.eu>

<http://www.conchigliedelmediterraneo.it>

<http://www.marinespecies.org>

<https://www.arpae.it>

APPENDICE A:

TABELLE

FUORI TESTO

Tabella II B: Densità dei policheti espresse in individui/m².

SPECIE	2017												2018											
	STAZIONE 1						STAZIONE 2						STAZIONE 1						STAZIONE 2					
	INTERTIDALE			SUBTIDALE			INTERTIDALE			SUBTIDALE			INTERTIDALE			SUBTIDALE			INTERTIDALE			SUBTIDALE		
	plot1	plot2	plot3	media	%		plot1	plot2	plot3	media	%		plot1	plot2	plot3	media	%		plot1	plot2	plot3	media	%	
<i>Capitella capitata</i>	0	0	25	8	10,0%	0	0	0	25	8	4,5%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
<i>Euclymene oerstedii</i>	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	
Maldanidae ind.	0	0	0	0	0,0%	0	25	0	8	4,5%	150	200	150	167	27,4%	25	0	0	8	14,3%				
Orbinidae ind.	0	0	0	0	0,0%	75	75	0	50	27,3%	0	0	0	0	0,0%	25	0	0	8	14,3%				
<i>Raphidrilus nemasoma</i>	0	0	0	0	0,0%	25	0	0	8	4,5%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
<i>Magelona papillicornis</i>	0	0	0	0	0,0%	50	75	0	42	22,7%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
<i>Polydora ciliata</i>	25	50	25	33	40,0%	25	0	50	25	13,6%	100	50	75	75	12,3%	0	25	0	8	14,3%				
<i>Prionospio caspersi</i>	0	0	0	0	0,0%	75	0	0	25	13,6%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
Spionidae ind.	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	300	525	200	342	56,2%	0	0	0	0	0,0%				
<i>Glycera convoluta</i>	0	75	0	25	30,0%	0	0	0	8	4,5%	25	25	0	17	2,7%	0	0	0	17	28,6%				
Nereididae ind.	0	25	0	8	10,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
Syllidae ind.	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
<i>Hydrades elegans</i>	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
Polychaete ind.	25	0	0	8	10,0%	0	25	0	8	4,5%	25	0	0	8	1,4%	25	25	0	17	28,6%				
TOTALE POLICHERI	50	150	50	83	100%	250	200	100	183	100%	600	800	425	608	100%	75	50	50	58	100%				
SPECIE	STAZIONE 1												STAZIONE 2											
	INTERTIDALE			SUBTIDALE			INTERTIDALE			SUBTIDALE			INTERTIDALE			SUBTIDALE			INTERTIDALE			SUBTIDALE		
	plot1	plot2	plot3	media	%		plot1	plot2	plot3	media	%		plot1	plot2	plot3	media	%		plot1	plot2	plot3	media	%	
	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
	25	0	50	25	25,0%	0	50	0	25	30,0%	0	0	0	8	3,1%	50	0	0	17	18,2%				
	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
	25	50	0	25	25,0%	0	0	0	0	0,0%	25	50	0	25	9,4%	25	50	0	25	27,3%				
	0	0	0	8	8,3%	0	0	0	0	0,0%	200	0	250	150	56,3%	25	25	0	42	45,5%				
	25	0	0	8	8,3%	0	0	0	8	10,0%	25	75	0	33	12,5%	0	0	0	0	0,0%				
	25	0	0	8	8,3%	0	0	0	8	10,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
	0	0	0	0	0,0%	25	0	25	17	20,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%				
0	75	0	25	25,0%	0	50	25	25	30,0%	25	75	0	33	12,5%	0	0	0	0	0,0%					
TOTALE POLICHERI	125	125	50	100	100%	50	100	100	83	100%	275	250	275	267	100%	100	75	100	92	100%				

Tabella II C: Densità dei crostacei espresse in individui/m².

