



**ATTIVITA' PER LA CARATTERIZZAZIONE E IL MONITORAGGIO
DI UN'AREA DESTINATA A RIPASCIMENTO
CON LE SABBIE PROVENIENTI DALL'AREA PORTUALE DI MARINA DI CARRARA**



**Analisi dei popolamenti macro-zoobentonici
Fase di caratterizzazione**

RELAZIONE FINALE

Livorno 10 giugno 2015





**ATTIVITA' PER LA CARATTERIZZAZIONE E IL MONITORAGGIO DI UN'AREA
DESTINATA A RIPASCIMENTO CON LE SABBIE PROVENIENTI DALL'AREA
PORTUALE DI MARINA DI CARRARA**

RELAZIONE FINALE – FASE DI CARATTERIZZAZIONE

Responsabile di commessa

Dott. Andrea Vannucci

Presidente Soc. Coop. r.l. Aplysia

Dott.ssa Ilaria Rossetti

Altro personale impiegato:

Dott.ssa Barbara Francesconi

Dott. Francesco De Carlo



Premessa	4
Capitolo 1 - Materiali e metodi	5
- Area di studio e disegno di campionamento	5
- Analisi dei dati	7
Capitolo 2 - Risultati	8
- Analisi del popolamento bentonico ed inquadramento biocenotico	8
- Analisi dei parametri strutturali	13
- Cluster analysis e nMDS	
- Calcolo dell'indice AMBI e del valore di Multivariate AMBI (M-AMBI)	15
Capitolo 3 - Conclusioni	17
Riferimenti bibliografici	18
Allegato 1 - Matrici specie x stazione	
Allegato 2 - Affinità biocenotiche ed esigenze ecologiche	
Allegato 3 - Tabella riassuntiva dei valori di AMBI e di "Disturbance Classification"	

PREMESSA

Lo studio dei popolamenti macrobentonici di fondi mobili rappresenta un importante strumento per il monitoraggio dell'ambiente marino. Le comunità bentoniche e gli organismi che le compongono, possono essere usate come "indicatori" della qualità ambientale e quindi per il rilevamento di eventuali alterazioni di natura antropica.

Di seguito vengono riportati i risultati della fase di caratterizzazione della fauna bentonica di un sito destinato a ripascimento sommerso con sabbie provenienti dal dragaggio portuale di Marina di Carrara. Lo studio ha lo scopo di analizzare le comunità animali presenti attraverso valutazioni qualitative, mediante l'individuazione delle "biocenosi" presenti e quantitative, attraverso l'analisi dei parametri strutturali di comunità.

Il calcolo dell'Indice Biotico M-AMBI (Multimetric-AZTI Marine Biotic Index) eseguito sulla matrice dei dati raccolti, permetterà infine di avere una lettura ecologica semplificata dell'ambiente in esame.

Sarà inoltre importante verificare l'eventuale presenza di specie o ecosistemi particolarmente pregiati o sensibili.

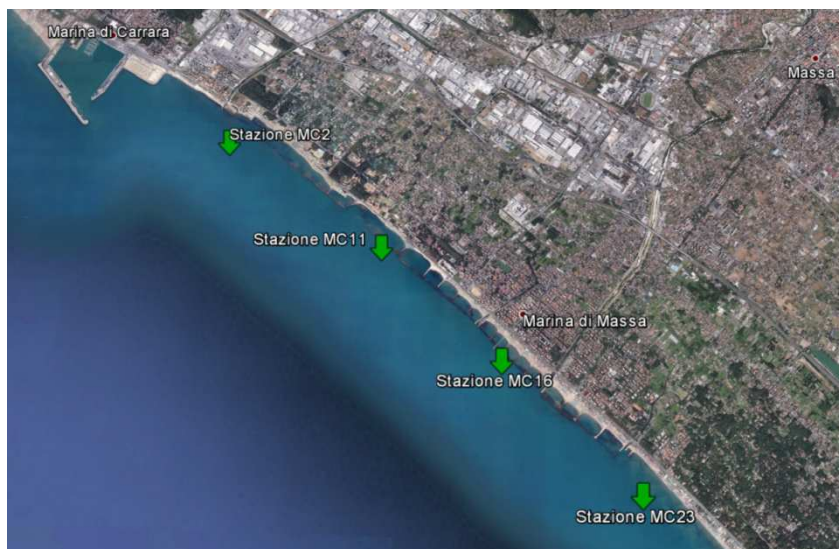
I risultati ottenuti nella fase di caratterizzazione saranno utilizzati come confronto per la valutazione di eventuali variazioni future a seguito delle attività di ripascimento.

Alla caratterizzazione seguirà quindi una fase di monitoraggio dove i popolamenti bentonici saranno nuovamente studiati sia durante che dopo le attività di dragaggio e di ripascimento.

Il seguente studio e le attività in esso comprese è stato eseguito seguendo le "INDICAZIONI TECNICOSCIENTIFICHE RELATIVE ALLE ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE E MONITORAGGIO DELL'AREA COSTIERA PROPOSTA PER LE ATTIVITÀ DI RIPASCIMENTO CON LE SABBIE PROVENIENTI DALL'AREA PORTUALE DI MARINA DI CARRARA", documento redatto dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

Area di studio e disegno di campionamento

All'interno dell'area destinata alle attività di ripascimento a sud del porto di Marina di Carrara, sono state individuate quattro stazioni di campionamento (Figura 1).



Stazioni	Latitudine Nord	Longitudine Est
MC2	44° 01.434'N	10° 03.680'E
MC11	44° 00.840'N	10° 04.935'E
MC16	44° 00.225'N	10° 05.889'E
MC23	43° 59.533'N	10° 06.946'E

Figura 1 – Area di studio: Stazioni e coordinate di campionamento.

Il campionamento è stato effettuato il giorno 10 Aprile 2015. Per la raccolta dei campioni di sedimento è stata utilizzata una benna Van Veen da 25 litri di volume e con superficie di raccolta di 0,18 m². Per ogni stazione sono state effettuate 3 repliche. Durante il campionamento si è reso indispensabile apporre pesi aggiuntivi alla benna a causa della difficoltà della stessa di affondare nel sedimento a prevalenza sabbiosa. Il materiale, una volta prelevato è stato deposto in vasconi e successivamente setacciato con setacci a maglia da 0,5 e 1 mm. Gli organismi e il sedimento rimasto sono stati raccolti in barattoli di plastica (HDPE) dove veniva aggiunta una soluzione di acqua marina al 7% di Cloruro di Magnesio (MgCl₂) allo scopo di narcotizzare e quindi rilassare gli animali. Successivamente (almeno dopo un ora) gli organismi venivano fissati con formaldeide tamponata diluita al 5% con acqua di mare. L'utilizzo di due tipi di setacci ha permesso la separazione di due componenti animali di dimensioni diverse, indispensabile per verificare quale maglia risulti più efficace per caratterizzare il popolamento indagato, anche nelle altre fasi del monitoraggio. Per tutte le attività svolte durante il campionamento sono state seguite le procedure descritte dal manuale S.I.B.M. per le attività inerenti lo studio ed il campionamento del benthos marino (Gambi M.C., Dappiano M. 2003).

