



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
Tuscia

Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina
DEB – Università degli Studi della Tuscia

**RELAZIONE AVANZAMENTO
PROPOSTE DI ATTIVITÀ DI RICERCA
NELL'AREA COSTIERA E PORTUALE DI CIVITAVECCHIA:**

**STUDIO DEGLI IMPATTI ACUSTICI
IN AREA PORTUALE E PERIPORTUALE
E
STUDIO DELLE SPECIE ALIENE**



INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. STUDIO DEL RUMORE ACUSTICO SOTTOMARINO IN AMBIENTE PORTUALE E PERIPORTUALE	5
2.1 Obiettivi	6
2.2 Metodi	6
2.3 Risultati	8
2.4 Discussioni e conclusioni	11
3. STUDIO DELLE SPECIE ALIENE	13
3.1 Obiettivi	13
3.2 Metodi	15
3.3 Risultati preliminari	16
<i>3.3.1 Analisi fauna associata</i>	17
<i>3.3.2 Descrizione specie aliene</i>	18
3.3 Discussioni e conclusioni preliminari	30

1. INTRODUZIONE

Il Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina, ha posto in essere una innovativa rete di monitoraggio per lo studio degli ecosistemi marini costieri attraverso la misura dei principali parametri fisico-chimico-biologici della colonna d'acqua e dei fondali marini nell'area costiera e portuale di Civitavecchia.

Un moderno approccio allo studio dei sistemi marini costieri e di largo infatti richiede l'integrazione di diversi approcci teorici e di diverse attività sperimentali. E' stato quindi sviluppato un sistema che integrasse misure in continuo da stazioni fisse, campagne *in situ* di misura e campionamento dell'acqua e dei sedimenti marini, integrazione dei dati telerilevati con i dati acquisiti in campo, modellistica numerica. I risultati ottenuti dalle varie attività hanno permesso di raccogliere serie temporali e dati utili per lo studio degli ecosistemi marini presenti nell'area costiera oggetto di studio.

Il progetto sviluppato rappresenta un contributo alla messa a punto e alla calibrazione in campo di una strategia complessiva di rilevamento, trattamento dei dati e modellistica, che, integrata all'informazione satellitare, contribuirà alla valutazione della variazione spazio temporale delle principali variabili fisico-chimico-biologiche in un'area particolarmente antropizzata come quella di Civitavecchia. Questo approccio multidisciplinare quindi permetterà di avere una visione completa dell'area oggetto di studio e di analizzare in maniera dettagliata la dinamica dell'intero sistema.

L'Autorità Portuale di Civitavecchia, mediante la sottoscrizione dell'Addendum 2 di agosto 2011, ha contribuito alla realizzazione del progetto di ricerca a fronte della condivisione dei risultati in modo tale da ottemperare alle prescrizioni di cui al Decreto VIA n. 2935 del 22.12.1997.

In particolare dal 01.01.2013 le attività e le misure acquisite hanno riguardato:

- acquisizione dati in continuo attraverso stazione di misura fissa in Banchina n.26;
- acquisizione dati in continuo attraverso stazione di Zero fuori l'antemurale sud-est del porto di Riva di Traiano, nel lato opposto rispetto all'imboccatura del porto;
- acquisizione dati attraverso campagne di misura con sonde multiparametriche e campionamenti di acqua presso il punto boa precedentemente identificato;
- elaborazione di dati satellitari di clorofilla e solido sospeso superficiale;
- assimilazione dei dati in modelli numerici in grado di simulare la dispersione dei sospesi

provenienti dal porto di Civitavecchia.

In questi anni le attività effettuate hanno subito alcune variazioni per approfondire alcune tematiche specifiche di ricerca, come ad esempio: lo studio della genetica e produzione primaria della *Posidonia oceanica*, studi modellistici di dettaglio per lo studio della propagazione del moto ondoso in acque basse e periportuali, e altri studi di rilevante interesse sia scientifico che dell'Autorità portuale.

Ad integrazione delle attività precedentemente riportate, data la consapevolezza emersa nel corso di questi ultimi decenni che “le pressioni sulle risorse marine naturali e la domanda di servizi ecosistemici marini sono spesso troppo elevate” (<http://www.strategiamarina.isprambiente.it/>), sono state proposte una serie di altre attività di ricerca e studio.

Queste attività entrano nel contesto generale delle politiche ambientali europee ed in particolare alla Direttiva quadro 2008/56/CE sulla strategia per l'ambiente marino (Marine Strategy Framework Directive), successivamente recepita in Italia con il d.lgs. n. 190 del 13 ottobre 2010, che pone come obiettivo agli Stati membri di raggiungere entro il 2020 il buono stato ambientale (GES, “Good Environmental Status”) per le proprie acque marine. Al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati, la direttiva ha sviluppato 11 descrittori sulla base dei quali vengono effettuate le valutazioni previste dalla Direttiva, ed il cui controllo sistematico costituirà il Piano Nazionale di Monitoraggio Ambientale e permetterà di individuare dei traguardi ambientali il cui raggiungimento porterà all'ottenimento del GES.

In questo contesto il Laboratorio sta sviluppando due attività di ricerca utili alla comprensione dell'interazione del porto con gli ecosistemi marini nell'ottica della Marine Strategy Framework Directive, con particolare riferimento ai Descrittori 2 (‘Le specie non indigene introdotte dalle attività umane restano a livelli che non alterano negativamente gli ecosistemi’) e 11 (‘L'introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, è a livelli che non hanno effetti negativi sull'ambiente marino’).

2. STUDIO DEL RUMORE ACUSTICO SOTTOMARINO IN AMBIENTE PORTUALE E PERIPORTUALE

La Direttiva Quadro sulla Strategia Marina (Marine Strategy Framework Directive 2008/56/EC) e la conseguente decisione della Commissione 2010/477/EC riconosce per la prima volta il rumore sottomarino come una vera e propria forma di inquinamento includendolo fra gli 11 descrittori qualitativi (D11) del Buon Stato Ambientale (GES). In particolare, il descrittore 11.1 riguarda i suoni impulsivi generati dalle attività antropiche che potrebbero avere un impatto significativo sulla fauna marina mentre il descrittore 11.2 riguarda il rumore continuo generato dal traffico marittimo quale pressione di rilevanza a livello dell'intero ecosistema marino. Allo stato attuale, pur essendo state redatte linee guida per lo studio dell'inquinamento acustico sottomarino (in USA, Australia, etc.), non esistono ancora modelli di riferimento da utilizzare in Europa e in particolar modo in Italia.

Diventa quindi fondamentale svolgere un progetto pilota per lo studio del rumore sottomarino essendo questo percepito sia dal mondo scientifico che dalle pubbliche amministrazioni come argomento di punta per l'attività sperimentale applicata allo studio dell'inquinamento marino. Come noto, il rumore sottomarino può avere molteplici effetti sugli organismi viventi; questi possono spaziare dalle modifiche comportamentali a quelle fisiologiche, per finire con gli effetti letali, a seconda di come (livelli sorgente) e quanto (dose) il rumore viene somministrato. Il rumore sottomarino di origine antropica può essere di breve durata, come per esempio quello impulsivo generato dalle esplorazioni sismiche o dalla infissione di pali necessari alla costruzione di piattaforme, o di lunga durata, come per esempio quello continuo generato dai dragaggi o dalla navigazione mercantile. Vi è evidenza scientifica del fatto che, pur con sostanziali differenze a seconda degli organismi colpiti, il rumore può avere effetti notevoli, anche letali, sulle comunità viventi, mentre rimangono ancora in parte sconosciuti natura e persistenza dei danni a livello di popolazioni e specie. E' stato però dimostrato un impatto diretto sulle popolazioni di pesci (anche allo stato larvale) e sui crostacei, comprendendo tra questi diverse specie di interesse commerciale. Inoltre, l'influenza negativa di alcuni tipi di rumore sulle popolazioni di pesci può ripercuotersi sui livelli della rete trofica marina inclusi i predatori di vertice come avifauna e mammiferi marini.

Per questi ultimi, effetti potenziali del rumore possono verificarsi anche a livello comportamentale (allontanamento dall'area o *displacement*, riduzione dell'efficienza

nell'accoppiamento) e percettivo (mascheramento dei segnali acustici) con possibili effetti a lungo termine a livello di popolazione.

2.1 Obiettivi

Il progetto di ricerca prevede la raccolta e l'elaborazione di dati acustici per la quantificazione della distribuzione spazio-temporale del rumore acustico in ambiente portuale e peri-portuale in relazione ai popolamenti presenti.

Gli obiettivi del progetto sono quindi:

- studio del rumore ambientale in ambito portuale;
- descrizione dell'impronta acustica delle differenti tipologie di imbarcazione;
- caratterizzazione in bande in 1/3 di ottava del livello di pressione sonora.

2.2 Metodi

Il rumore ambientale è definito come l'insieme dei contributi di diverse sorgenti di rumore indistinguibili ed è ampiamente variabile nello spazio e nel tempo. Al fine di avere dati acustici rappresentativi della distribuzione complessiva spazio-temporale del rumore ambientale in zona portuale e peri-portuale, i periodi e i punti di campionamento sono stati scelti tenendo conto della stagionalità e delle caratteristiche (sia in termini di caratteristiche oceanografiche che di densità di traffico marittimo) delle differenti aree del bacino portuale.