SPECIE	2017														
	STAZIONE 1					STAZIONE 2									
	INTERTIDALE			SUBTIDALE		INTERTIDALE			SUBTIDALE						
	plot1	plot2	plot3	media	%	plot1	plot2	plot3	media	%	plot1	plot2	plot3	media	%
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%
Callinopidae ind.	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%
Dexaminidae ind.	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%
Gammaridae ind.	0	0	25	8	25,0%	50	25	0	25	27,3%	100	0	0	33	36,4%
<i>Bodotria scorioides</i>	0	0	50	17	50,0%	50	0	25	25	27,3%	0	0	0	0	0,0%
<i>Iphinoe serrata</i>	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%
Bodotriidae ind.	0	0	0	0	0,0%	50	0	0	17	18,2%	0	0	0	0	0,0%
Mysidae ind.	0	25	0	8	25,0%	0	25	25	17	18,2%	0	125	0	42	45,5%
<i>Cyathura carinata</i>	0	0	0	0	0,0%	0	25	0	8	9,1%	0	0	0	0	0,0%
<i>Idotea balthica</i>	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	25	25	17	18,2%
<i>Sphaeroma serratum</i>	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%
<i>Apeudes</i> sp.	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%
TOTALE CROSTACEI	0	25	75	33	100%	150	75	50	92	100%	100	150	25	92	100%
											50	100	100	83	100%
SPECIE	2018														
	STAZIONE 1					STAZIONE 2									
	INTERTIDALE			SUBTIDALE		INTERTIDALE			SUBTIDALE						
	plot1	plot2	plot3	media	%	plot1	plot2	plot3	media	%	plot1	plot2	plot3	media	%
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	25	8	2,0%
Callinopidae ind.	0	0	0	0	0,0%	0	50	0	17	4,4%	0	0	0	8	2,0%
Dexaminidae ind.	0	0	0	0	0,0%	0	0	50	17	4,4%	0	0	0	33	8,2%
Gammaridae ind.	75	0	75	50	85,7%	125	175	75	125	33,3%	0	0	0	142	34,7%
<i>Bodotria scorioides</i>	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%
<i>Iphinoe serrata</i>	0	0	0	0	0,0%	0	0	25	8	2,2%	0	0	0	0	0,0%
Bodotriidae ind.	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%
Mysidae ind.	0	0	25	8	14,3%	0	0	600	200	53,3%	0	0	0	192	46,9%
<i>Cyathura carinata</i>	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%
<i>Idotea balthica</i>	0	0	0	0	0,0%	0	25	0	8	2,2%	25	0	0	8	2,0%
<i>Sphaeroma serratum</i>	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	8	2,0%
<i>Apeudes</i> sp.	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	0	0,0%	0	0	0	8	2,0%
TOTALE CROSTACEI	75	0	100	58	100%	125	250	750	375	100%	25	0	0	8	100%
						400	125	700	408	100%	400	125	700	408	100%

Tabella II D: Densità complessive espresse in individui/m².

	2017																			
	STAZIONE 1						STAZIONE 2													
	INTERTIDALE			SUBTIDALE			INTERTIDALE			SUBTIDALE										
	plot1	plot2	plot3	media	%		plot1	plot2	plot3	media	%									
BIVALVI	575	1050	2450	1358	92,1%	300	1650	5500	2483	90,0%	3900	11275	11450	8875	92,7%	1325	300	300	642	81,9%
POLICHETI	50	150	50	83	5,6%	250	200	100	183	6,6%	600	800	425	608	6,4%	75	50	50	58	7,4%
CROSTACEI	0	25	75	33	2,3%	150	75	50	92	3,3%	100	150	25	92	1,0%	50	100	100	83	10,6%
TOTALE ORGANISMI	625	1225	2575	1475	100%	700	1925	5650	2758	100%	4600	12225	11900	9575	100%	1450	450	450	783	100%
	2018																			
	STAZIONE 1						STAZIONE 2													
	INTERTIDALE			SUBTIDALE			INTERTIDALE			SUBTIDALE										
	plot1	plot2	plot3	media	%		plot1	plot2	plot3	media	%		plot1	plot2	plot3	media	%			
BIVALVI	725	2400	7200	3442	95,6%	1300	575	625	833	64,5%	675	1200	2175	1350	83,1%	325	675	100	367	42,3%
POLICHETI	125	125	50	100	2,8%	50	100	100	83	6,5%	275	250	275	267	16,4%	100	75	100	92	10,6%
CROSTACEI	75	0	100	58	1,6%	125	250	750	375	29,0%	25	0	0	8	0,5%	400	125	700	408	47,1%
TOTALE ORGANISMI	925	2525	7350	3600	100%	1475	925	1475	1292	100%	975	1450	2450	1625	100%	825	875	900	867	100%

Tabella III: Valori granulometrici percentuali.