In laboratorio i campioni sono stati sciacquati su setaccio di maglia inferiore a 0,5 mm e quindi posti allo stereomicroscopio per l'individuazione e lo smistamento (sorting) degli organismi nei principali taxa animali. Finite le operazioni di sorting gli organismi sono stati classificati, quando possibile, a livello di specie. La nomenclatura utilizzata fa riferimento alla versione aggiornata della "Check list della fauna italiana" pubblicata dalla Società Italiana di Biologia Marina:

<http://www.sibm.it/CHECKLIST/principalechecklistfauna.htm>

Gli organismi una volta identificati sono stati conservati in alcool etilico al 70%. Per le procedure di laboratorio sono state seguite le metodiche ISPRA (AA.VV. 2001).



Alcune fasi del campionamento

Analisi dei dati

Per ogni stazione di campionamento sono state compilate le liste faunistiche delle specie raccolte. Per ogni specie è stata indicata, quando possibile, l'appartenenza alla biocenosi-tipo in base alla standardizzazione di Pèrés e Picard (1964) in modo da definirne l'inquadramento bionomico ed ecologico (Picard J. 1965).

I dati di abbondanza (numero di individui) sono stati raccolti in una matrice specie x stazione ed elaborati attraverso tecniche di analisi univariata e multivariata.

La struttura della comunità macrozoobentonica è stata stimata in termini di numero di individui (N), numero di specie (S), ricchezza specifica di Margalef (D), diversità specifica di Shannon-Wiener (H') ed equitabilità di Pielou (J).

L'analisi multivariata è stata condotta sulla matrice di abbondanza, dopo trasformazione dei dati secondo la radice quadrata, utilizzando l'analisi dei cluster (Cluster Analysis) ed il piano di ordinamento ottenuto tramite il non-metric Multidimensional Scaling (nMDS). La matrice di similarità è stata ottenuta attraverso l'indice di Bray-Curtis (Clarke e Warwick, 1994).

I dati di abbondanza sono stati, inoltre elaborati mediante software "AMBI AZTI Marine Biotic Index" per il calcolo dell'indice AMBI e del valore di Multivariate AMBI (M-AMBI). Tale indice è in grado di riassumere la complessità delle comunità bentoniche, permettendo una lettura ecologica semplificata dell'ambiente che si sta studiando.

Per le analisi sono stati considerati gli organismi raccolti con setaccio 1 mm, come descritto dal manuale SIBM. L'uso del setaccio da 0,5 mm non ha infatti apportato incrementi significativi per la rappresentatività del popolamento bentonico, in particolare in termini di ricchezza specifica e diversità specifica.

Analisi del popolamento bentonico ed inquadramento biocenotico

L'indagine effettuata ha portato alla raccolta e alla determinazione di 1934 individui.

Considerando i valori di abbondanza all'interno di ciascuna stazione, il gruppo sistematico più rappresentato è quello dei policheti (Figura 2). Nelle stazioni MC2, MC11 e MC16 essi rappresentano oltre il 70% del popolamento seguiti, con percentuali molto più basse, da crostacei e molluschi. Nella stazione MC23, sebbene i policheti rappresentino sempre il taxon con maggiori abbondanze, le differenze con altri taxa risultano più contenute. In minori percentuali sono stati trovate specie appartenenti al gruppo degli echinodermi, dei sipunculidi e dei foronidei (nel grafico riportati in Altro).

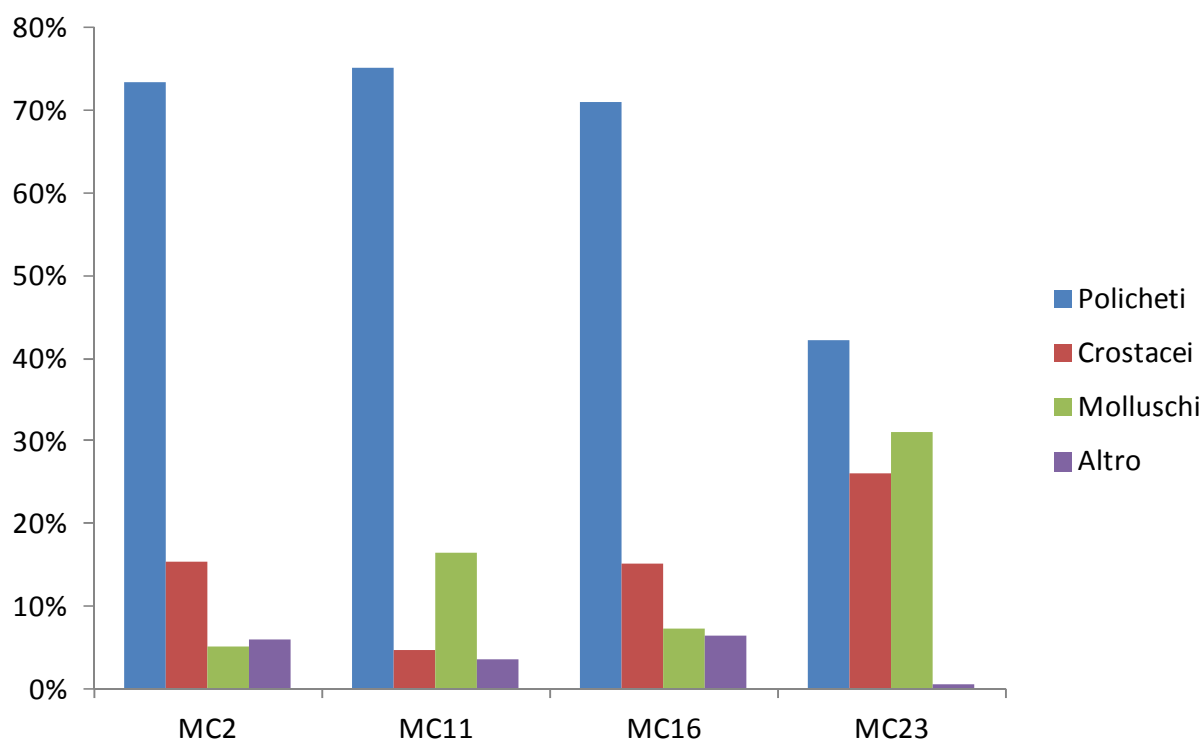


Figura 2 – Valori percentuali di abbondanza dei taxa trovati.

Di seguito riportiamo, in Tabella 1, la lista completa delle specie identificate suddivise per taxa principali: Policheti, Molluschi, Crostacei, Echinodermi, Sipunculidi e Foronidei.

Tabella 1. Lista dei taxa raccolti.

Policheti

Ampharetidae ind.
Aricidea sp.
Capitellidae ind.
Capitomastus minimus (Langherans, 1880)
Chaetozone setosa Malmgren, 1867
Chone sp.
Diplocirrus glaucus (Malmgren, 1867)
Euchymene oerstedii (Claparède, 1863)
Glycera cfr. *tridactyla* Schmarda, 1861
Lumbrineris sp.
Magelona papillicornis F. Müller, 1858
Maldane sarsi Malmgren, 1865
Nephtys hombergi Savigny, 1818
Nephtys sp.
Onuphis eremita Audouin & Milne-Edwards, 1833
Owenia fusiformis Delle Chiaje, 1841
Paradoneis armata Glémarec, 1966
Prionospio malmgreni Claparède, 1870
Prionospio sp.
Sigalion mathildae Audouin & Milne-Edwards, 1832
Spionidae ind.
Spiophanes bombyx (Claparède, 1870)
Sthenelais limicola (Ehlers, 1864)
Terebellidae ind.