Non esistendo ancora standard specifici per il Mar Mediterraneo per la misura del rumore subacqueo, è stato preso in considerazione il documento prodotto dal National Physical Laboratory (UK), istituto di riferimento per la metrica, le misure e le metodologie di modellistica e mappatura dei rumori che tiene conto della normativa di riferimento internazionale attualmente in atto: Good Practice Guide n. 133 Underwater Noise Measurements (NPL 2014, ANSI 2009, ISO 17028-1 2011).

Le misure di rumore subacqueo sono state effettuate con un idrofono Teledyne Reason TC-4013 collegato a pre amplificatore VP1000 e recorder digitale Tascam DR 05. Il registratore è impostato per registrare alla massima risoluzione (file wav a 24 bit) con frequenza di campionamento di 96000 Hz e gain fisso (-12 dB). Per ogni punto di misura (figura 1) è stata



acquisita una registrazione di 120 secondi. I dati sono stati raccolti in orari e giorni diversi tenendo conto dell'elevata variabilità spazio-temporale delle fonti di rumore.

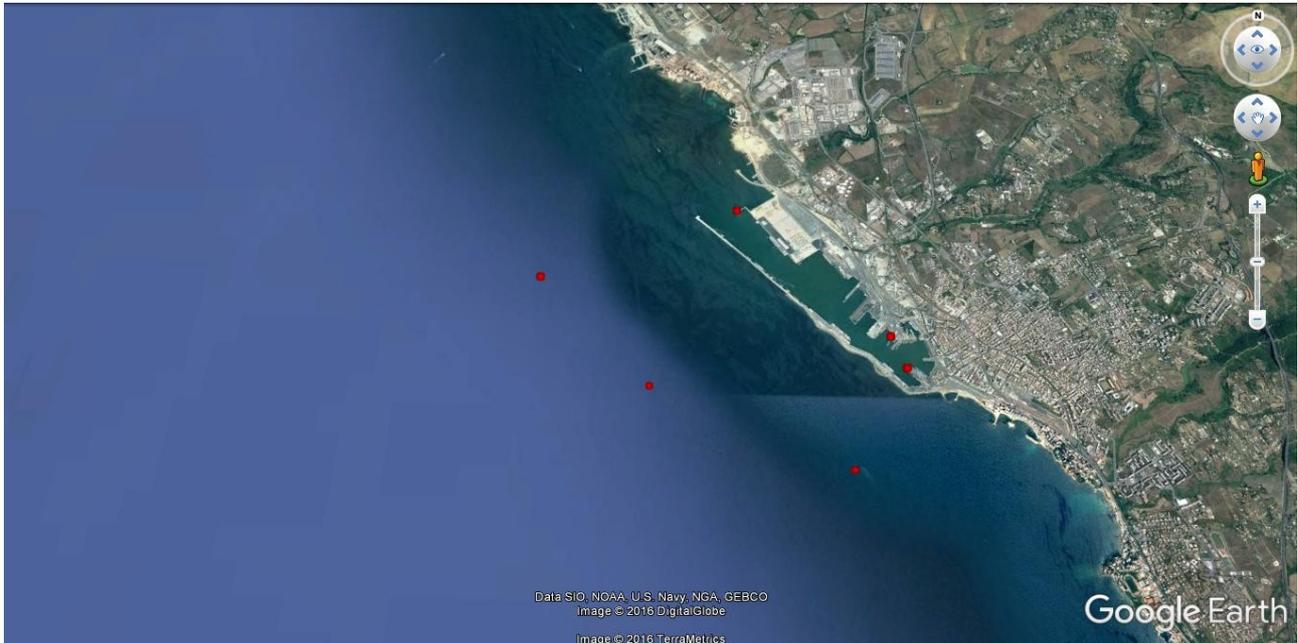


Fig. 1 Area di studio, in rosso sono riportati i punti di campionamento

Al fine di perseguire gli obiettivi sopra elencati, e di valutare l'effetto delle strutture portuali e del traffico marittimo in entrata ed in uscita, le misure fatte in area portuale e periportuale sono state analizzate separatamente. Per ognuno dei file audio è stato calcolato il valore medio del Livello di Pressione Sonora (SPL) per ciascuna delle bande di 1/3 d'ottava comprese tra 12.5 e 16000 Hz tenendo conto del livello di gain impostato per il registratore (M), per il pre-amplificatore (G) e la sensibilità dello strumento (S) (eq. 1).

$$\text{SPL} = 20 \log_{10} (\sqrt{P_x}) + M - G - S \quad \text{Eq.1}$$

Particolare attenzione è stata posta per le bande centrate alle frequenze di 63 e 125 Hz, come richiesto dalla Marine Strategy Framework Directive (descrittore 11) per la valutazione di rumori continui a bassa frequenza. Essendo il rumore derivante dal traffico marittimo la fonte principale di rumore ambientale, il livello di pressione sonora è stato calcolato anche per le frequenze comprese tra 10 e 1000 Hz, riconosciute come le frequenze in cui è concentrata la maggiore energia.

2.3 Risultati

Trimestre ottobre - dicembre 2016

Nel grafico Fig. 2 è mostrato il valore medio del livello di pressione sonora (SPL) per ciascuna delle bande di 1/3 d'ottava comprese tra 12.5 e 16000 Hz. Il grafico riporta i valori riferibili alla zona portuale e periportuale separatamente. Il valore minimo di SPL per l'area portuale è di 69.50 dB re 1 μ Pa, quello massimo è 90.50 dB re 1 μ Pa. Nell'area periportuale i valori di SPL spaziano da un minimo di 65.13 ad un massimo di 111.54 dB re 1 μ Pa. Il grafico in Fig. 3 mostra un dettaglio dei valori di SPL relativi all'intervallo di frequenze in cui si concentra maggiormente il rumore derivante dal traffico marittimo. Considerando il range di frequenze 1 – 1000 Hz il valore minimo di SPL per l'area portuale cresce fino a 78.33 dB re 1 μ Pa, quello massimo resta 90.50 dB re 1 μ Pa. Anche nell'area periportuale si nota un incremento del valore minimo di SPL che raggiunge 73.24 dB re 1 μ Pa mentre il massimo resta 111.54 dB re 1 μ Pa.

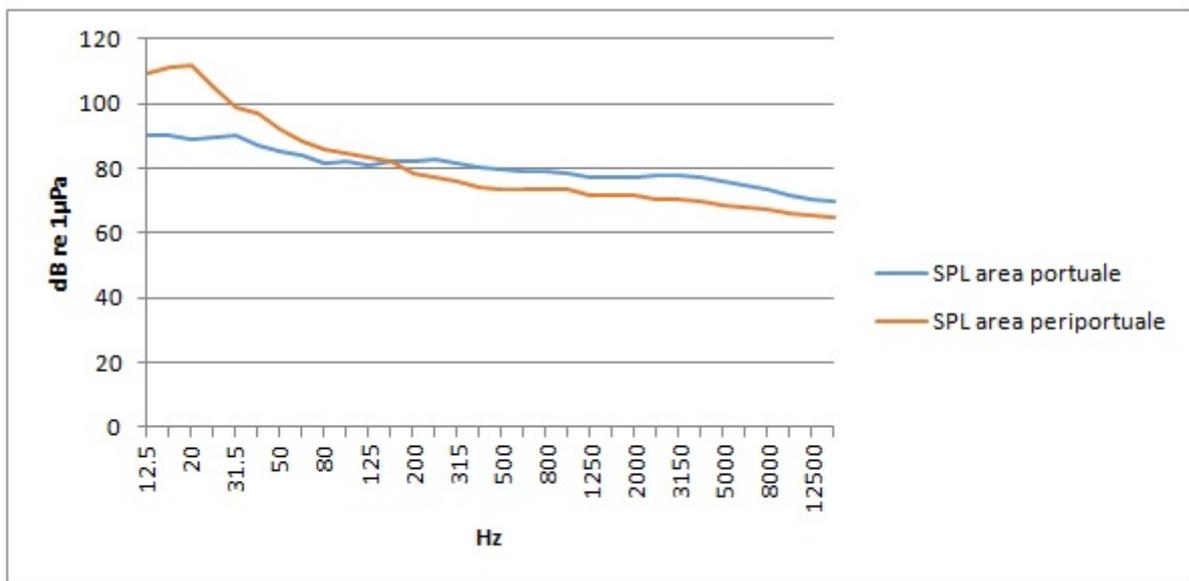


Fig. 2 Sulle ascisse sono rappresentate le bande in 1/3 di ottava in Hz, sulle ordinate il Livello di Pressione Sonora (SPL) in dB re 1 μ Pa