	2017																	
	stazione1									stazione2								
	intertidale			subtidale			intertidale			subtidale			intertidale			subtidale		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
sabbia grossa	0,46	0,92	0,55	0,64	0,27	0,43	1,95	0,88	0,85	5,63	5,93	14,99	8,85	0,57	0,98	0,83	0,79	
sabbia media	76,36	77,93	82,37	78,89	73,09	72,33	79,70	75,04	80,32	79,73	85,35	75,89	80,32	80,54	78,65	74,74	77,98	
sabbia fine	22,32	19,97	16,34	19,54	25,51	26,34	17,96	23,27	9,66	13,57	7,52	7,89	9,66	17,77	19,46	23,51	20,25	
silt	0,07	0,03	0,04	0,05	0,00	0,05	0,10	0,05	0,03	0,00	0,00	0,09	0,03	0,11	0,00	0,02	0,04	
argilla	0,79	1,15	0,69	0,88	1,12	0,85	0,28	0,75	1,14	1,06	1,21	1,14	1,14	1,01	0,92	0,90	0,94	
	2018																	
	stazione1									stazione2								
	intertidale			subtidale			intertidale			subtidale			intertidale			subtidale		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
sabbia grossa	3,69	7,06	11,22	7,32	1,01	0,68	0,42	0,70	3,82	3,87	3,03	4,56	3,82	1,34	4,00	3,65	3,00	
sabbia media	88,34	89,08	85,39	87,60	78,94	82,80	86,60	82,78	88,34	89,09	89,66	86,27	88,34	89,64	87,28	86,36	87,76	
sabbia fine	6,81	2,58	2,20	3,86	18,77	15,47	11,83	15,36	6,58	6,08	5,99	7,66	6,58	7,75	7,38	8,55	7,89	
silt	0,11	0,00	0,00	0,04	0,00	0,07	0,06	0,04	0,03	0,00	0,02	0,06	0,03	0,00	0,11	0,10	0,07	
argilla	1,05	1,28	1,18	1,17	1,28	0,98	1,09	1,12	1,24	0,96	1,30	1,45	1,24	1,26	1,22	1,34	1,27	

Tabella IV: Valori della sostanza organica espressi come percentuale del peso secco di sedimento.

chiave	peso	ml tit. ★	% s.o.
2017_ST1_INTA	0,93	19,5	0,215797829
2017_ST1_INTB	0,86	19,6	0,194550159
2017_ST1_INTC	0,84	19,4	0,278573742
2017_ST1_SUBA	1,05	19,3	0,253957077
2017_ST1_SUBB	0,8862	19,5	0,225952162
2017_ST1_SUBC	0,8647	19,5	0,231570262
2017_ST2_INTA	0,9992	19,3	0,267198834
2017_ST2_INTB	0,9612	19,6	0,173601406
2017_ST2_INTC	1,0299	19,5	0,194425484
2017_ST2_SUBA	0,9365	19,4	0,249452152
2017_ST2_SUBB	0,9524	19,6	0,175205451
2017_ST2_SUBC	0,9805	19,6	0,170184265
2018_ST1_INTA	1,0334	18,9	0,387533977
2018_ST1_INTB	0,9733	19	0,377175051
2018_ST1_INTC	0,9679	19	0,379279345
2018_ST1_SUBA	0,9888	19,2	0,303760325
2018_ST1_SUBB	0,9828	19,2	0,305614783
2018_ST1_SUBC	1,04	19,2	0,28880597
2018_ST2_INTA	0,9589	19,5	0,208821364
2018_ST2_INTB	0,962	19,4	0,242839855
2018_ST2_INTC	1,013	19,4	0,230613959
2018_ST2_SUBA	0,9266	19,6	0,180083824
2018_ST2_SUBB	1,0289	19,4	0,22705019
2018_ST2_SUBC	0,9493	19,6	0,175777596

★ per il bianco: 20,1 ml

APPENDICE B:

GALLERIA

FOTOGRAFICA *

** fotografie realizzate con stereomicroscopio Leica® MZ16*



Loripes lucinalis
(Lamarck, 1818)

Phylum: Mollusca
Classe: Bivalvia
Ordine: Lucinida
Famiglia: Lucinidae
Genere: *Loripes*



Lucinella divaricata
(Linnaeus, 1758)

Phylum: Mollusca
Classe: Bivalvia
Ordine: Lucinida
Famiglia: Lucinidae
Genere: *Lucinella*



Lentidium mediterraneum
(Costa, 1830)

Phylum: Mollusca
Classe: Bivalvia
Ordine: Myida
Famiglia: Corbulidae
Genere: *Lentidium*



Dosinia lupinus
(Linnaeus, 1758)

Phylum: Mollusca
Classe: Bivalvia
Ordine: Venerida
Famiglia: Veneridae
Genere: *Dosinia*



Glycymeris sp.

