

**CONTRATTO DI RICERCA**  
**Società Ischia Gas s.r.l. - Stazione Zoologica A. Dohrn**



**ATTIVITÀ 2014**

QUINTA RILEVAZIONE (POST OPERAM) DELLE CARATTERISTICHE CHIMICHE E FISICHE DEI SEDIMENTI MARINI IN QUATTRO SITI UBICATI LUNGO IL PERCORSO DI POSA DEL GASDOTTO NAPOLI-ISCHIA E CARATTERIZZAZIONE DELLE COMUNITA' BENTONICHE IVI PRESENTI

E

RICOLONIZZAZIONE SPONTANEA DI *Posidonia oceanica* DELLA TRACCIA DI ESCAVO DI PUNTA S. PIETRO: MONITORAGGIO DEL RICOPRIMENTO DEL CANALE DI ATTRAVERSAMENTO DELLA PRATERIA



*Area Gestione Ambiente ed Ecologia Costiera*

**Gruppo di lavoro:**

Stazione Zoologica Anton Dohrn:

Dott.ssa Raffaella Casotti (Responsabile del progetto)

Dott.ssa Cristina Buia

Ing. Francesca Margiotta

Dott. Augusto Passarelli

Dott.ssa Maria Saggiomo

Dott.ssa Rosanna Guglielmo

Sig. Marco Cannavacciuolo

Sig. Bruno Iacono

Sig. Vincenzo Rando

Sig. Gianluca Zazo

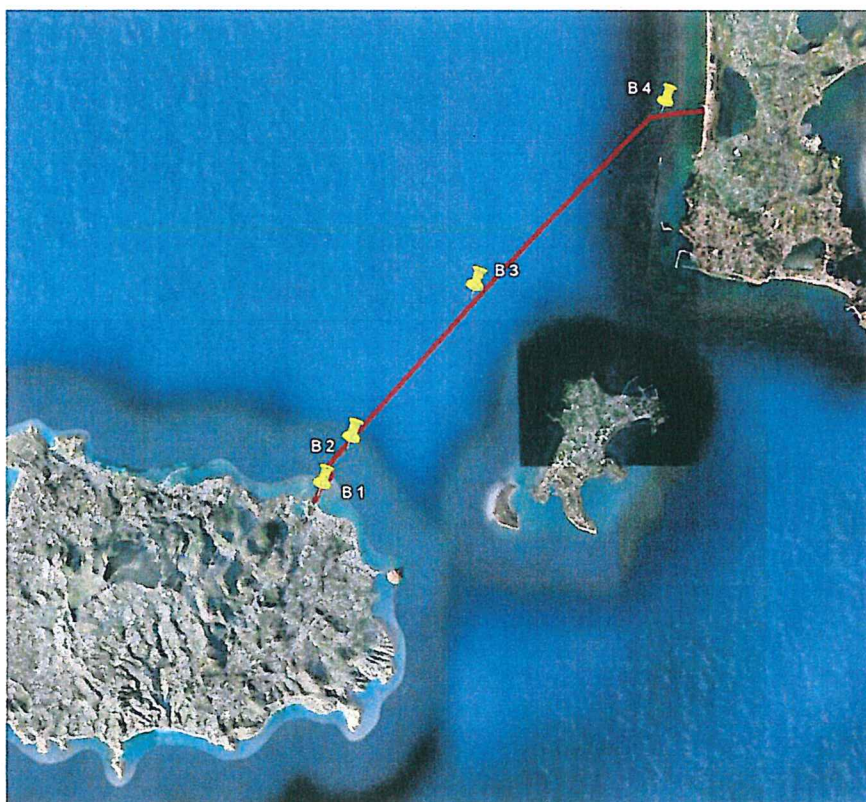
1. PIANO DI CAMPIONAMENTO	4
2. RISULTATI	5
Granulometria.....	5
TOC, TN e fosfati .....	6
Idrocarburi totali, PCB .....	6
Metalli pesanti .....	7
IPA .....	7
Pesticidi organoclorurati .....	7
Biocenosi bentoniche .....	8
3 RICOLONIZZAZIONE SPONTANEA DI <i>Posidonia oceanica</i> DELLA TRACCIA ESCAVO DI PUNTA S. PIETRO	14
4. RACCOMANDAZIONI	21
5. BIBLIOGRAFIA	22
7. APPENDICE	23