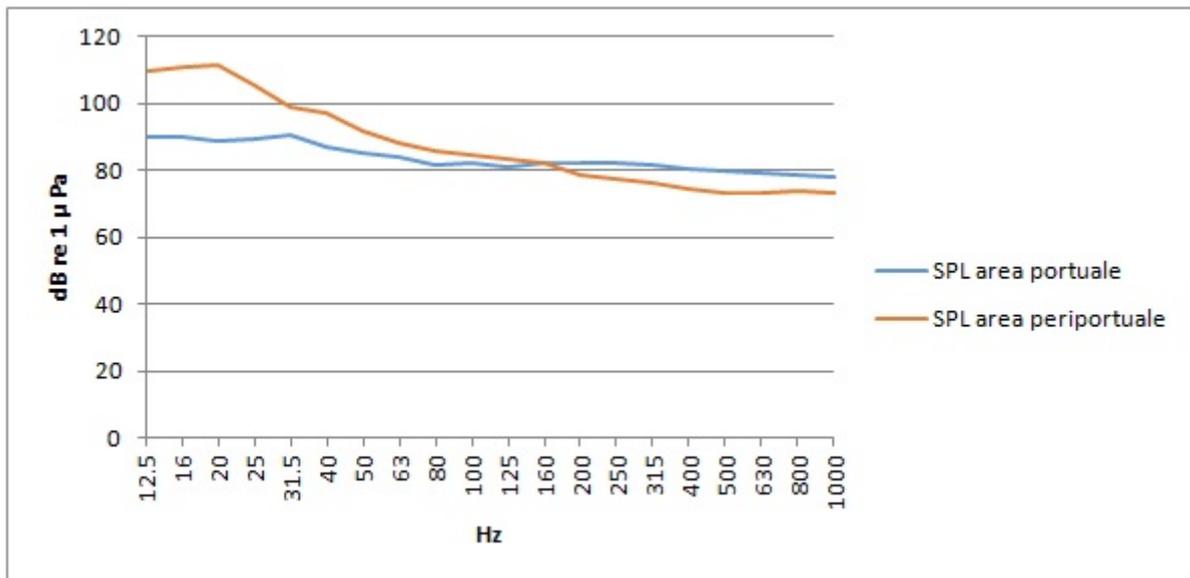


Fig. 3 Sulle ascisse sono rappresentate le bande in 1/3 di ottava comprese tra 10 e 1000 Hz, sulle ordinate il Livello di Pressione Sonora (SPL) in dB re 1 μ Pa

I valori di pressione sonora per le bande centrate nelle frequenze di interesse della Marine Strategy (63 e 125 Hz), sono riportati nella tabella 1.

Tabella 1. Livello medio di Pressione Sonora a 63 e 125 Hz.

Centro frequenza (Hz)	SPL area portuale (dB re 1 μ Pa)	SPL area periportuale (dB re 1 μ Pa)
63	84.11	88.43
125	81.15	83.50

Trimestre gennaio - marzo 2017

Nel grafico in Fig. 4 è mostrato il valore medio del livello di pressione sonora (SPL) per ciascuna delle bande di 1/3 d'ottava comprese tra 12.5 e 16000 Hz. Il grafico riporta i valori riferibili alla zona portuale e periportuale separatamente. Il valore minimo di SPL per l'area portuale è di 69.50 dB re 1 μ Pa, quello massimo è 90.50 dB re 1 μ Pa. Nell'area periportuale i valori di SPL spaziano da un minimo di 65.13 ad un massimo di 111.54 dB re 1 μ Pa. Il grafico in Fig. 5 mostra un



dettaglio dei valori di SPL relativi all'intervallo di frequenze in cui si concentra maggiormente il rumore derivante dal traffico marittimo. Considerando il range di frequenze 1 – 1000 Hz il valore minimo di SPL per l'area portuale aumenta a 77.71 mentre quello massimo resta circa uguale (89.18 dB re 1 μ Pa). Anche nell'area periportuale si nota un incremento del valore minimo di SPL che raggiunge 77.35 dB re 1 μ Pa mentre il massimo subisce un leggero decremento a 109.31 dB re 1 μ Pa.

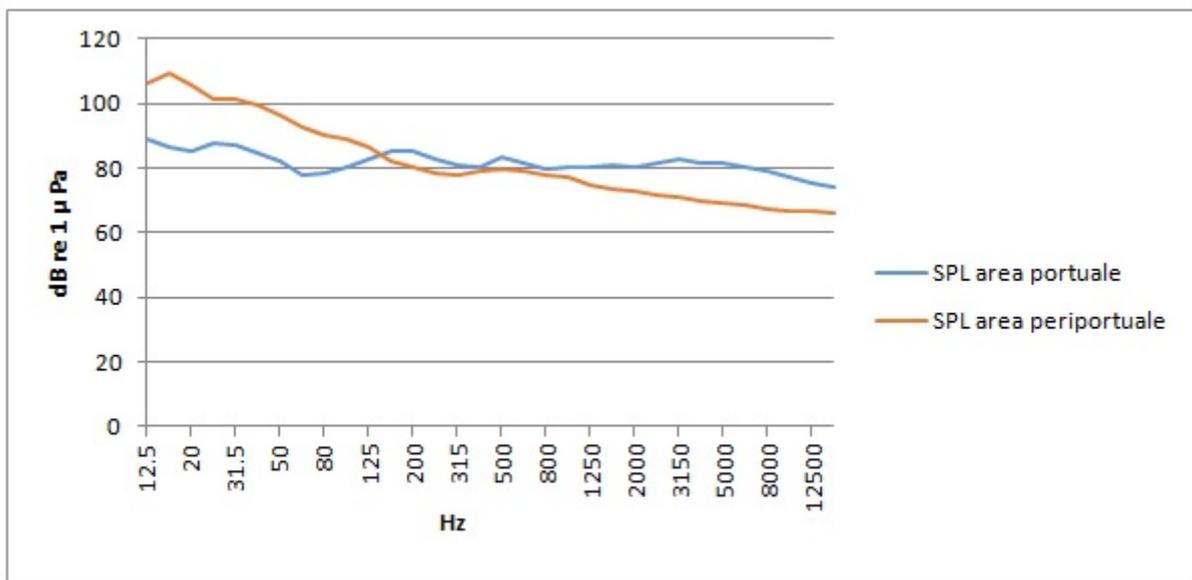


Fig. 4 Sulle ascisse sono rappresentate le bande in 1/3 di ottava in Hz, sulle ordinate il Livello di Pressione Sonora (SPL) in dB re 1 μ Pa

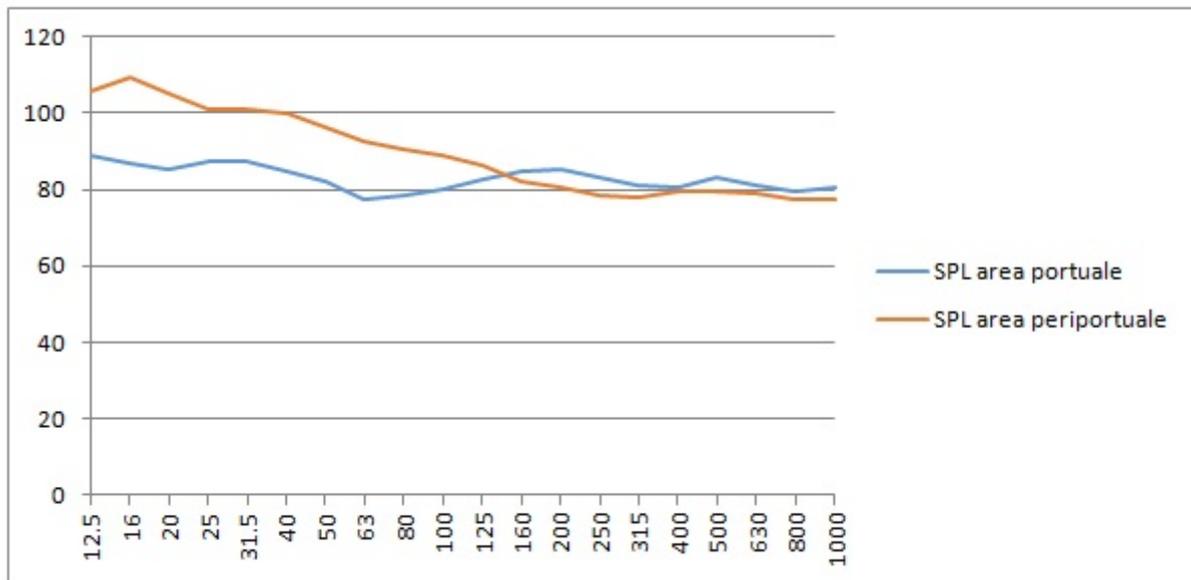


Fig. 5 Sulle ascisse sono rappresentate le bande in 1/3 di ottava comprese tra 10 e 1000 Hz, sulle ordinate il Livello di Pressione Sonora (SPL) in dB re 1 μ Pa

I valori di pressione sonora per le bande centrate nelle frequenze di interesse della Marine Strategy (63 e 125 Hz), sono riportati nella tabella 2.

Tabella 2 Livello medio di Pressione Sonora a 63 e 125 Hz.

Centro frequenza (Hz)	SPL area portuale (dB re 1 μ Pa)	SPL area periportuale (dB re 1 μ Pa)
63	77.71	92.64
125	82.50	86.21

2.4 Discussioni e conclusioni

La Marine Strategy Framework Directive e in particolare il descrittore 11 per la valutazione di rumori continui a bassa frequenza indica che per garantire il buon stato ecologico delle acque marine, il valore medio di rumore acustico nelle bande in 1/3 d'ottava centrate a 63 Hz e 125 Hz non deve superare il limite di 100 dB re 1 μ Pa. Dalle analisi dei dati acustici raccolti nei trimestri ottobre – dicembre 2016 e gennaio – marzo 2017, trattati separatamente per l'area portuale e

periportuale, risulta che in nessun caso il valore medio del livello di pressione sonora (SPL) eccede i 100 dB re 1 μ Pa nelle bande in 1/3 di ottava 63 e 125 Hz.