Phylum: Mollusca
Classe: Bivalvia
Ordine: Arcida
Famiglia: Glycymerididae



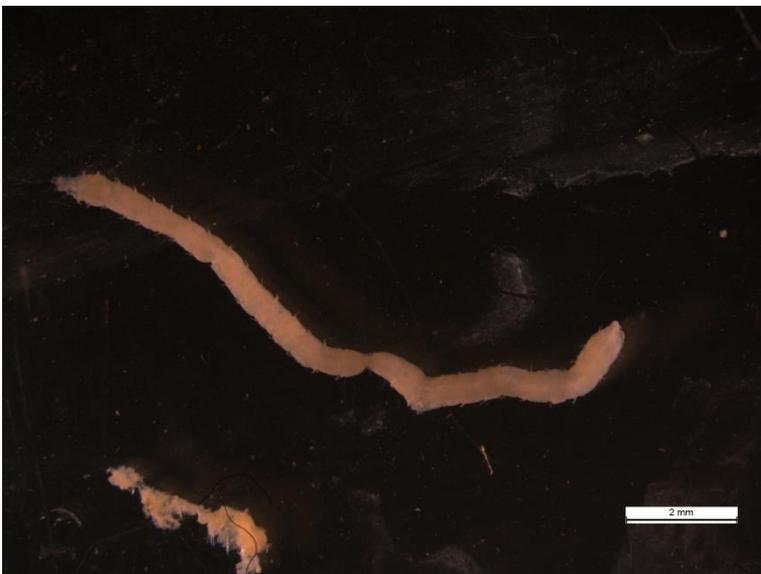
Nuculana pella
(Linnaeus, 1758)

Phylum: Mollusca
Classe: Bivalvia
Ordine: Nuculanida
Famiglia: Nuculanidae
Genere: *Nuculana*



Capitella capitata
(Fabricius, 1780)

Phylum: Annelida
Classe: Polychaeta
Ordine: Capitellida
Famiglia: Capitellidae
Genere: *Capitella*



Maldanidae ind.

Phylum: Annelida
Classe: Polychaeta
Ordine: Capitellida



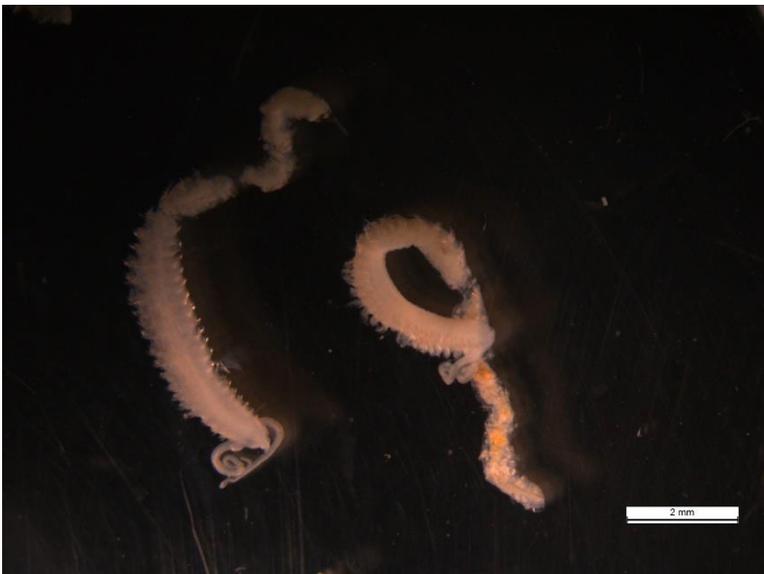
Orbinidae ind.

Phylum: Annelida
Classe: Polychaeta
Ordine: Orbiniida



Magelona papillicornis
(Müller, 1858)

Phylum: Annelida
Classe: Polychaeta
Ordine: Spionida
Famiglia: Magelonidae
Genere: *Magelona*



Polydora ciliata
(Johnston, 1838)

Phylum: Annelida
Classe: Polychaeta
Ordine: Spionida
Famiglia: Spionidae
Genere: *Polydora*



Glycera convoluta
(Keferstein, 1862)

Phylum: Annelida
Classe: Polychaeta
Ordine: Phyllodocida
Famiglia: Glyceridae
Genere: *Glycera*



Nereididae ind.