## 1. PIANO DI CAMPIONAMENTO

Le caratteristiche chimico - fisiche dei sedimenti superficiali e la composizione faunistica della comunità bentonica sono state analizzate in quattro punti significativi, disposti lungo l'intero percorso della condotta (Fig. 1). Più nel dettaglio, le stazioni B1 e B2 sono state posizionate nelle vicinanze del Porto di Ischia alle profondità di 4m e 67m rispettivamente; B3 al centro del tratto Ischia-Fusaro alla profondità di 61m e B4 immediatamente fuori la Laguna del Fusaro, a 12m di profondità. I campionamenti sono stati effettuati nei giorni 18/10/2013 e 05/12/2013, così come riportato in Tabella I.

**Tab. I** – Coordinate e profondità delle stazioni di campionamento.

Stazione	Data campionamento	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
<b>B1</b>	20/11/2014	40° 44.810'N	13° 56.730'E	4.0
<b>B2</b>	20/11/2014	40° 45.350'N	13° 57.190'E	67.5
<b>B3</b>	03/11/2014	40° 47.120'N	13° 59.139'E	61.5
<b>B4</b>	03/11/2014	40° 49.280'N	14° 02.140'E	11.5



**Fig. 1** - Ubicazione geografica delle stazioni di campionamento.

I campionamenti dei sedimenti superficiali sono stati effettuati con una benna *Van Veen* che consente di associare maneggevolezza ad una adeguata penetrazione del substrato. La benna è stata accuratamente lavata ogni volta prima dell'uso e una volta giunto in

superficie, il campione di sedimento è stato rapidamente recuperato per evitare sollecitazioni e relative perdite che ne potessero alterare il contenuto.

Le analisi granulometriche sono state effettuate presso il laboratorio ILAG (Napoli), le indagini chimiche sui sedimenti presso il dipartimento di Chimica dell'università di Napoli Federico II.

## 2. RISULTATI

### Granulometria

L'analisi granulometrica dei singoli campioni (vedi appendice) ha permesso di ottenere i valori dei percentili essenziali per ricavare le percentuali di ghiaia, sabbia, silt e argilla presenti in ogni singolo campione (Tabella V).

I campioni sono stati suddivisi in classi granulometriche secondo la scala Udden – Wentworth (1922), i cui limiti di classe sono espressi in phi ( $\phi = -\log_2$  del diametro dei granuli espresso in mm), secondo la scala proposta da Krumbein (1934).

La distinzione delle principali classi dimensionali (sabbia, silt ed argilla) è stata utilizzata per la classificazione dei sedimenti secondo il diagramma triangolare di Shepard (1954) (Fig. 2).

**Tab V** - Composizione Granulometrica

CAMP. numero	COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA				CLASSIFICAZIONE SHEPARD (1954)
	% ghiaia	% sabbia	% silt	% argilla	
B1	1.19	96.11	2.69	0.00	Sabbia
B2	1.60	49.98	32.22	16.20	Sabbia siltosa
B3	0.00	10.83	64.51	24.66	Silt argilloso
B4	0.34	87.85	11.82	0.00	Sabbia