In ambiente portuale, in assenza di particolari attività, la maggiore emissione di rumore subacqueo è dovuto alle operazioni di accosto (atterraggio, ormeggio e disormeggio) dei mezzi nautici. Per questo motivo l'analisi del livello di rumore è stata stesa alle frequenze a maggiore concentrazione di energia. Le operazioni di accosto hanno una distribuzione temporale non uniforme che si riflette nella variazione dei livelli di rumore. I dati acustici sono stati raccolti tenendo conto di tale variazione e come mostrato nei grafici precedenti, sebbene esistano dei picchi con livello di pressione sonora > 100 dB re 1 μ Pa in area periportuale in entrambi i trimestri, il valore medio non eccede i 100 dB re 1 μ Pa. Il valore leggermente più alto di SPL in area periportuale può essere spiegato tenendo conto della differente velocità di navigazione nelle aree esterne al porto, il rumore infatti è generato principalmente dai motori, dalla cavitazione che si origina nei pressi delle eliche in rotazione e dall'acqua che viene movimentata dallo scafo.

3. STUDIO DELLE SPECIE ALIENE

Le “specie aliene” sono definite come piante, animali, agenti patogeni e altri organismi non nativi di un ecosistema, in grado di provocare un impatto negativo sulla biodiversità. Gli organismi alieni possono causare l’alterazione degli ecosistemi locali, la compromissione delle funzioni dell’ecosistema e il declino o l’eliminazione di specie autoctone, attraverso processi di competizione, predazione, o trasmissione di agenti patogeni; generando un ingente danno economico/ambientale anche per la salute umana.

Negli ultimi anni sia il tasso di introduzione delle specie acquatiche che la diffusione di specie esotiche invasive (quelle che possono avere un impatto negativo) sono in rapido aumento, infatti queste specie sono oggi considerate una delle prime cinque minacce antropiche in tutti gli oceani (Nellemann et al., 2008) e la seconda causa di perdita di biodiversità a scala globale. Il funzionamento degli ecosistemi è legato da forti relazioni tra le componenti biotiche e abiotiche e le invasioni biologiche di specie aliene possono alterare questo equilibrio, compromettendo la conservazione della biodiversità e l’integrità degli ambienti naturali in tutto il mondo (Hulme, 2007; Vilà et al., 2010).

Le zone più suscettibili alle invasioni di specie aliene sono le aree portuali e le aree lagunari, caratterizzate da basso idrodinamismo, disturbo ambientale, inquinamento ed eutrofizzazione; in questi ambienti la forte pressione antropica esercitata sugli organismi bentonici può favorire l’insediamento e la proliferazione di specie aliene

Il porto di Civitavecchia, con circa 2,6 milioni di passeggeri l’anno, è uno dei più importanti scali crocieristici del Mediterraneo ed inoltre il suo bacino ospita un intenso traffico di navi commerciali e da trasporto provenienti da tutto il mondo; le acque di zavorra e il fouling presente sulle carene delle navi sono i primi vettori di trasporto delle specie aliene e si rende quindi necessario un costante monitoraggio delle comunità bentoniche presenti all’interno del bacino allo scopo di segnalare l’instaurarsi di nuove specie e limitare gli impatti che queste ultime possono esercitare sulle comunità macrozoobentoniche locali.

3.1 Obiettivi

Lo studio dei popolamenti bentonici, ed in particolare della loro frazione sessile, mediante

l'analisi di substrati artificiali immersi in periodi differenti costituisce una tecnica efficace ed ampiamente utilizzata per la descrizione e la determinazione della qualità ambientale, soprattutto di ambienti portuali.

Essa permette infatti, mediante l'utilizzo di periodi di immersione diversificati, di seguire l'evoluzione spazio-temporale dei popolamenti che si insediano sui supporti utilizzati, permettendo un'analisi accurata delle comunità animali e vegetali sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo.

Inoltre negli ultimi anni si è registrato un costante aumento delle specie aliene in tutto il bacino Mar Mediterraneo ed in particolare in aree limitrofe ai grandi porti commerciali; questo è dovuto soprattutto al trasporto accidentale di stadi larvali raccolti nelle acque di zavorra, che grazie alle grandi navi, vengono veicolati lontani dai loro ambienti naturali con conseguenti squilibri e danni per le comunità bentoniche locali.

Questo studio si propone quindi l'obiettivo di analizzare e descrivere l'evoluzione spazio temporale delle comunità bentoniche e dei processi di colonizzazione dei substrati duri del porto di Civitavecchia (tetrapodi e substrati posti in tempi differenti) con particolare attenzione alla presenza di eventuali specie aliene e gli effetti che queste ultime hanno sulle comunità naturali.

Lo studio analizzerà le comunità presenti sia su tetrapodi e banchine messi in opera in tempi differenti e con esposizioni differenti al moto ondoso sia nuovi substrati artificiali (pannelli) utili a descrivere le fasi iniziali di colonizzazione e le specie pioniere presenti nell'area di studio.

I principali obiettivi saranno:

- studio delle variazioni temporali delle comunità bentoniche di fondo duro mediante campionamenti ripetuti (stagionale);
- presenza di specie aliene ed effetto sulle comunità naturali;
- descrizione delle fasi di colonizzazione;
- descrizione della qualità ecologica e biologica dell'area;
- confronto tra processi colonizzativi in tre differenti aree del Porto di Civitavecchia.

Le attività previste dal progetto potranno naturalmente subire variazioni spaziali o temporali nel corso del suo sviluppo, con particolare attenzione all'integrazione di aree esterne al porto.

3.2 Metodi

Al fine di analizzare la potenziale presenza di specie aliene sui substrati duri presenti all'interno del porto di Civitavecchia, in data 14/12/2016 è stato effettuato un campionamento in tre diverse stazioni distribuite all'interno dell'area portuale

I campionamenti sono stati eseguiti in tre differenti banchine caratterizzate da condizioni morfologiche e dinamiche differenti (esposizione al moto ondoso, differenti condizioni di circolazione delle acque e di input esterni, morfologia del substrato, utilizzo del bacino) con l'obiettivo di osservare e descrivere la composizione e l'evoluzione delle comunità bentoniche nelle diverse aree .

Di seguito viene riportata la localizzazione dei punti di campionamento (Fig.6):

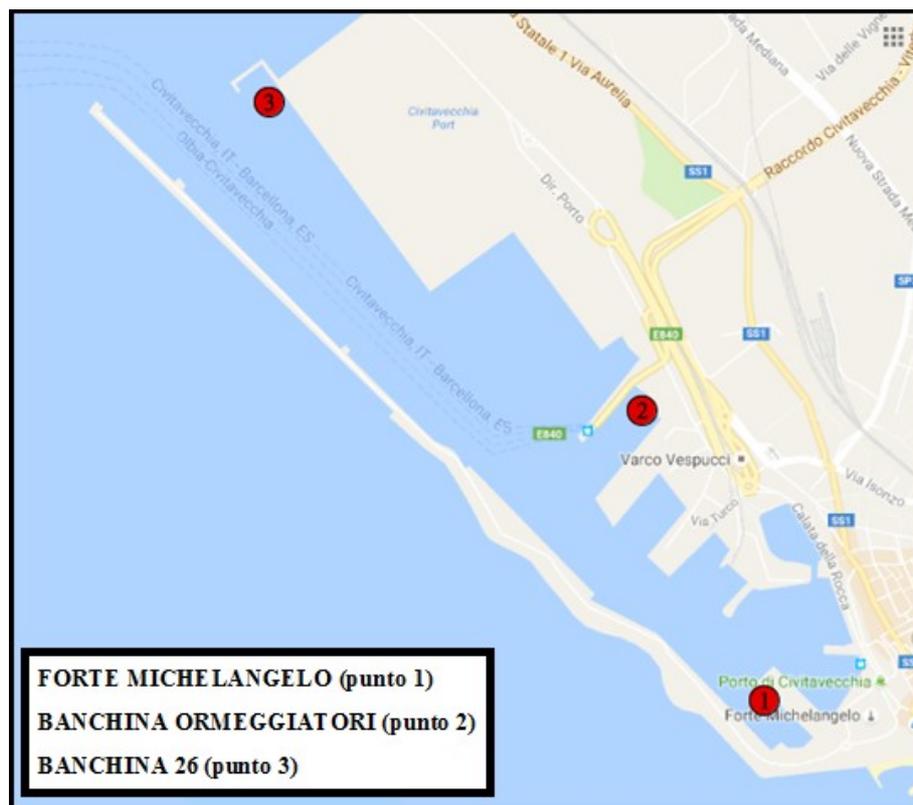


Fig.6 Punti di campionamento

In ogni punto, mediante l'ausilio di operatori tecnici subacquei (OTS), sono stati prelevati tre campioni (suddivisi in tre repliche) di macrofauna zoobentonica localizzata a tre differenti quote

batimetriche:

- SUPERFICIALE: 1 m;
- INTERMEDIO: 5m;
- LIMITROFO AL FONDO: (10 – 14 m).

Nel punto denominato “Forte Michelangelo”, caratterizzato da una profondità di circa 9m, sono stati raccolti solo 2 campioni: superficiale (1m) e limitrofo al fondo (7m).

I campioni sono stati raccolti mediante il metodo del “grattaggio”: utilizzando un quadrato di riferimento standard in metallo 20cm x 20cm (tot. 400 cm²) e con l'ausilio di spatola e martello (D'Alessandro et al., 2016). Il materiale prelevato (3 repliche per quota batimetrica) è stato pre-anestetizzato con etanolo e conservato in buste di materiale plastico pre-etichettato.