Molluschi

Abra alba (W. Wood, 1802)
Chamelea gallina (Linné, 1758)
Donax semistriatus Poli, 1795
Donax venustus Poli, 1795
Lucinella divaricata (Linné, 1758)
Mactra stultorum juv. (Linné, 1758)
Pharus legumen (Linné, 1758)
Tellina fabula Gmelin, 1791

Tellina pulchella Lamarck, 1818

Thracia papyracea (Poli, 1791)

Crostacei

Achelia sp.

Ampelisca brevicornis (A. Costa, 1853)

Apsudes latreilli (Milne-Edwards, 1828)

Atylus guttatus (A. Costa, 1851)

Bathyporeia guilliamsoniana (Bate, 1856)

Corophium orientale Schellenberg, 1928

Cumopsis longipes (Dohrn, 1869)

Cyathura carinata (Krøyer, 1847)

Diogenes pugilator (Roux, 1829)

Hippomedon massiliensis Bellan-Santini, 1965

Idotea linearis Linné, 1767

Iphinoe trispinosa (Goodsir, 1843)

Leptocheirus pilosus Zaddach, 1844

Leucon mediterraneus G.O. Sars, 1879

Leucothoe occulta Krapp-Schickel, 1975

Liocarcinus vernalis (Risso, 1816)

Microprotopus maculatus Norman, 1867

Perioculodes longimanus longimanus (Bate & Westwood, 1868)

Pseudolirius kroyeri (Haller, 1897)

Siphonoecetes dellavallei Stebbing, 1899

Synchelidium haplocheles Sars, 1892

Urothoe pulchella (A. Costa, 1853)

Echimodermi

Acrocnida brachiata (Montagu, 1804)

Sipunculidi

Sipunculus nudus Linnaeus, 1766

Foronidei

Phoronis psammophila Cori, 1889

La Figura 3 mostra le biocenosi di riferimento di gran parte degli organismi classificati. Per molti di questi infatti è stato possibile identificare le affinità biocenotiche e/o le esigenze ecologiche riconosciute a livello bibliografico da vari autori. Nelle quattro stazioni analizzate risultano prevalenti specie riconducibili alla biocenosi delle sabbie fini ben calibrate (SFBC), sia di tipo esclusivo che preferenziale. Altre biocenosi, rappresentate da poche specie, sono quella delle sabbie fini superficiali (SFS), delle sabbie del mesolitorale (SM) e la biocenosi delle sabbie fangose superficiali in ambiente riparato (SVCVM).

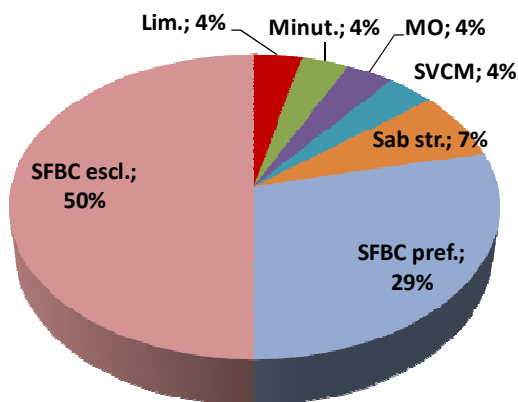
Tra le specie esclusive della biocenosi SFBC, cioè quelle propriamente tipiche di questo biotopo, troviamo in tutte e quattro le stazioni campionate, il polichete *Onuphis eremita*, il mollusco bivalve *Tellina fabula*, il crostaceo anfipode *Urothoe pulchella* ed il lofoforato foronideo *Phoronis psammophila*. Tra le altre specie trovate, esclusive di questa biocenosi, segnaliamo il polichete *Sigalion mathildae*, i molluschi bivalvi *Tellina pulchella* e *Macra stultorum* ed i crostacei *Liocarcinus vernalis* e *Iphinoe trispinosa*. Numerose anche le specie preferenziali, cioè tipiche di questa biocenosi ma talvolta accompagnatrici di altri biotopi. Tra queste segnaliamo i policheti *Owenia fusiformis* e *Paradoneis armata* specie molto abbondanti in tutte le stazioni analizzate, i molluschi *Pharus legumen*, anch'esso abbondante soprattutto in forma giovanile e *Chamelea gallina*, i crostacei anfipodi *Bathyporeia guilliamsoniana* e *Perioculodes longimanus longimanus*.

Tra le specie accidentali cioè caratteristiche di altre biocenosi, troviamo il mollusco bivalve *Donax semistriatus*, tipico delle biocenosi delle sabbie fini superficiali (SFS), il polichete *Maldane sarsi*, tipico delle biocenosi delle sabbie del mesolitorale (SM) ed infine il crostaceo isopode *Cyathura carinata* caratteristico delle biocenosi delle sabbie fangose superficiali in ambiente riparato (SVCVM). Inoltre sono state trovate, seppure in numero limitato, due specie di anfipodi gammaridei, tipici di ambienti salmastri: *Corophium orientale* e *Leptocheirus pilosus*.

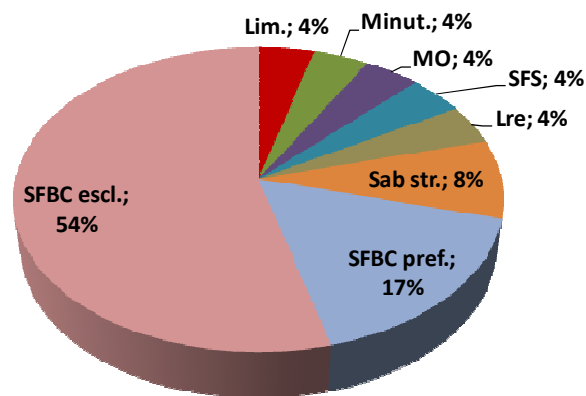
Altri organismi trovati, pur non essendo riconducibili ad una biocenosi specifica, sono comunque riconosciuti come specie sabulicole, sia in senso stretto (il gammaride *Ampelisca brevicornis*), che tolleranti (il sipunculide *Sipunculus nudus*).

Sono presenti anche specie indicatrici di materia organica (MO), specie limicole (Lim.), specie minucicole (Minut.) e specie a larga ripartizione ecologica (LRE).

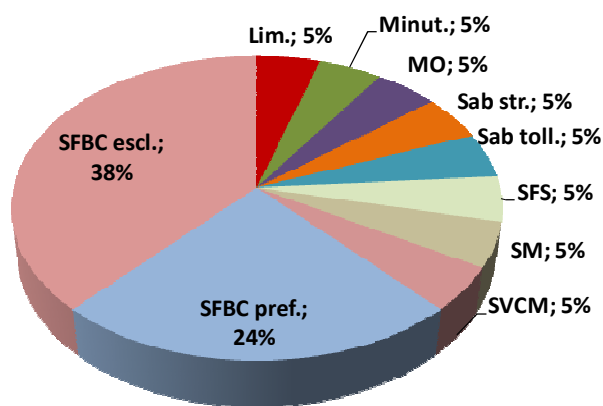
La lista completa delle affinità biocenotiche e delle esigenze ecologiche è riportata nell'Allegato 2



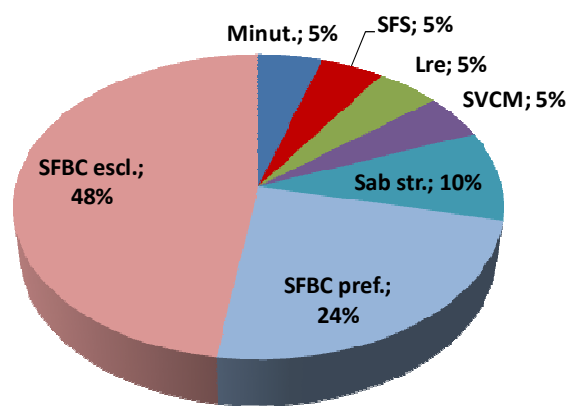
Stazione MC2



Stazione MC11



Stazione MC16



Stazione MC23

Figura 3. Biocenosi ed affinità ecologiche individuate in ogni stazione sulla base degli organismi trovati.