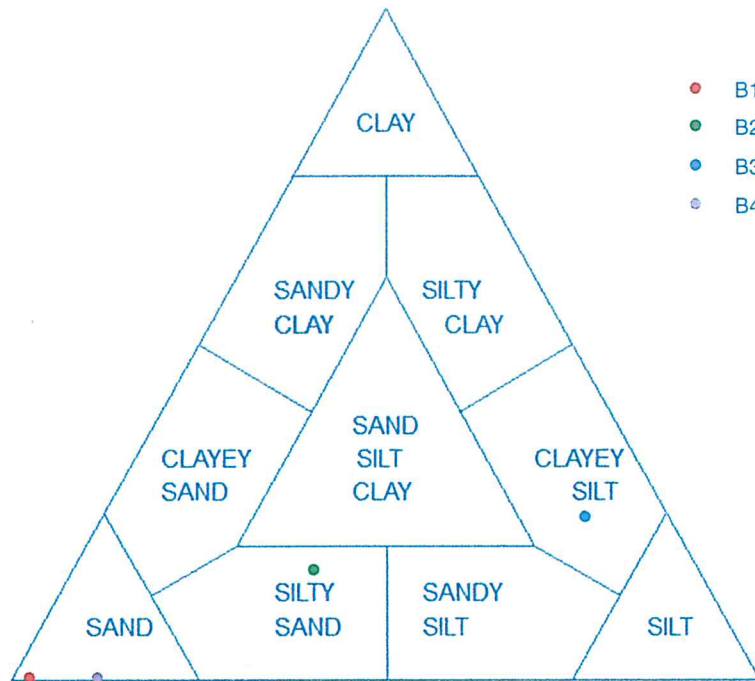


Fig. 2 - Ubicazione dei campioni analizzati nel diagramma triangolare di Shepard (1954).

### TOC, TN e fosfati

Tab. VI - Percentuali di Carbonio Organico Totale (TOC), concentrazioni di Azoto Totale (TN) e Fosforo.

Stazione	%TOC	TN (mg/Kg)	Fosforo (mg/Kg)
B1	0.28	7.4	10.2
B2	1.51	142	46.5
B3	1.54	12.6	65.7
B4	0.48	4.6	31.7

### Idrocarburi totali, PCB

Tab. VII - Concentrazioni degli idrocarburi totali e dei policlorobifenili (PCB) congeneri 126 e 28.

Stazione	Idrocarburi totali (mg/kg)	PCB 126 (µg/kg)	PCB 28 (µg/kg)
B1	172	<0.01	0.19
B2	142	0.17	0.24
B3	141	0.17	0.24
B4	186	0.05	0.23

## Metalli pesanti

Tab. VIII - Concentrazioni dei metalli pesanti (Cromo, Rame, Nichel, Piombo, Vanadio, Zinco, Arsenico, Cadmio e Mercurio).

Stazione	Cr (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	V (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	As (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)
B1	3.6	2.5	2.8	6.9	27.9	27.4	8.2	0.03	<0.001
B2	20.8	14.8	14.1	22.6	32.3	41.8	9.4	0.07	<0.001
B3	40.9	19.2	21.5	25.2	43.9	56.1	9.0	0.09	<0.001
B4	16.4	7.1	11.1	9.9	25.7	61.1	7.8	0.08	<0.001

## IPA

Tab. IX - Concentrazioni degli IPA totali.

Stazione	IPA (mg/kg)
B1	<0.1
B2	<0.1
B3	<0.1
B4	<0.1

## Pesticidi organoclorurati

Tab. X - Concentrazione di Endrin, Clordano e trans-Clordano.

Stazione	ENDRIN ( $\mu$ g/kg)	Clordano ( $\mu$ g/kg)	trans- Clordano ( $\mu$ g/kg)
B1	11.00	0.69	0.64
B2	22.37	1.13	1.11
B3	22.04	1.11	1.09
B4	34.90	0.71	0.68

## **Biocenosi bentoniche**

Negli ultimi decenni, con l'introduzione delle normative nazionali (D.L. n. 152/1999 e D.L. n. 258/2000) ed europee (Direttiva CE 2000/60), si pone grande attenzione, nella definizione dello stato di qualità delle acque e dei sedimenti, non più solo agli aspetti chimico-fisici ma anche alle componenti biocenotiche esistenti. Infatti, la scelta di metodi per la valutazione della qualità ambientale si è indirizzata specialmente verso lo studio delle componenti biologiche dell'ecosistema in grado di rispondere, con differente sensibilità, alle modificazioni dell'ambiente.