I campioni raccolti sono stati conservati in Etanolo 75% e trasportati in laboratorio per le operazioni di sorting e identificazione degli organismi a livello tassonomico più basso. Ad oggi solo il 20% del campione è stato analizzato al livello di specie.

Per l'analisi tassonomica e l'ecologia delle specie sono stati utilizzati i seguenti testi: Campoy (1982), Chevreux & Fage (1925), Costa & Krapp & Ruffo (2009), Day (1967), Fauchald (1977), Fauvel (1923, 1927), P.J. Hayward & J.S. Ryland (1996), Riedl (1991), Ruffo (1982, 1989, 1993), Tortonese (1965), Zariquiey Alvarez (1968); per la nomenclatura ci si è attenuti a quella proposta dal sito World Register of Marine Species (WoRMS- www.marinespecies.org).

3.3 Risultati preliminari

Dall'analisi quali quantitativa della fauna associata ai substrati duri del Porto di Civitavecchia si è visto che una buona componente della comunità è rappresentata da organismi alieni probabilmente legati al traffico navale, veicolati dalle acque di zavorra e dal fouling che bioconcreziona le carene delle numerose navi commerciali che ogni giorno transitano nel bacino portuale.

I dati descritti derivano dall'analisi parziale (circa 30%) dei campioni raccolti nel punto 2 BANCHINA ORMEGGIATORI. All'interno delle 3 repliche (quadrato standard 20 x 20cm) del campione superficiale, localizzato alla profondità di circa 1 m sono stati rinvenuti rispettivamente:

SPECIE	R1	R2	R3	TOT
<i>Caprella scaura</i>	0	2	3	5
<i>Paracerceis sculpta</i>	1	2	0	3
<i>Paranthura japonica</i>	3	0	0	3
<i>Hydroides elegans</i>	5	1	3	9
<i>Hydroides dirampha</i>	1	0	1	2
<i>Branchiomma luctuosum</i>	3	0	0	3

Nel punto di campionamento il substrato è rappresentato prevalentemente dalla superficie verticale della banchina che presenta una morfologia discontinua con anfratti, spaccature e numerose zone sciafile legate alla struttura della parete, alla presenza di cime di ormeggio e strutture di attracco, dalle asperità delle bioconcrezioni (*Chthamalus* spp., *Balanus* spp. *Ostrea edulis* ecc) e dalla presenza di numerosi organismi sessili di grandi dimensioni (*Sabella spallanzanii*, *Mytilus galloprovincialis*, *Phallusia* sp., *Styela plicata*).

La fauna aliena è rappresentata da tre crostacei:

- *Caprella scaura* (Anfipoda Caprellidae)
- *Paranthura japonica* (Isopoda Paranthuridae)
- *Paracerceis sculpta* (Isopoda Sphaeromatidae)

e da tre Policheti:

- *Branchiomma luctuosum* (Sabellidae)
- *Hydroides elegans* (Serpulidae)
- *Hydroides dirampha* (Serpulidae)

3.3.1 Analisi fauna associata

Dall'analisi parziale della comunità macrozoobentonica si è visto che la classe più abbondante è quella dei Policheti con circa il 50% del numero di individui, seguita da Molluschi Bivalvi e Gasteropodi (23%) e dagli Echinodermi (15%); infine i meno rappresentativi in termini di

abbondanza sono i Crostacei (5%) e i Sipunculidi (3%).

I Policheti sono rappresentati dai predatori erranti come *Platynereis dumerilii*, *Nereis rava* e *Syllis spp.* e dal Polinoide *Lepidonotus clava*, un polichete di grandi dimensione con il corpo protetto da numerose elitre. All'interno degli interstizi e tra il sedimento che si accumula sulle pareti troviamo i Policheti detritivori delle famiglie Cirratulidae e Terebellidae.

I Molluschi più abbondanti sono il *Mytilus galloprovincialis* e i Bivalvi del genere *Lima* e *Spondilus* che si osservano comunemente nelle spaccature del substrato o adese alla base delle grandi *Sabelle spallanzanii*.

All'interno delle fessure sono stati campionati numerosi esemplari dell'Ofiurideo carnivoro *Ophiothrix fragilis* e piccoli esemplari di *Amphipholis squamata* e la superficie del substrato è ampiamente colonizzata dagli Echinoidei *Paracentrotus lividus* e *Arbacia lixula* e dal Crinoide *Antedon mediterranea*. L'endofauna è anche rappresentata dal Sipunculide *Phascolosoma granulatum*, dal Decapode fossorio *Alpheus glaber* da numerosi Anfipodi del genere *Corophium* e Isopodi (*Sphaeroma serratum* e *Cymodoce truncata*) che colonizzano le intricate gallerie che caratterizzano i primi cm di substrato.

Sono infine da segnalare i grandi organismi vagili che si spostano costantemente sulle pareti alla ricerca attiva di nutrimento come i Brachiuri *Eriphia spinifrons*, *Pachygrapsus marmoratus* e *Maja crispata* e i Gasteropodi della famiglia Muricidae.

3.3.2 Descrizione specie aliene

Caprella scaura, Templeton 1836

ORIGINE: Oceano Indiano Occidentale

PHYLUM: Arthropoda

CLASSE: Malacostraca

ORDINE: Anfipoda

FAMIGLIA: Caprellidae

GENERE: Caprella

SPECIE: *Caprella scaura*

La *Caprella scaura* è un Caprellide filtratore eurialino che mostra una grande varietà morfologica locale e in fase di sviluppo; in Mediterraneo le forme ritrovate sono *Caprella scaura scaura* e *Caprella scaura typica*.

Morfologia esterna e riconoscimento

La morfologia esterna della *Caprella scaura* è stata descritta da Templeton nel 1836:

Si presenta di colore marrone pallido con dimensioni medie comprese tra i 10 e i 16 mm. È caratterizzata dall'assenza di spina ventrale, e dalla presenza di una vistosa spina cefalica (curvata verso il senso del capo) che rappresenta il carattere di riconoscimento principale. I pereioniti sono lisci; la prima antenna è lunga più di un mezzo della lunghezza del corpo e presenta il secondo articolo peduncolare lungo e distalmente dilatato. Nel Pereiopode il propode è più ampio distalmente le branchie hanno una morfologia allungata, ellittica e sono lunghe più o meno la metà dei segmenti.

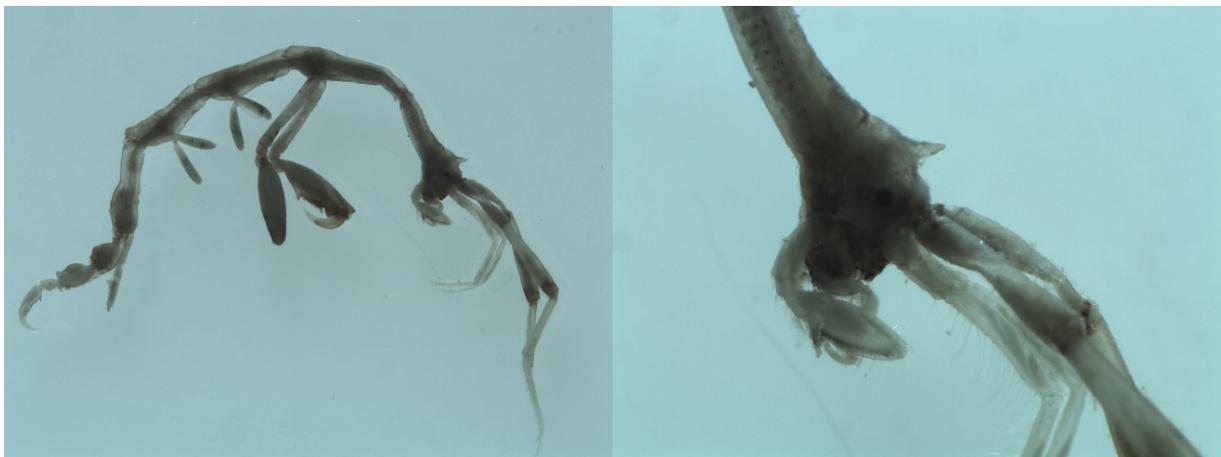


Fig. 7 *Caprella scaura*

Storia

Caprella scaura è stata registrata per la prima volta nelle Mauritius a Rivière Noire, in Italia è stata ritrovata per la prima volta nel 1994 nella Laguna di Venezia (Mizzan 1999) ed è molto abbondante anche nei porti di Livorno (Occhipinti-Ambrogi, in Galil et al. 2008), Ravenna (Sconfietti et al. 2005) e Ortona (Dailianis et al., 2016). Negli ultimi decenni, ha ampiamente esteso il suo areale di

distribuzione, favorito dall'acquacoltura e dal trasporto marittimo tramite fouling e (forse) ballast water. La specie è presente lungo la costa mediterranea della Spagna e lo stretto di Gibilterra, mentre è assente lungo la costa atlantica del nord della Spagna e il limite superiore di distribuzione per la costa atlantica orientale è la località di Cascais, sulla costa meridionale del Portogallo.