Phylum: Annelida

Classe: Polychaeta

Ordine: Phyllodocida



Hydroides elegans
(Haswell, 1883)

Phylum: Annelida

Classe: Polychaeta

Ordine: Sabellida

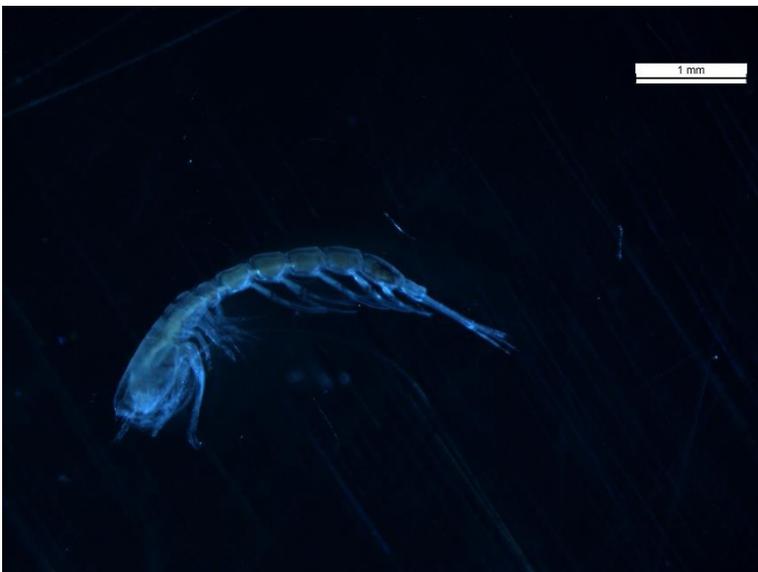
Famiglia: Serpulidae

Genere: *Hydroides*



Gammaridae ind.

Phylum: Arthropoda
Classe: Malacostraca
Ordine: Amphipoda



Bodotria scorpioides
(Montagu, 1804)

Phylum: Arthropoda
Classe: Malacostraca
Ordine: Cumacea
Famiglia: Bodotriidae
Genere: *Bodotria*



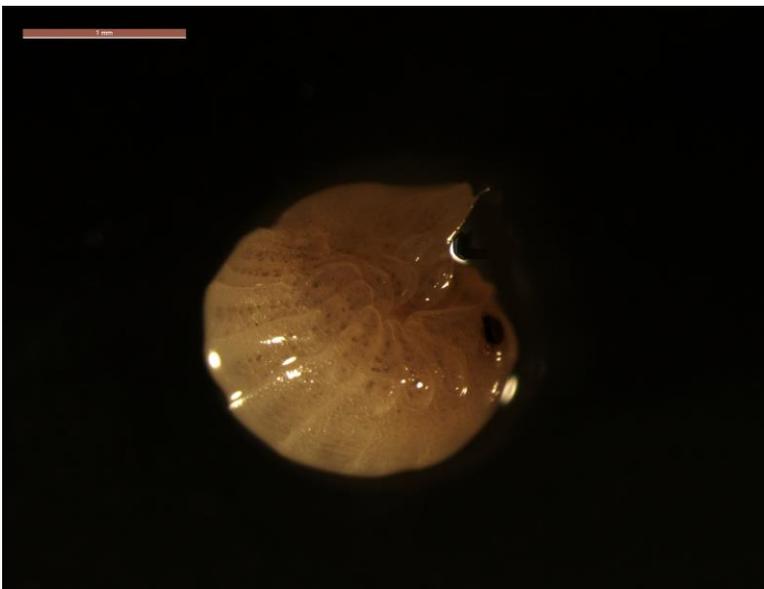
Mysidae ind.

Phylum: Arthropoda
Classe: Malacostraca
Ordine: Mysida



Idotea baltica
(Pallas, 1772)

Phylum: Arthropoda
Classe: Malacostraca
Ordine: Isopoda
Famiglia: Idoteidae
Genere: *Idotea*



Sphaeroma serratum
(Fabricius, 1787)

Phylum: Arthropoda
Classe: Malacostraca
Ordine: Isopoda
Famiglia: Sphaeromatidae
Genere: *Sphaeroma*

RINGRAZIAMENTI

Al termine di questa lunga esperienza di internato, desidero ringraziare: la dott.ssa Paola Cisotto per il prezioso aiuto nella determinazione dei molluschi bivalvi, la dott.ssa Erica Keppel per aver condiviso con me la sua pluriennale esperienza nel campo degli anellidi policheti, il dott. Luciano Masiero per avermi seguito con meticolosità e professionalità in tutti i passi delle analisi del sedimento, il dott. Federico Caicci per avermi istruito nell'utilizzo dello stereomicroscopio dipartimentale, la prof.ssa Francesca Cima per avermi gentilmente concesso uno spazio nel suo laboratorio per il sorting del benthos, la prof.ssa Maria Gabriella Marin per avermi aiutato nella ricerca bibliografica, la prof.ssa Carlotta Mazzoldi per avermi supportato nelle analisi statistiche, il prof. Valerio Matozzo per avermi prestato gli strumenti che mi mancavano, e infine il prof. Lorian Ballarin per aver sempre allentato i momenti di tensione con la giusta dose di ironia.