Tra le varie componenti testate, gli organismi bentonici, ed in particolare quelli macrobentonici, sono stati considerati i più adeguati descrittori sintetici dell'ambiente. La principale caratteristica che ha reso questi organismi i più diffusi bioindicatori della qualità di ecosistemi marini costieri ed estuari, rispetto a necton e plancton, è la loro relativa immobilità e maggiore stabilità nei confronti delle variazioni ambientali stagionali. I principali vantaggi nell'utilizzo del benthos negli studi di monitoraggio della qualità ambientale sono stati illustrati da numerosi autori (Pearson & Rosenberg, 1978; Bilyard, 1987; Dauer, 1993; Warwick, 1986, 1993; Weisberg et al., 1997; Paul et al., 2001; Sandulli, 2004). Poiché gli organismi sono sottoposti a molteplici fonti di impatto è necessario effettuare misure multiple del loro stato di salute, a tutti i livelli, in modo tale da poter identificare e distinguere gli eventuali effetti sulla biodiversità. L'utilizzo degli organismi bentonici negli studi di biomonitoraggio è importante anche perché le condizioni di disturbo indotte da interventi antropici in ambiente marino costiero hanno quasi sempre conseguenze sul comparto bentonico, sia dirette, sia mediate dalla componente pelagica (Occhipinti Ambrogi e Forni, 2003).

In questo ambito, è stato condotto uno studio sull'analisi della composizione e della struttura dei popolamenti bentonici di fondi mobili in tre aree scelte nel Golfo di Napoli, poste in corrispondenza del gasdotto, al fine di valutare le variazioni della biodiversità su una scala temporale di medio e lungo termine.

Lo studio ha condotto all'identificazione complessiva di 81 taxa, 922 individui e 72 specie appartenenti ai diversi gruppi riscontrati. In Tabella XVII è riportata la lista completa dei taxa rinvenuti nei 12 campioni esaminati con riferimento al phylum, alla classe, all'ordine e alla specie e i valori di abbondanza per le repliche di ciascuna stazione.



**Tab. XVII** - Taxa riscontrati nei campioni raccolti ed esaminati con riferimento al phylum, alla classe, all'ordine e alla specie e i valori di abbondanza delle repliche di ciascuna stazione.