Di solito abita substrati rocciosi, dalla regione di marea fino a circa dieci metri di profondità, spesso associata ad alghe, alghe brune, spugne e Briozoi; spesso ritrovata in aree geografiche chiuse con poco idrodinamismo e in acque calde. Tuttavia recentemente è stata trovata anche a largo della costa in strutture galleggianti per l'acquacoltura di tonni. È un filtratore attivo, che beneficia di elevate concentrazioni di plancton e materia organica nella colonna d'acqua.

Rapporti con specie autoctone

La specie è stata frequentemente trovata associata con le comunità di fouling del Mediterraneo, in particolare, associata con i Briozoi coloniali *Bugula Neritina* e *Amathia verticillata* in cui si presenta la più alta abbondanza di popolazione. Questi Briozoi sono tolleranti alle vernici antivegetative e sono quindi in grado di aderire facilmente agli scafi di navi. Le colonie di *Bugula Neritina*, con la sua comunità di epifauna associata, sono quindi facilmente trasportabili da imbarcazioni da diporto nei porti turistici, o per distacco di boe o altre strutture galleggianti. Esiste una potenziale concorrenza sia per lo spazio che per le risorse alimentari tra le elevate densità di popolazione di *Caprella Scaura* e gli organismi dell'epifauna locali, suggerita dal fatto che *Caprella equilibrata* e *Caprella dilatata* hanno popolazioni ridotte in sua presenza.

***Paranthura japonica* Richardson, 1909**

ORIGINE: Mar del Giappone, Oceano Pacifico

PHYLUM: Arthropoda

CLASSE: Malacostraca

ORDINE: Isopoda

FAMIGLIA: Paranthuridae

GENERE: Paranthura

SPECIE: *Paranthura japonica*

La *Paranthura japonica* è un isopode predatore di policheti e altri invertebrati. Può essere distinta dalle sue tre specie congeneriche europee a causa della parziale fusione dei pleoniti 1-5.

Morfologia esterna e riconoscimento

Il carattere tassonomico più importante è la parziale fusione (solo laterale) dei pleoniti 1-5.

Il capo presenta angoli anterolaterali che superano la proiezione rostrale e occhi scuri composti con più o meno 17 ommatidi raggruppati insieme.

Il pleotelson è breve e a malapena supera la punta degli endopoditi; il pereonite 6 si presenta più corto del pereonite 5; gli esopoditi degli uropodi hanno concavità distale sul margine mesiale.

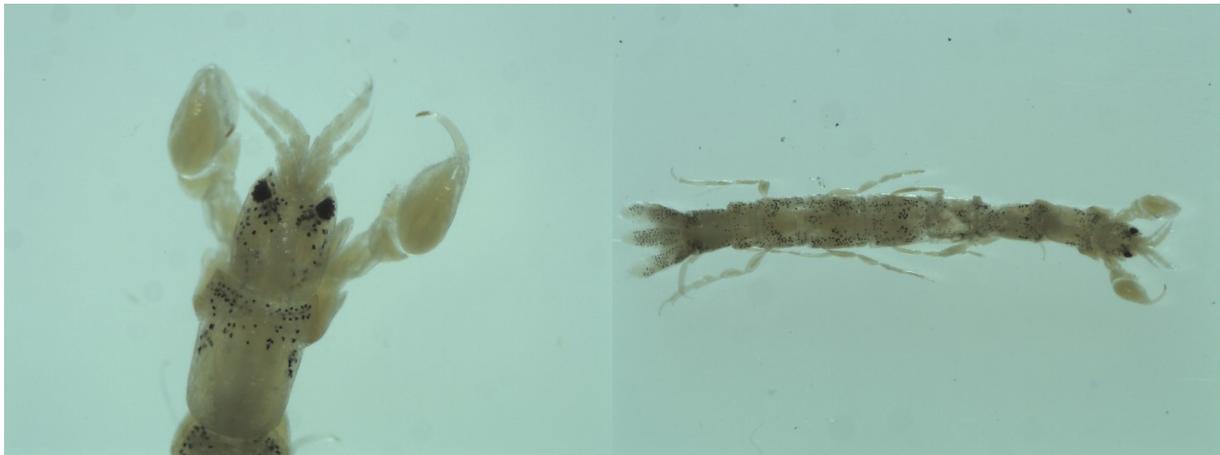


Fig. 8 *Paranthura japonica*

Storia

Il genere *Paranthura* comprende oltre 50 specie, comuni in acque temperate e tropicali poco profonde di tutto il mondo, distribuiti principalmente negli Oceani Indiano e Pacifico. Gli individui della famiglia dei Paranthuridae hanno capacità di dispersione limitata e non sono in grado di ampliare il proprio areale di distribuzione su scala globale per vie naturali anche perché hanno scarsa capacità di orientamento e tendono a salire su substrati duri come sassi, alghe calcaree, macroalghe, tubi di Policheti, Briozoi e spugne, piuttosto che scavare nei sedimenti (fango, sabbia), come invece altri Paranthuridae fanno. Questa preferenza di habitat suggerisce che *Paranthura japonica* rischia di essere trasportato con le comunità di fouling sulle carene delle navi, piuttosto che in acque e sedimenti delle ballast water. Tuttavia, l'acquacoltura di bivalvi come ostriche, cozze

e vongole sembra essere la più probabile via di introduzione.

La *Paranthura japonica* è originaria del Mar del Giappone ed è stata ritrovata in Italia per la prima volta nella Laguna di Venezia (Nord Adriatico), a La Spezia (Mar Ligure) e ad Olbia (Mar Tirreno) (A. Marchini et al., 2014) e successivamente nel Porto di Ortona (Adriatico centrale) (Dailianis et al., 2016), probabilmente trasportata con le ostriche o come fouling sugli scafi delle navi. È presente in diverse varietà di habitat, sia nel intercotidale che a basse profondità, principalmente dai 0 ai 15 metri di profondità, in Italia preferisce stare su substrati duri sia artificiali che naturali come: banchi di mitili, barriere di ostriche, banchine e pali di legno. È spesso associata con *Zostera* spp. o con colonie di alghe brune di *Sargassum* spp. nei luoghi nativi.

Rapporti con specie autoctone

L'impatto dovuto alla presenza di *Paranthura japonica* sulle comunità indigene in habitat costieri europei è sconosciuta. Tuttavia, potrebbero esserci delle interazioni predatore-preda competitive. Tutti gli Isopodi Paranthuridae sono predatori, si nutrono di Policheti e altri invertebrati ed hanno apparato boccale pungente, in grado di perforare tegumenti duri. L'osservazione dal vivo ha dimostrato che principalmente si nutrono di Anfipodi. Le specie autoctone che potrebbero avere delle interazioni competitive con *Paranthura japonica* sono il congenere *Paranthura nigropunctata* e *Anthuia gracilis*. Tuttavia, le conoscenze sulla biologia e l'ecologia di questi piccoli crostacei non sono sufficienti per valutare gli effetti quantitativi delle loro interazioni.

***Paracerceis sculpta* (Holmes, 1904)**

ORIGINE: Nord-Est dell'Oceano Pacifico

PHYLUM: Arthropoda

CLASSE: Malacostraca

ORDINE: Isopoda

FAMIGLIA: Sphaeromatidae

GENERE: *Paracerceis*

SPECIE: *Paracerceis sculpta*



La *Paracerceis sculpta* è un isopode della famiglia Sphaeromatidae che presenta una colorazione bruna ed ha una lunghezza media che varia da 1,3 mm ai 10,3 mm. Questa specie presenta un marcato dimorfismo sessuale, infatti il maschio è facilmente riconoscibile dalla femmina perché caratterizzato dalla presenza di due lunghe “code” formate dagli esopoditi molto sviluppati.

Morfologia esterna e riconoscimento

Il margine anteriore della testa presenta una vistosa proiezione mediana ed ha la superficie dorsale liscia. Il Pleon e la parte anteriore del pleotelson sono granulose. Il margine posteriore del Pleon e la parte centrale della pleotelson hanno ciascuno 3 tubercoli setosi; l'apice del pleotelson è suddiviso in 3 paia di tacche, tacche anteriori e centrali profonde, quelle posteriori poco profonde. Uropodio con endopodio ridotto, esopodio notevolmente allungato, poco curvo, con molti fasci di setole e apice acuto.