Lim.: specie limicola; **LRE:** specie a larga ripartizione ecologica; **Minut.:** specie minuticole; **MO:** specie indicatrice di materia organica; **Sab. str.:** specie strettamente sabulicola; **Sab. toll.:** specie sabulicola tollerante; **SFBC:** biocenosi delle sabbie fini ben classate; **SFS (=SFHN):** biocenosi delle sabbie fini superficiali; **SM:** biocenosi delle sabbie del mesolitorale; **SVCM.:** biocenosi delle sabbie fangose superficiali in ambiente riparato; **pref.:** specie preferenziali; **escl.:** specie esclusive.

Analisi dei parametri strutturali

Dalla matrice completa delle abbondanze sono stati calcolati i parametri indicatori del grado di complessità del popolamento indagato (Figura 4).

La stazione MC2, collocata più a nord, ha mostrato i valori più alti sia in termini di abbondanza (N), di numero di specie (S), di ricchezza specifica (d) e di diversità specifica (H'). Le stazioni MC11 e MC16, hanno dato valori dei parametri N, S, d e H' tra loro vicini e sensibilmente più bassi rispetto a MC2. Tuttavia i valori di deviazione standard non evidenziano differenze significative, soprattutto in termini di ricchezza specifica e di diversità specifica. La stazione più a sud, MC23, ha mostrato valori significativamente più bassi rispetto alle altre tre stazioni ad eccezione dell'indice di Equitabilità (J) che risulta, invece, significativamente più alto.

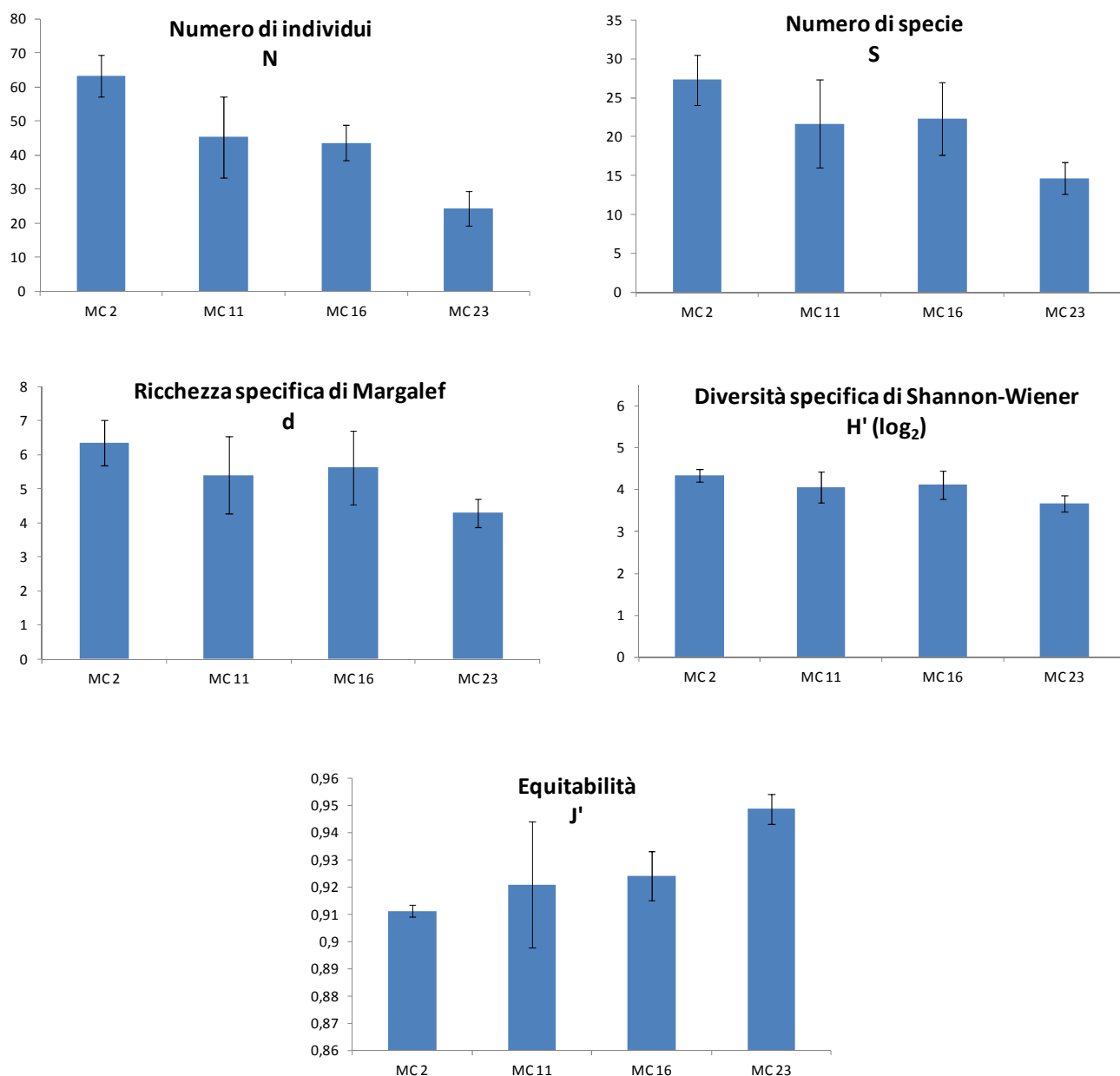


Figura. 4 - Parametri strutturali di comunità. Le barre indicano le deviazioni standard.

Cluster analysis e nMDS

Dalla cluster analysis si può rilevare come in ognuna delle stazioni analizzate, tutte e tre le repliche sono raggruppate tra loro, mostrando quindi un buon livello di similarità tra gruppi (*between-group similarities*). Si possono distinguere due raggruppamenti principali (similarità di Bray-Curtis = 30%), uno rappresentato dalle stazioni MC2, MC11 ed MC16 (Gruppo I: livello di similarità del 58%) e l'altro dalle repliche della stazione MC23 (Gruppo II). Il piano di ordinamento ottenuto dal non-metric MultiDimensionalScaling (nMDS) conferma la separazione dei gruppi I e II mentre più complessa risulta la distinzione tra le repliche delle stazioni del gruppo I.