Stazioni	B1			B2			B3			B4		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<b>PHYLUM ANELLIDA</b>												
<b>Classe Polychaeta</b>												
<i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)				1	1		2	3				1
<i>Aphelochaeta marioni</i> (Saint-Joseph, 1894)					1		1					
<i>Aponuphis bilineata</i> (Baird, 1870)		2								4	9	3
<i>Brada villosa</i> (Rathke, 1843)							1					
<i>Caulleriella zetlandica</i> (Mc Intosh, 1911)				1	1	1						
<i>Chone acustica</i> (Claparède, 1870)											2	
<i>Chone arenicola</i> Langerhans, 1880										1	2	
Cirratulidae indet.								2				1
<i>Clymenura clypeata</i> (Saint-Joseph, 1894)												1
<i>Diopatra neapolitana</i> Delle Chiaje, 1841												1
<i>Euclymene oerstedii</i> (Claparède, 1863)				1	1	1					2	4
<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)										1		3
<i>Glycera tridactyla</i> (Schmarda, 1861)	1			1		1	1	2	3	1	4	2
<i>Laonice cirrata</i> (M. Sars, 1851)				1								
<i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin & Milne-Edwards, 1834					1	2	1	3	3			
<i>Kefersteinia cirrata</i> (Keferstein, 1862)											1	
<i>Magelona alleni</i> Wilson, 1958								2	1		1	
<i>Malacoceros</i> sp.												1
Maldanidae indet.												1
<i>Malmgreniella lunulata</i> (Delle Chiaje, 1841)								1	1			
<i>Marphysa bellii</i> (Audouin & Milne-Edwards, 1833)					1	3	3	5	2			
<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870					1						6	1
<i>Neanthes succinea</i> (Frey & Leuchart, 1847)										3	1	4
<i>Nematonereis unicornis</i> (Grube, 1840)						1						
<i>Nephtys hombergi</i> Savigny, 1818			1				2	3	1	2	5	
<i>Notomastus latericeus</i> M. Sars, 1851										2	5	
<i>Onuphis eremita</i> Audouin & Milne-Edwards, 1833											3	3
<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1841										342	89	124
<i>Paralacydonia paradoxa</i> Fauvel, 1913				1								
<i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)								1	1			
<i>Phyllochaetopterus socialis</i> Claparède, 1868								1		18	2	17
<i>Phyllodoce lineata</i> (Claparède, 1870)												2
<i>Poecilochaetus serpens</i> Allen, 1904						1		1				
Polynoidae indet.					1							
<i>Polydora</i> sp.										3	3	12
<i>Pontogenia chrysocoma</i> (Baird, 1865)				1								
<i>Prionospio ehlersi</i> Fauvel, 1928								8	6			
<i>Prionospio fallax</i> Soderstrom, 1920											1	
<i>Praxillella gracilis</i> (M. Sars, 1861)								1		3		
<i>Pseudoleiocapitella fauveli</i> Harmelin, 1964						2		1	4			1
<i>Scoloplos (Scoloplos) armiger</i> (O.F. Müller, 1776)		1										
<i>Sigalion mathildae</i> Audouin & Milne-Edwards, 1832											5	1
<i>Sigamba tentaculata</i> (Treadwell, 1941)											1	
<i>Spio filicornis</i> (O.F. Müller, 1766)						1					1	
<i>Spio multioculata</i> (Rioja, 1918)									1			

<i>Sternaspis scutata</i> (Ranzani, 1817)				1			1	2	3			
<i>Terebellides stroemi</i> M. Sars, 1835				1			3	1				
<b>PHYLUM MOLLUSCA</b>												
<b>Classe Bivalvia</b>												
<i>Abra alba</i> (Wood W., 1802)				1	1							
<i>Corbula gibba</i> (Olivi, 1792)											1	1
<i>Ctena decussata</i> (Costa O.G., 1829)					1							
<i>Donax venustus</i> Poli, 1795	3											1
<i>Diplodonta rotundata</i> (Montagu, 1803)						1						
<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)	2											
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)					1							
<i>Lucinella divaricata</i> (Linné, 1758)												1
<i>Nuculana pella</i> (Linné, 1767)				2	1							
<i>Pharus legumen</i> (Linné, 1758)												1
<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)										1		
<i>Spisula subtruncata</i> (Da Costa, 1778)			1							2		2
<i>Tellina nitida</i> Poli, 1791										9	7	3
<i>Venerupis aurea</i> (Gmelin, 1791)	1				1							
<b>Classe Gastropoda</b>												
<i>Hexaplex trunculus</i> (Linné, 1758)										1		
<i>Nassarius mutabilis</i> (Linnaeus, 1758)												1
<i>Natica dillwynii</i> Payraudeau, 1826											1	
<i>Natica stercusmuscarum</i> (Gmelin, 1791)												1
<i>Neverita josephinia</i> (Linnaeus, 1758)			1							1	2	1
<b>PHYLUM ARTHROPODA</b>												
<b>Classe Crustacea</b>												
<b>Sottoclasse Malacostraca</b>												
<b>Ordine Decapoda</b>												
<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1814)						1	1		1		3	2
<i>Macropipus tuberculatus</i> (Roux, 1830)												1
<b>Ordine Stomatopoda</b>												
<i>Squilla</i> sp.											1	
<b>Ordine Tanaidacea</b>												
<i>Apseudes latreillei</i> (Milne-Edwards, 1828)											1	2
<i>Tuberapseudes echinatus</i> (G.O. Sars, 1882)				1								
<b>Ordine Amphipoda</b>												
<i>Ampelisca</i> sp.											3	2
<i>Gammarus</i> sp.								1				
<i>Leucothoe spinicarpa</i> (Abildgaard, 1789)								1	1		1	1
<b>SIPUNCULIDA indet.</b>						1						
<b>PHYLUM ECHINODERMATA</b>												
<b>Classe Echinoidea</b>												
<i>Echinocardium cordatum</i> (Pennant, 1777)										2	7	2
<b>Classe Ophiuroidea</b>												
<i>Amphiura chiajei</i> Forbes, 1843							1	1			1	
<i>Amphiura filiformis</i> (O.F. Muller, 1776)							1	1			1	1
<i>Ophiura ophiura</i> (Linnaeus, 1758)											4	
<b>Classe Holoturoidea</b>												
<i>Ocnus syracusanus</i> (Grube, 1840) Panning, 1949											1	
<i>Phyllophorus urna</i> Grube, 1840								1				