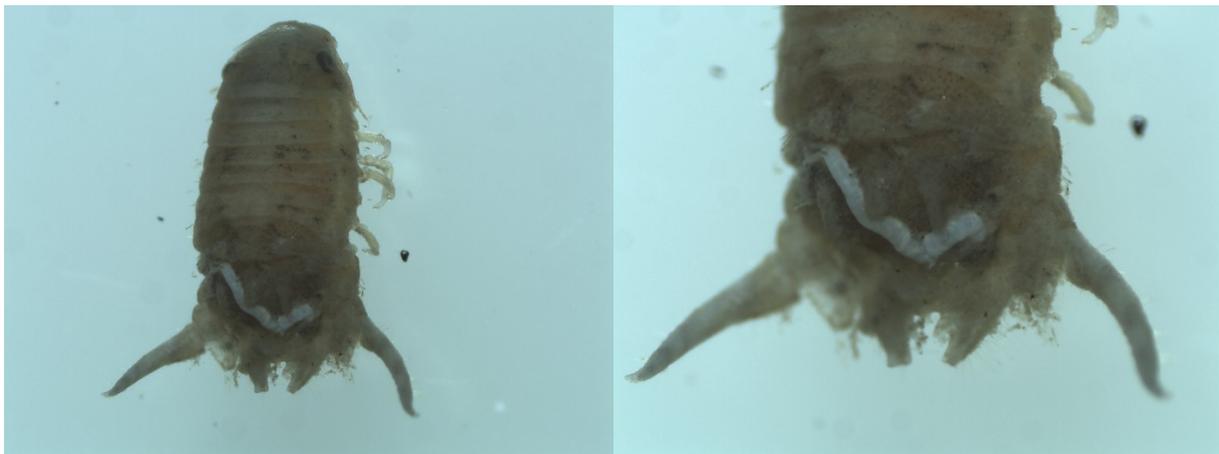


Fig. 9 *Paracerceis sculpta*

Storia

La specie vive principalmente nella zona intertidale, ed è originario del Nord-Est del Pacifico dalla California del Sud al Messico. Il primo rinvenimento mediterraneo riguarda il Lago di Tunisi, nel 1978, in Italia venne raccolto per la prima volta nel 1981 nella Laguna di Venezia (Forniz C., Sconfietti R., 1983), nell'ambito di studi sul fouling lagunare e più recentemente nel Porto di Ortona (Dailianis et al., 2016). Il più probabile vettore di introduzione per *Paracerceis sculpta* è il fouling e le ballast water delle navi da trasporto o anche insieme a specie di particolare interesse per

l'acquacoltura. Può essere trovato in acque poco profonde, vivono tra alghe, ascidie e spugne e anche su fondi mobili.

Rapporti con specie autoctone

Paracerceis sculpta è una specie invasiva, da degli ultimi studi fatti nella laguna Pialassa Baiona vicino il porto di Ravenna, potrebbe essere diventata una specie infestante, essendo molto più competitiva in confronto alle due specie di Sphaeromatidae autoctone che vivono nella laguna. Tuttavia sono necessari ulteriori studi per confermarlo e che potrebbe avere, in futuro, un impatto in termini di perdita di funzioni ecologiche.

***Hydroides dirampha* Mörch, 1863**

ORIGINE: Atlantico occidentale tropicale / Indo-Pacifico

PHYLUM: Annelida

CLASSE: Polychaeta

ORDINE: Sabellida

FAMIGLIA: Serpulidae

GENERE: Hydroides

SPECIE: *Hydroides dirampha*

Hydroides dirampha è un Polichete tubicolo della famiglia dei Serpulidae di colore marrone chiaro o giallo pallido che vive all'interno di tubo calcareo bianco con diametro di 1,4 -2,8 mm (può raggiungere i 24 mm di lunghezza). È un filtratore che si ciba di detrito e plancton in sospensione. È un biostrutturatore tipico di ambienti portuali e colonizza spesso i substrati antropici fluttuanti (boe, gavitelli, cime ecc.) anche in mare aperto.

Morfologia esterna e riconoscimento

Il tubo di *Hydroides dirampha* è bianco, con un diametro di 1,4 - 2,8 mm e può raggiungere i 24 mm di lunghezza. Il tubo ha nervature trasversali, a volte ha creste longitudinali e comprende circa 1/8 della lunghezza del verme. La corona branchiale è composta da 18-23 radioli. Il carattere

tassonomico più importante è l'opercolo che presenta una forma a imbuto, con 28-33 raggi e una superficie concava armata da una fila circolare di spine curve e stondate, armate con due aculei laterali.

Il torace è composto da 7 segmenti e presenta due tipi di setole, quelle a baionetta con due denti alla loro base e quelle limbate. I successivi segmenti toracici sostengono setole corte uncinato, e setole limbate. L'addome ha circa 72 segmenti. La lunghezza complessiva è di circa 20 mm. Il verme nel complesso è marrone chiaro o giallo pallido, mentre l'opercolo è grigio scuro. I sessi sono separati, come nella maggior parte dei Serpulidae.



Fig. 10 *Hydroides dirampha*

Storia

È stata descritta per la prima volta da Saint Thomas nelle Isole Vergini statunitensi. La sua regione d'origine è sconosciuta, ma si pensa sia nativo dell'Atlantico occidentale tropicale, o dell'Indo-Pacifico. In Mediterraneo è stato uno dei primi invasori ad essere stato raccolto nel Porto di Napoli nel 1870, ad ora è stato segnalato sulle coste del mar Mediterraneo centrale e orientale. Può formare aggregazioni dense e si deposita su superfici dure come rocce, conchiglie, coralli, palificazioni e come fouling su scafi delle navi, gabbie d'acquacoltura e boe. Si nutre estendendo le branchie piumate, e intrappolando il plancton della colonna d'acqua, che viene poi trasportato dalle ciglia alla bocca. Il range di salinità che riesce a sopportare è di 31-40 PSU e sembra essere in grado di sopravvivere a inverni freddi, ma la sua tolleranza di temperatura è sconosciuta.

Rapporti con specie autoctone

Studi specifici sul rapporto di *Hydroides dirampha* con specie autoctone non sono ancora stati fatti, tuttavia insieme ad altri Serpulidae rappresenta uno dei maggiori incrostatore di superfici artificiali nei porti del Mediterraneo.

***Hydroides elegans* (Haswell, 1883)**

ORIGINE: Indo-Pacifico (?)

PHYLUM: Annelida

CLASSE: Polychaeta

ORDINE: Sabellida

FAMIGLIA: Serpulidae

GENERE: *Hydroides*

SPECIE: *Hydroides elegans*

Hydroides elegans è un Polichete tubicolo della famiglia dei Serpulidae di colore arancione e rosso che può raggiungere i 35mm di lunghezza. È una specie incrostante tipica di ambienti portuali e acque calde spesso confusa con la specie di acque non inquinate *Hydroides norvegica*.

Morfologia esterna e riconoscimento

Il tubo di *Hydroides elegans* è bianco e ha un diametro che varia da 0.5 a 1.6 mm. Le branchie hanno 10-20 radioli su ogni lato. Assenza di membrana interradiolare. Il filamento terminale è 1/5 della lunghezza totale del radiolare. L' opercolo è a forma di imbuto, presenta una lunghezza che varia di 2.3-2.8 mm e una larghezza che varia di 0,3-0,9 mm, presenta scanalature interradiolari che sono 1/4 della lunghezza del coperchio del contenitore, con 6-8 spine laterali, tutte simili per forma e dimensioni e da 0 a 4 spicole interne. Spine esterne assenti. È presente un dente centrale sull' opercolo. Peduncolo lungo e liscio. Membrana e pettorale alti e ben sviluppati. Le setole del collare sono a forma di baionetta, i dentelli sono posti in zona prossimale e presentano file di piccole fessure seghettate in zona distale. Il torace ha 6-7 chete, capillari e setole limbate.

Gli uncini toracici presentano 6 denti ricurvi. Il numero di chete addominali può variare da 26 a 64.



Le setole addominali sono piatte e a forma di tromba. Gli uncini addominali presentano 3-5 denti. La lunghezza complessiva varia dai 7 ai 35mm mentre la larghezza media è di 0,5-1mm ed è di colore arancione e rosso.



Fig. 11 *Hydroides elegans*

Storia

L'origine di *Hydroides elegans* è sconosciuta, ma si presume possa essere originario dell'Indo-Pacifico. È stata registrata per la prima volta in Australia a Sydney quando è stata scoperta la specie (Haswell, 1883), mentre in Italia è comune in molti porti ed è stata trovata per la prima volta nel 1888 nel Golfo di Napoli (Lo Bianco 1893 citato da Zibrowius 1971). È riconosciuto come specie invasiva in molte aree portuali del mondo, dove la diversità delle specie native è bassa. Per molti anni i tassonomi lo hanno confuso con *Hydroides norvegica*, che tuttavia predilige acque non inquinate, perciò difficile da trovare in acque portuali. Cresce principalmente su strutture artificiali dure, costruendo grandi aggregazioni di tubi calcarei ed è stato trasportato in tutto il mondo tramite fouling su navi da trasporto. La specie si nutre estendendo le branchie piumate per intrappolare il plancton nella colonna d'acqua, che viene poi trasportato dalle ciglia alla bocca. I sessi sono separati ed è facile trovarlo nella zona intertidale alla profondità di 2m. È in grado di tollerare forti



variazioni annue di temperatura e salinità.

Rapporti con specie autoctone

Oltre a secernere il tubo calcareo su rocce, lo fa anche su coralli, mangrovie e conchiglie andando a disturbare questi organismi. È un grande competitore incrostante infatti riesce a colonizzare un substrato pulito in poco tempo (1-2 mesi) lasciando poco spazio alle specie native. In alcune zone interferisce con l'insediamento di ostriche provocandone un'ampia mortalità.

***Branchiomma luctuosum*, Grube 1870**

ORIGINE: Oceano Indiano, Mar Rosso.

PHYLUM: Anellidi

CLASSE: Policheti

ORDINE: Sabellidi

FAMIGLIA: Sabellidae

GENERE: Branchiomma

SPECIE: *Branchiomma luctuosum*

Il *Branchiomma luctuosum* è un polichete della famiglia dei Sabellidae di modeste dimensioni (fino a 9cm) caratterizzato da una vistosa corona branchiale di colore viola o rosso carminio. Questo organismo è caratteristico di substrati rocciosi costieri e spesso viene campionato anche in ambienti portuali, dove colonizza i substrati più superficiali.