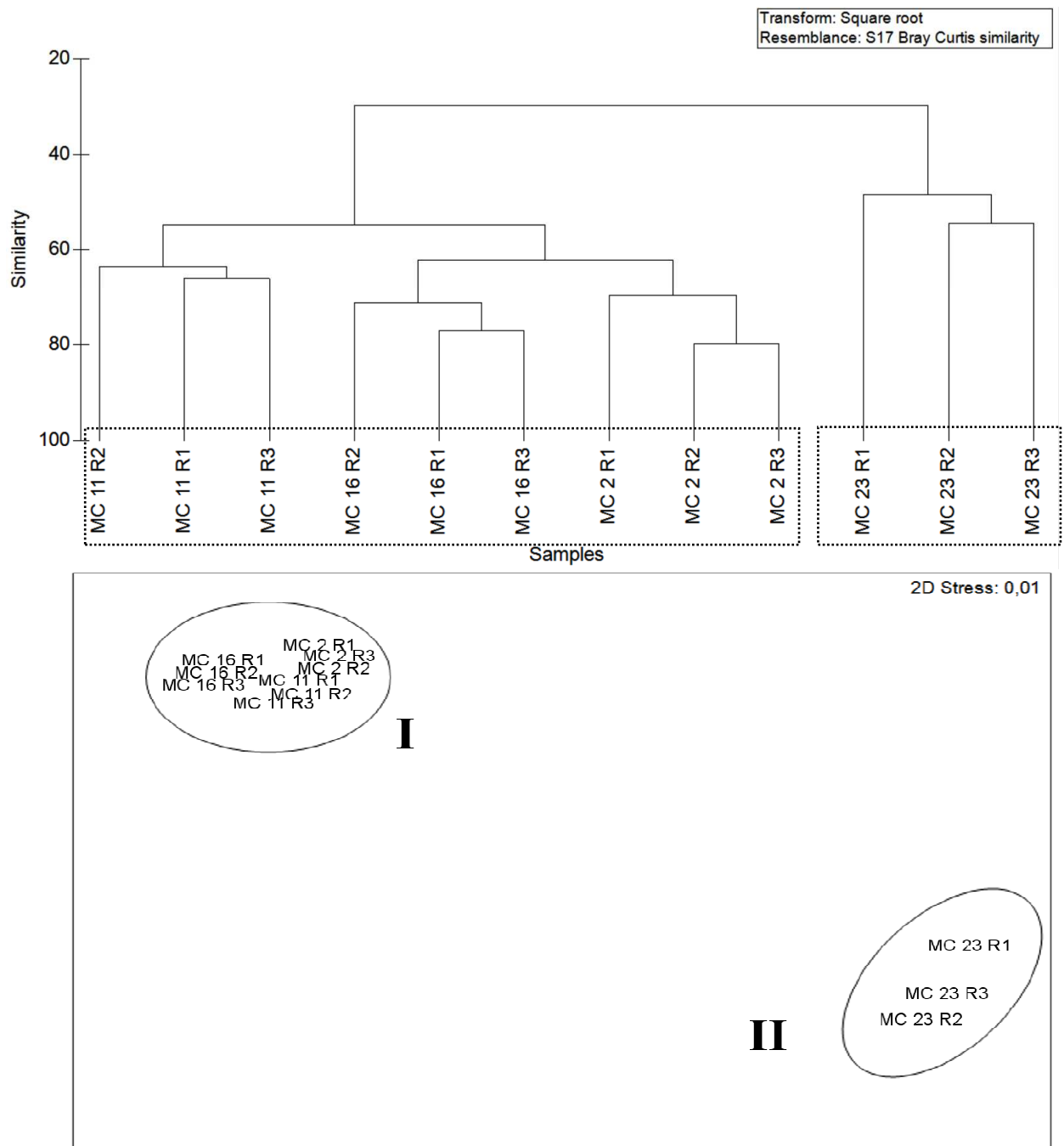


Fig. 8 - Analisi cluster (indice di similarità di Bray-Curtis) e non-metric MultiDimensionalScaling (nMDS) ottenuta dalla matrice di abbondanza dopo trasformazione secondo la radice quadrata.

Calcolo dell'indice AMBI e del valore di Multivariate AMBI (M-AMBI)

Dall'analisi dell'AMBI si evidenzia, nelle stazioni MC2, MC11 E MC16, una predominanza di specie appartenenti al gruppo ecologico II (indifferent to pollution) con valori medi di indice AMBI inferiori a due (MC2: 1,587; MC11: 1,647 E MC16:1,477) e dunque un Indice Biotico (BI) uguale a 2 (Tabella 2).

Nella stazione MC23 si osserva invece una predominanza di specie appartenenti al gruppo ecologico I (sensitive to pollution) con valore medio dell'indice AMBI inferiore ad uno (0,77) e BI=1.

In base a questi risultati la classificazione del livello di disturbo dei siti indagati, risulta “*Slightly disturbed*”, quindi leggermente disturbate, per quanto riguarda le stazioni MC2, MC11 e MC16, e “*Undisturbed*” per la stazione MC23.

Tab. 2 – Risultati individuazione dei gruppi ecologici, Indice AMBI ed Indice Biotico (BI)

Stazione	Gruppi ecologici					AMBI	Media AMBI	BI	Deviazione Standard	Disturbance Classification
	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)					
MC2 RI	14,957	67,094	14,103	0,855	2,991	1,647	1,587	2	0,085	Slightly disturbed
MC2 RII	17,881	61,921	15,563	3,311	1,325	1,624				
MC2 RIII	23,841	61,258	8,609	4,305	1,987	1,49				
MC11 RI	29,148	52,915	6,278	1,794	9,865	1,655	1,647	2	0,297	
MC11 RII	17,647	52,941	17,647	5,882	5,882	1,941				
MC11 RIII	24,699	64,458	7,831	2,41	0,602	1,346				
MC16 RI	15,603	65,957	14,184	2,128	2,128	1,638	1,477	2	0,175	
MC16 RII	23,841	67,55	7,285	1,325	0	1,291				
MC16 RIII	23,529	55,882	18,382	1,471	0,735	1,5				
MC23 RI	60,938	34,375	4,688	0	0	0,656	0,77	1	0,101	Undisturbed
MC23 RII	48,276	50	1,724	0	0	0,802				
MC23 RIII	59,459	29,73	5,405	5,405	0	0,851				

In Allegato 3 è riportata la tabella riassuntiva dei valori di AMBI e la relativa “Disturbance Classification”, cioè la classificazione dei siti in base al livello di disturbo antropico e/o naturale, ad essi associata. Sono riportati inoltre i rispettivi valori di Indice Biotico (Biotic Index, BI) e la descrizione dei gruppi ecologici.

L'analisi multivariata combinata dell'indice AMBI con i parametri strutturali (M-AMBI) e l'analisi delle componenti principali (PCA) pone le quattro stazioni nello stato elevato (*high status*). Tuttavia sebbene le quattro stazioni abbiano uno "status" comune si possono notare differenze nei valori di M-AMBI (Tabella 3 e Figura 9).