Il gruppo che annovera il maggior numero sia di specie che di individui è quello degli anellidi policheti (42 specie e 795 individui) seguito dai molluschi (19 specie e 54 individui). Come nei campioni raccolti negli anni precedenti, in fase di smistamento degli organismi è stato osservato un aumento della componente fangosa dalla stazione B1 alla stazione B4 (dominata dalla *facies* del polichete tubicolo *Owenia fusiformis*).

Dal punto di vista biocenotico si osserva una predominanza di specie vasicole (*Sternaspis scutata*, *Magelona alleni*, *Phyllodoce lineata*, *Poecilochaetus serpens*, *Laonice cirrata*, *Paraprionospio pinnata* tra i policheti, *Amphiura chiajei*, *Amphiura filiformis*, *Ophiura ophiura* e *Echinocardium cordatum* tra gli echinodermi, *Abra alba* tra i molluschi) seguite da specie rappresentanti la Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (*Euclymene oerstedii*, *Nephtys hombergi*, *Onuphis eremita*, *Chone acustica*, *Owenia fusiformis*, *Sigalion mathildae*, *Diopatra neapolitana*, tra i policheti, *Spisula subtruncata* tra i molluschi bivalvi, *Nassarius mutabilis*, *Neverita josephinia* tra i molluschi gasteropodi). Inoltre un elevato numero di specie sono risultate indicatrici di materia organica (MO) o sono descritte in letteratura come specie a larga ripartizione ecologica (Lre) (Pérès e Picard, 1964).

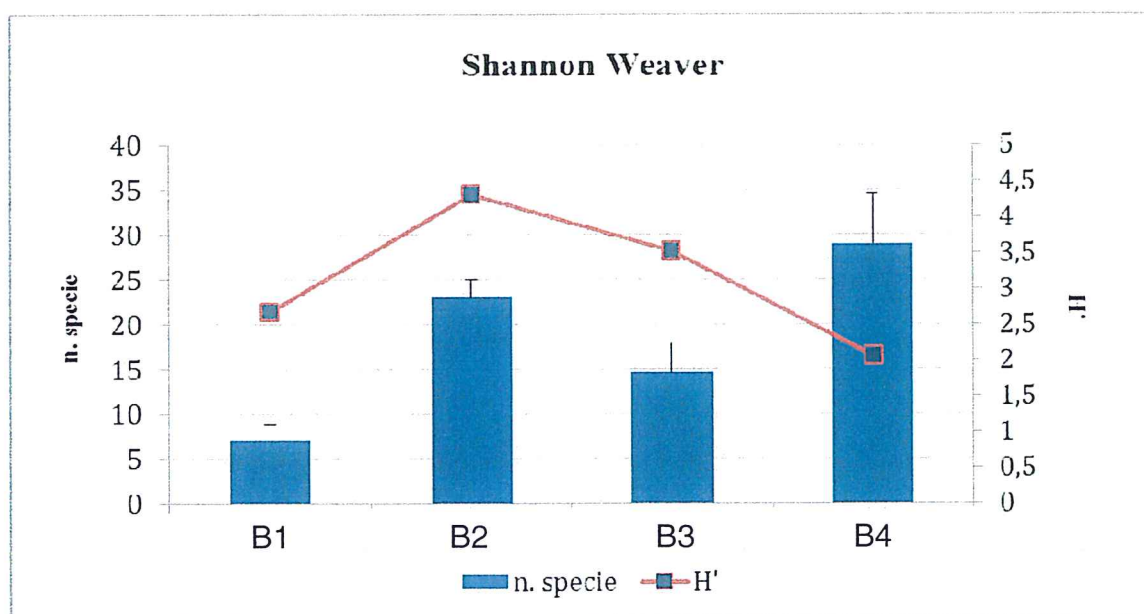
Al fine di effettuare una migliore caratterizzazione del popolamento, è stato effettuato il calcolo dei principali parametri strutturali: diversità specifica (Shannon & Weaver, 1949), ricchezza specifica (Margalef, 1958), equiripartizione o “evenness” (Pielou, 1966). I valori per ciascuna stazione e singola replica, sono stati elaborati e riportati in tabella XVIII.