Morfologia esterna e riconoscimento

Polichete della famiglia dei Sabellidae, tubicolo con prostomio ridotto e fuso al peristomio formante una corona branchiale, formata da numerosi radioli che a loro volta portano delle pinnule che ne aumentano la superficie. Il corpo è suddiviso in torace e addome, di colore biancastro o giallastro più o meno intenso in rapporto allo stato di maturità sessuale, nel torace il notopodio porta chete e il neuropodio uncini che servono ad ancorare l'animale al tubo. Nell'addome la posizione di chete e uncini è rovesciata. La corona branchiale serve nella respirazione, ma soprattutto per la filtrazione,

di colore viola o rosso scuro, può raggiungere i 2,5 cm, con 29-41 radioli in ciascun lato. I radioli più prossimi ai 7 più ventrali, che originano da una base ricurva priva di stiloidi (piccole appendici), invece, possiedono stiloidi ridotti e presenti solo nella porzione più prossimale. I restanti radioli hanno fino a 26 paia di minuti stiloidi filiformi. L'anello peristomiale, collegato al primo segmento toracico, è caratterizzato dalla presenza di un collare atto alla costruzione del tubo. I lobi ventrali del collare sono arrotondati e largamente separati dorsalmente. Il torace possiede 8 segmenti, con piccole macchie scure sparse in maniera irregolare, mentre l'addome può superare i 100 segmenti. Gli uncini toracici possiedono una singola fila di 4-5 piccoli denti sopra il dente principale. La lunghezza degli esemplari varia da 1 a 9 cm con larghezza da 4 a 12 mm.

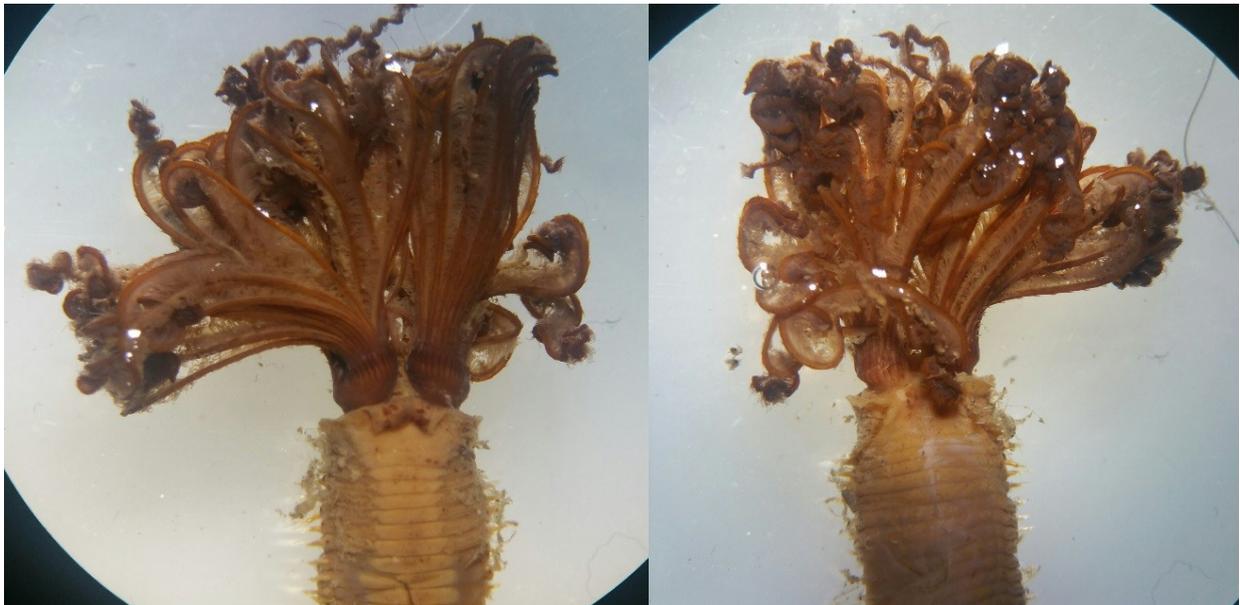


Fig. 12 *Branchiomma luctuosum*

Storia

Il *Branchiomma luctuosum* è originario del Mar Rosso nell'Oceano Indiano, è quindi una specie tipica tropicale, è tuttavia abbondante lungo le coste del Tirreno (Sordino & Gambi, 1992), dello Ionio e dell'Adriatico (Licciano et al., 2002). Gli habitat in cui è stato segnalato sono zone a bassa profondità, sia in aree lagunari, che marine su fondi mobili, in presenza di *Cymodocea nodosa* o di *Posidonia oceanica* e nel fouling delle banchine di zone portuali, infatti, sembra ben tollerare condizioni di variabilità salina, di arricchimento organico e di disturbo, per questo viene usato

anche come indicatore di ambienti eutrofici. La prima segnalazione è avvenuta nel Lago Lucrino in Campania, con 4 esemplari bianchi. È un migrante lessepsiano e sembra aver raggiunto anche l'Atlantico attraverso lo stretto di Gibilterra.

È un ermafrodita proterandrico, si riproduce due volte l'anno, tra luglio e ottobre, con un picco riproduttivo a settembre. La fecondazione è esterna e le larve lecitotrofiche hanno vita pelagica breve. Come la maggior parte dei Sabellidae, è un filtratore.

Rapporti con specie autoctone

La specie, sembra che in ambienti portuali e lagunari possa poter rimpiazzare in periodi di tempo relativamente brevi, la specie *Sabella spallanzanii*. Una volta insediatosi anche con pochi individui presenta una strategia riproduttiva vincente su *Sabella* e nell'arco di 3 o 4 generazioni riesce a sostituirla completamente la popolazione. Queste osservazioni, per il momento sono relative alle sole zone portuali e non di mare aperto, ci sembrano però allarmanti visto che *S. spallanzanii* è una specie autoctona tipica del Mediterraneo. Dato l'enorme aumento di individui nelle popolazioni di *B. luctuosum* osservato in questi ultimi anni, potrebbe essere considerata una specie aliena invasiva.

3.3 Discussioni e conclusioni preliminari

La storia della colonizzazione del bacino mediterraneo da parte delle 6 specie aliene campionate all'interno del bacino portuale è stato oggetto, negli ultimi anni, di molti studi scientifici atti ad identificare i vettori di trasporto e l'interazione che queste specie hanno con la fauna autoctona.

Le zone originarie delle specie sono localizzate in differenti mari e oceani di tutto il mondo: Oceano Indiano (*Caprella scaura*), Golfo del Messico (*Paracerceis sculpta*), Mar del Giappone (*Paranthura japonica*) e Mar Rosso (*Branchiomma luctuosum*).

I vettori principali potrebbero essere le ballast water e il fouling che ricopre le carene delle navi che transitano quotidianamente nel bacino portuale di Civitavecchia. Nel caso dei crostacei il vettore principale di trasporto è legato al fouling da parte di macroorganismi coloniali (es. Briozoo *Amathia verticillata*) che fungono da substrato per la comunità mentre i policheti sono principalmente trasportati nelle loro fasi larvali all'interno delle ballast water.

L'associazione tra il Briozoo coloniale *Amathia verticillata* e i crostacei alieni è stata studiata

e descritta in diversi settori del Mediterraneo (Robinson, 2004; McCann et al, 2015; Dailianis et al. 2016); grazie ad una rapida crescita vegetativa e la riproduzione mediante propaguli, l'*Amathia verticillata*, ha la capacità di colonizzare velocemente ampie porzioni di substrato ed è particolarmente adatta a vivere adesa alle carene delle navi e sui substrati fluttuanti di origine antropica. Proprio queste caratteristiche biologiche fanno sì che questo briozoo coloniale si comporti come vettore per specie aliene invasive, creando un substrato articolato dove questi organismi possono proliferare e trovare protezione dai predatori autoctoni (Marchini et al, 2015).

I policheti alieni sono rappresentati invece da forme tubicole sessili, che facilmente viaggiano adese ai substrati di origine antropica nelle loro forme adulte, ma che sono anche facilmente trasportabili all'interno delle acque di zavorra grazie alla loro produzione di un cospicuo numero di larve planctoniche natanti nelle fasi riproduttive.

Da osservazioni stagionali effettuate negli anni 2015-2016 all'interno del porto di Civitavecchia è stato registrato un vistoso ed eccessivo aumento del Briozoo coloniale *Amathia verticillata* e della fauna di crostacei alieni ad esso associati, che colonizza lo strato superficiale delle banchine solo nel periodo estivo, soffocando irrimediabilmente la microfauna sottostante. Questo evento di colonizzazione interessa unicamente i mesi di Maggio, Giugno e Luglio e le vistose strutture arborescenti diminuiscono fino a scomparire nei primi mesi autunnali.

I Policheti tubicoli incrostanti (*Hydroides elegans* e *Hydroides dirampha*) anche se campionati in numero cospicuo sono numericamente inferiori alle specie non invasive locali come *Hydroides norvegica*, *Serpula concharum* e *Serpula vermicularis* che naturalmente colonizzano le parti del porto e i substrati di origine antropica come boe e cime di ormeggio.

Infine non è stata osservata alcuna interazione tra il *Branchionmma luctuosum*, che si presenta localizzato e poco numeroso, e la *Sabella spallanzanii*, il Sabellide più comune in ambiente portuale che colonizza ampie aree del Porto di Civitavecchia fino alla profondità di oltre 10m.