Tab. 3 - Risultati indice M-AMBI

Stazione	M-AMBI	Status
MC2	0.89724	High
MC11	0.85903	High
MC16	0.85138	High
MC23	0.91151	High

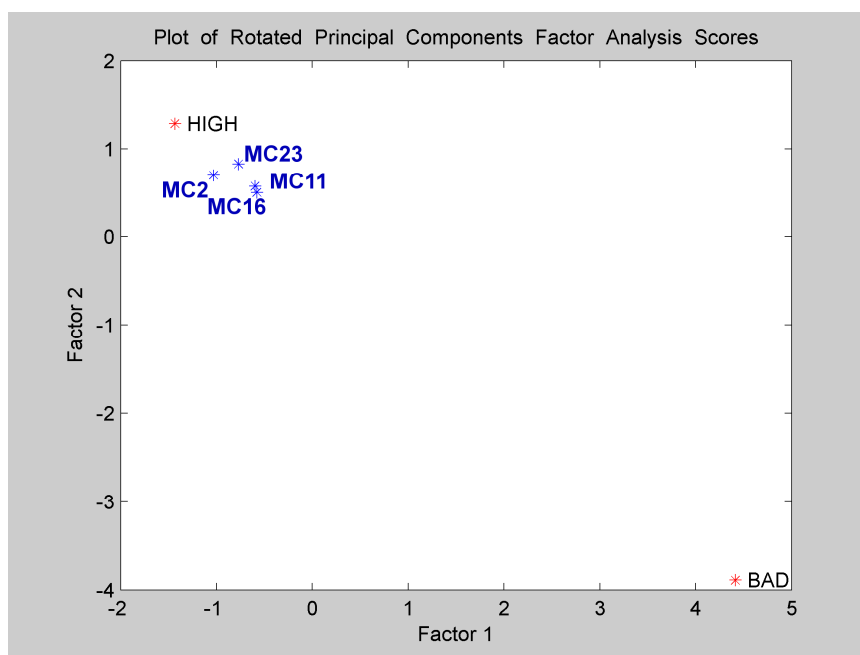
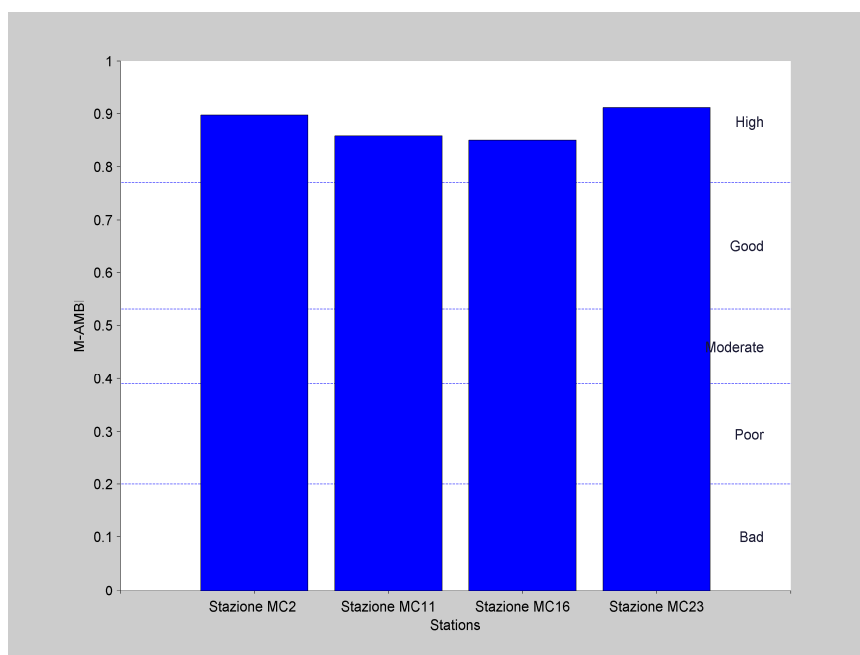


Figura 9 – Rappresentazione grafica dei valori dell'indice M-AMBI e della PCA delle stazioni.

L'analisi dei campioni raccolti ha portato alla individuazione di numerose specie caratteristiche della biocenosi delle sabbie fini ben classate (SFBC). Ciò conferma la riconducibilità del popolamento presente a questa biocenosi come atteso sulla base del tipo di sedimento presente e della conformazione costiera dell'area indagata. La presenza sporadica di specie salmastre o tipiche di biocenosi delle sabbie fangose superficiali in ambiente riparato (SVCM) può essere giustificata dalla esistenza nell'area di indagine di zone chiuse delimitate da barriere frangi flutto nonché dai numerosi corsi d'acqua presenti lungo la costa. Alcune delle specie trovate sono tipiche di biocenosi di ambienti tipicamente confinanti con la biocenosi SFBC come le sabbie fini superficiali (SFS) o le zone sabbiose mesolitorali (SM).

L'analisi dei parametri strutturali, descrittori dei livelli di complessità delle comunità bentoniche, mostra un popolamento ricco in termini di abbondanza e di specie con alcune differenze tra le stazioni. In termini di abbondanza e di numero di specie la stazione MC23 ha mostrato valori significativamente più bassi mentre minore risulta la differenza tra i valori di ricchezza specifica (d) e di diversità specifica (H') con le altre. La stazione MC 23 presenta, invece, valori di equitabilità (J) più alti ad indicare una migliore ripartizione delle abbondanze tra le specie.

In termini di similarità le analisi multivariate confermano una distinzione tra le stazioni più a nord (MC2, MC11, MC16) con la stazione MC23.

Queste differenze, evidenziate dalle analisi, possono essere interpretate come l'effetto della presenza di sabbia a granulometria maggiore in questa stazione (MC23) a differenza delle altre tre caratterizzate da sabbia prevalentemente più fine. Ciò determina una modifica del biotopo-tipo caratteristico della biocenosi SFBC con conseguente effetto sulla composizione specifica del popolamento e del numero di organismi presenti.

Nell'analisi dell'AMBI e dell'indice Biotico, la prevalenza di specie del gruppo ecologico I nella stazione MC23 porta ad una classificazione del disturbo, per questo sito, assente (*Undisturbed*), mentre nelle altre stazioni analizzate (MC2, MC11, e MC16) la prevalenza di specie appartenenti al gruppo II porta ad una classificazione di siti debolmente disturbati (*Slightly disturbed*).

Tuttavia il calcolo dell'indice M-AMBI, effettuato sui dati di abbondanza, mostra per tutte e quattro le stazioni indagate, lo stato ecologico "Elevato", nonostante lievi differenze nei valori dell'indice M-AMBI.

Durante l'indagine non è stata rilevata la presenza di specie o ecosistemi di particolare interesse scientifico o naturalistico.

Le attività previste nel piano di monitoraggio, durante e dopo il ripascimento, consentiranno di verificare eventuali modifiche delle condizioni originali del popolamento bentonico presente.

Riferimenti bibliografici

- Pèrés J.M., Picard J. (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, 31 (47): 5-137.
- Picard J. (1965). Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, 36 (52): 1-160.
- AA.VV. (2001). Metodologie analitiche di riferimento. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). ICRAM, Min. dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. 128pp.
- Borja Á., Mader J., Muxika I. (2012). Instructions for the use of the AMBI index software (Version 5.0). Revista de Investigación Marina, 2012, 19(3).
- Gambi M.C., Dappiano M. (2003). Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. Biologia Marina Mediterranea, 10 suppl.: 638 pp.

Allegato 1

Liste specie delle stazioni campionate

Stazione MC 2

Taxon	Repliche		
	I	II	III
Policheti			
Ampharetidae ind.	1	0	0
Aricidea sp.	1	0	0
Capitellidae ind.	0	0	4
Capitomastus minimus (Langherans, 1880)	7	4	2
Chaetozone setosa Malmgern, 1867	2	2	1
Lumbrineris sp.	1	0	0
Magelona papillicornis F. Müller, 1858	0	2	3
Nephtys hombergi Savigny, 1818	0	1	1
Nephtys sp.	0	1	0
Onuphis eremita Audouin & Milne-Edwards, 1833	1	0	2
Owenia fusiformis Delle Chiaje, 1841	132	152	155
Paradoneis armata Glémarec, 1966	27	46	24
Prionospio malmgreni Claparède, 1870	0	8	12
Sigalion mathildae Audouin & Milne-Edwards, 1832	3	7	9
Spiophanes bombyx (Claparède, 1870)	1	0	0
Sthenelais limicola (Ehlers, 1864)	1	1	2
Terebellidae ind.	0	2	1
Molluschi			
Chamelea gallina (Linné, 1758)	0	3	0
Lucinella divaricata (Linné, 1758)	0	1	2
Mactra stultorum juv. (Linné, 1758)	0	2	0
Pharus legumen (Linné, 1758)	9	9	5
Tellina fabula Gmelin, 1791	5	1	1
Tellina pulchella Lamarck, 1818	0	2	0
Thracia papyracea (Poli, 1791)	2	1	1
Crostacei			
Achelia sp.	0	1	0
Ampelisca brevicornis 12046 (A. Costa, 1853)	5	6	7
Apseudes latreilli (Milne-Edwards, 1828)	1	1	2
Atylus guttatus (A. Costa, 1851)	4	11	37
Bathyporeia guilliamsoniana (Bate, 1856)	0	3	0
Cyathura carinata (Krøyer, 1847)	1	0	0
Diogenes pugilator (Roux, 1829)	0	1	0

Hippomedon massiliensis Bellan-Santini, 1965	2	0	0
Idotea linearis Linné, 1767	0	1	0
Leptocheirus pilosus Zaddach, 1844	3	0	0
Leucon mediterraneus G.O. Sars, 1879	2	0	0
Microtopus maculatus Norman, 1867	0	1	3
Perioculodes longimanus long.(Bate & Westwood, 1868)	2	1	3
Pseudolirius kroyeri (Haller, 1897)	3	3	3
Urothoe pulchella (A. Costa, 1853)	5	7	10
Echinodermi			
Acrocnida brachiata (Montagu, 1804)	3	4	3
Foronidei			
Phoronis psammophila Cori, 1889	12	19	10

Stazione MC 11

Taxon	Repliche		
	I	II	III
Policheti			
Capitomastus minimus (Langherans, 1880)	22	6	1
Chaetozone setosa Malmgern, 1867	2	3	4
Diplocirrus glaucus (Malmgren, 1867)	1	0	0
Glycera cfr. tridactyla Schmarda, 1861	1	1	0
Lumbrineris sp.	1	0	0
Magelona papillicornis F. Müller, 1858	14	5	6
Nephtys hombergi Savigny, 1818	0	1	2
Nephtys sp.	0	1	0
Onuphis eremita Audouin & Milne-Edwards, 1833	1	1	0
Owenia fusiformis Delle Chiaje, 1841	107	39	104
Paradoneis armata Glémarec, 1966	9	12	9
Prionospio malmgreni Claparède, 1870	2	3	0
Sigalion mathildae Audouin & Milne-Edwards, 1832	1	0	0
Spionidae ind.	0	1	0
Spiophanes bombyx (Claparède, 1870)	2	2	3
Sthenelais limicola (Ehlers, 1864)	2	0	0
Molluschi			
Abra alba (W. Wood, 1802)	0	3	1
Chamelea gallina (Linné, 1758)	0	0	1
Donax semistriatus Poli, 1795	9	5	4
Mactra stultorum juv. (Linné, 1758)	11	1	7
Pharus legumen (Linné, 1758)	15	6	15
Tellina fabula Gmelin, 1791	2	0	0
Tellina pulchella Lamarck, 1818	0	0	1
Crostacei			
Ampelisca brevicornis 12046 (A. Costa, 1853)	3	0	3
Atylus guttatus (A. Costa, 1851)	1	0	0
Corophium orientale Schellenberg, 1928	3	0	0
Diogenes pugilator (Roux, 1829)	0	2	0
Iphinoe trispinosa (Goodsir, 1843)	0	0	1
Leucothoe occulta Krapp-Schickel, 1975	1	0	0
Liocarcinus vernalis (Risso, 1816)	1	0	0

	<i>Pseudolirius kroyeri</i> (Haller, 1897)	1	1	1
	<i>Siphonoecetes dellavallei</i> Stebbing, 1899	1	0	0
	<i>Synchelidium haplocheles</i> Sars	2	0	0
	<i>Urothoe pulchella</i> (A. Costa, 1853)	2	0	0
Echinodermi				
	<i>Acrocnida brachiata</i> (Montagu, 1804)	2	1	3
Foronidei				
	<i>Phoronis psammophila</i> Cori, 1889	4	8	0

Stazione MC 16

Taxon	Repliche		
	I	II	III
Policheti			
Ampharetidae ind.	1	0	0
Capitomastus minimus (Langherans, 1880)	3	0	1
Chaetozone setosa Malmgren, 1867	0	1	0
Chone sp.	0	1	0
Diplocirrus glaucus (Malmgren, 1867)	0	2	0
Lumbrineris sp.	0	1	0
Magelona papillicornis F. Müller, 1858	2	6	2
Maldane sarsi Malmgren, 1865	1	0	0
Nephtys hombergi Savigny, 1818	1	0	0
Onuphis eremita Audouin & Milne-Edwards, 1833	0	1	0
Owenia fusiformis Delle Chiaje, 1841	76	81	70
Paradoneis armata Glémarec, 1966	13	6	17
Prionospio malmgreni Claparède, 1870	3	1	2
Prionospio sp.	0	1	0
Sigalion mathildae Audouin & Milne-Edwards, 1832	4	4	0
Sthenelais limicola (Ehlers, 1864)	1	1	0
Terebellidae ind.	4	3	2
Molluschi			
Abra alba (W. Wood, 1802)	1	0	1
Chamelea gallina (Linné, 1758)	3	1	2
Donax semistriatus Poli, 1795	1	2	1
Pharus legumen (Linné, 1758)	5	6	7
Tellina fabula Gmelin, 1791	1	1	0
Crostacei			
Ampelisca brevicornis 12046 (A. Costa, 1853)	6	5	12
Apseudes latreilli (Milne-Edwards, 1828)	4	4	7
Atylus guttatus (A. Costa, 1851)	0	0	1
Bathyporeia guilliamsoniana (Bate, 1856)	1	1	0
Cyathura carinata (Krøyer, 1847)	0	1	0
Iphinoe trispinosa (Goodsir, 1843)	0	0	1
Leptocheirus pilosus Zaddach, 1844	2	0	0
Pseudolirius kroyeri (Haller, 1897)	1	3	1
Urothoe pulchella (A. Costa, 1853)	2	9	6
Echinodermi			
Acrocnida brachiata (Montagu, 1804)	1	1	0
Sipunculidi			

Foronidei	Sipunculus nudus Linnaeus, 1766	0	2	0
	Phoronis psammophila Cori, 1889	9	10	5

Stazione MC 23

Taxon	Repliche		
	I	II	III
Policheti			
<i>Aricidea</i> sp.	0	2	0
<i>Euclymene oerstedii</i> (Claparède, 1863)	0	1	0
<i>Glycera</i> cfr. <i>tridactyla</i> Schmarda, 1861	1	0	0
<i>Magelona papillicornis</i> F. Müller, 1858	4	7	2
<i>Nephtys</i> sp.	1	0	0
<i>Onuphis eremita</i> Audouin & Milne-Edwards, 1833	0	2	1
<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1841	12	23	7
<i>Paradoneis armata</i> Glémarec, 1966	0	0	1
<i>Prionospio malmgreni</i> Claparède, 1870	0	0	2
Spionidae ind.	1	0	0
<i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 1870)	0	1	0
Molluschi			
<i>Donax semistriatus</i> Poli, 1795	18	12	14
<i>Donax venustus</i> 7862 Poli, 1795	1	0	0
<i>Pharus legumen</i> (Linné, 1758)	0	3	0
<i>Tellina fabula</i> Gmelin, 1791	2	0	0
Crostacei			
<i>Achelia</i> sp.	1	0	0
<i>Ampelisca brevicornis</i> 12046 (A. Costa, 1853)	0	0	1
<i>Atylus guttatus</i> (A. Costa, 1851)	6	2	4
<i>Corophium orientale</i> Schellenberg, 1928	1	0	1
<i>Cumopsis longipes</i> (Dohrn, 1869)	3	2	1
<i>Cyathura carinata</i> (Krøyer, 1847)	1	0	0
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	5	0	0
<i>Idotea linearis</i> Linné, 1767	0	0	1
<i>Leucon mediterraneus</i> G.O. Sars, 1879	0	0	1
<i>Liocarcinus vernalis</i> (Risso, 1816)	0	1	1
<i>Microprotopus maculatus</i> Norman, 1867	1	1	0
<i>Perioculodes longimanus</i> long. (Bate & Westwood, 1868)	0	2	0
<i>Siphonoecetes dellavallei</i> Stebbing, 1899	5	0	0
<i>Urothoe pulchella</i> (A. Costa, 1853)	0	1	0
Echinodermi			
<i>Acrocnida brachiata</i> (Montagu, 1804)	1	0	0

Allegato 2

Affinità biocenotiche ed esigenze ecologiche

SPECIE	Affinità biocenotica e/o esigenze ecologiche
POLICHETI	
Ampharetidae ind.	-
Aricidea sp.	-
Capitellidae ind.	-
Capitomastus minimus (Langherans, 1880)	Lim.
Chaetozone setosa Malmgren, 1867	MO
Chone sp.	-
Diplocirrus glaucus (Malmgren, 1867)	-
Euclymene oerstedii (Claparède, 1863)	SFBC escl.
Glycera cfr. tridactyla Schmarda, 1861	Sab. str.
Lumbrineris sp.	-
Magelona papillicornis F. Müller, 1858	Minut.
Maldane sarsi Malmgren, 1865	SM
Nephtys hombergi Savigny, 1818	SFBC escl.
Nephtys sp.	-
Onuphis eremita Audouin & Milne-Edwards, 1833	SFBC escl.
Owenia fusiformis Delle Chiaje, 1841	SFBC pref.
Paradoneis armata Glémarec, 1966	SFBC pref.
Prionospio malmgreni Claparède, 1870	SFBC escl.
Prionospio sp.	-
Sigalion mathildae Audouin & Milne-Edwards, 1832	SFBC escl.
Spionidae ind.	-
Spiophanes bombyx	SFBC escl.
Sthenelais limicola (Ehlers, 1864)	-
Terebellidae ind.	-
MOLLUSCHI	
Abra alba (W. Wood, 1802)	-
Chamelea gallina (Linné, 1758)	SFBC pref.
Donax semistriatus Poli, 1795	SFS
Donax venustus 7862 Poli, 1795	SFBC escl.
Lucinella divaricata (Linné, 1758)	SFBC escl.
Mactra stultorum juv. (Linné, 1758)	SFBC escl.
Pharus legumen (Linné, 1758)	SFBC pref.
Tellina fabula Gmelin, 1791	SFBC escl.
Tellina pulchella Lamarck, 1818	SFBC escl.
Thracia papyracea (Poli, 1791)	SFBC escl.
CROSTACEI	
Achelia sp.	-
Ampelisca brevicornis 12046 (A. Costa, 1853)	Sab. str.
Apeudes latreilli (Milne-Edwards, 1828)	SFBC/Lim toll
Atylus guttatus (A. Costa, 1851)	Sab. toll.
Bathyporeia guilliamsoniana (Bate, 1856)	SFBC pref.
Corophium orientale Schellenberg, 1928	-

Cumopsis longipes (Dohrn, 1869)	-
Cyathura carinata (Krøyer, 1847)	-
Diogenes pugilator (Roux, 1829)	SFBC escl.
Hippomedon massiliensis Bellan-Santini, 1965	Sab. str.
Idotea linearis Linné, 1767	SFBC escl.
Iphinoe trispinosa (Goodsir, 1843)	SFBC escl.
Leptocheirus pilosus Zaddach, 1844	-
Leucon mediterraneus G.O. Sars, 1879	SFBC pref.
Leucothoe occulta Krapp-Schickel, 1975	-
Liocarcinus vernalis (Risso, 1816)	SFBC escl.
Microtopus maculatus Norman, 1867	-
Perioculodes longimanus long. (Bate & Westwood, 1868)	SFBC pref.
Pseudolirius kroyeri (Haller, 1897)	-
Siphonoecetes dellavallei Stebbing, 1899	LRE
Synchelidium haplocheles Sars	-
Urothoe pulchella (A. Costa, 1853)	SFBC escl.
ECHINODERMI	-
Acrocnida brachiata (Montagu, 1804)	-
SIPUNCULIDI	-
Sipunculus nudus Linnaeus, 1766	Sab. toll.
FORONIDEI	-
Phoronis psammophila Cori, 1889	SFBC escl.
Legenda:	
Lim.: specie limicola; LRE: specie a larga ripartizione ecologica; Minut.: specie minuticole; MO: specie indicatrice di materia organica; Sab. str.: specie strettamente sabulicola; Sab. toll.: specie sabulicola tollerante; SFBC: biocenosi delle sabbie fini ben classate; SFS (=SFHN): biocenosi delle sabbie fini superficiali; SM: biocenosi delle sabbie del mesolitorale; SVCM.: biocenosi delle sabbie fangose superficiali in ambiente riparato; pref.: specie preferenziali; escl.: specie esclusive.	

Allegato 3

Tabella riassuntiva dei valori di AMBI e di “Disturbance Classification”

Summary of the AMBI values and their equivalences (modified from Borja et al., 2000, and Muxika et al., 2005)

AMBI values	Biotic index	Dominating ecological group	Benthic community health	Site disturbance classification
$0.0 < \text{AMBI} \leq 0.2$	0	I	Normal	Undisturbed
$0.2 < \text{AMBI} \leq 1.2$	1		Impoverished	
$1.2 < \text{AMBI} \leq 3.3$	2	III	Unbalanced	Slightly disturbed
$3.3 < \text{AMBI} \leq 4.3$	3		Transitional to pollution	Moderately disturbed
$4.3 < \text{AMBI} \leq 5.0$	4	IV-V	Polluted	
$5.0 < \text{AMBI} \leq 5.5$	5		Transitional to heavy pollution	Heavily disturbed
$5.5 < \text{AMBI} \leq 6.0$	6	V	Heavy polluted	
Azoic	7	Azoic	Azoic	Extremely disturbed

The ecological groups correspond to: I, sensitive to pollution; II, indifferent to pollution; III, tolerant to organic matter; IV, opportunistic of second order; V, opportunistic of first order (for details, see Borja et al., 2000, 2003).



**Ricerca e servizi
pesca e biologia marina**

Aplysia Soc. Coop. r.l.

Via Menichetti, 35 - 57121 Livorno

Tel e Fax. 0586/260723

www.aplysia.it

Mail: aplysia@pec.aplysia.it; info@aplysia.it

P.IVA e C.F. 01336260490

N° Iscr. Albo Coop. A100447

Reg. delle Imprese di Livorno N. 01336260490

R.E.A. N. LI - 0119719

Iban IT39B0623013901000040113169