**Tab. XVIII** – Valori dei parametri strutturali della comunità: d (Margalef), J (Pielou), H'(Shannon Weaver)

STAZIONI	REPLICHE	n. specie	n. individui	d	J'	H'
<b>B1</b>	R1	4	7	1,541695	0,921185	1,842371
	R2	2	3	0,910239	0,918296	0,918296
	R3	3	3	1,820478	1	1,584963
<b>B2</b>	R1	11	12	4,024296	0,988109	3,418296
	R2	10	10	3,90865	1	3,321928
	R3	12	16	3,967411	0,96314	3,45282
<b>B3</b>	R1	10	15	3,323424	0,945105	3,139572
	R2	17	35	4,500263	0,897556	3,668728
	R3	14	31	3,785687	0,92394	3,517766
<b>B4</b>	R1	15	390	2,346573	0,232075	0,906693
	R2	30	170	5,646639	0,634852	3,11515
	R3	29	188	5,347142	0,483341	2,348064

Come si nota dalla tabella, rispetto ai precedenti anni, si registra una notevole diminuzione del numero di specie, del numero di individui e degli indici strutturali della comunità in tutte le stazioni.

L'indice di Margalef ( $d$ ) nella stazione B1 ha mantenuto gli stessi valori dello scorso anno, evidenziano la presenza di una comunità poco strutturata e povera di specie. Al contrario, come risulta evidente dal grafico riportato in figura 3, le altre stazioni hanno registrato valori più alti dell'indice, denotando la presenza di comunità più strutturate e ricche di specie. Rispetto al precedente anno, si nota una crescita esponenziale del numero di specie dalla stazione IG1 alla stazione IGB4. L'andamento dell'indice di diversità di Shannon Weaver ( $H'$ ) evidenzia valori più alti formanti un "plateau" tra le stazioni B2 e B3 corrispondenti a una comunità ben strutturata (dato non precedentemente emerso). Le stazioni B1 e B4 non mostrano variazioni significative. All'interno di ciascuna stazione non emerge una sostanziale differenziazione tra le tre repliche, come si evince dai valori della deviazione standard.



**Fig. 3** – Andamento dell'indice di diversità specifica nelle 4 stazioni esaminate.

L'indice di equitabilità ( $J$ ) presenta, analogamente al 2013, un andamento pressoché lineare nelle prime tre stazioni, con valori vicino al massimo, e un brusco calo dei valori nella stazione B4, probabilmente correlato con la presenza della *facies* del polichete tubicolo *Owenia fusiformis*. Anche in questo caso, tra le repliche della stessa stazione non esistono sostanziali differenze (Fig. 4).

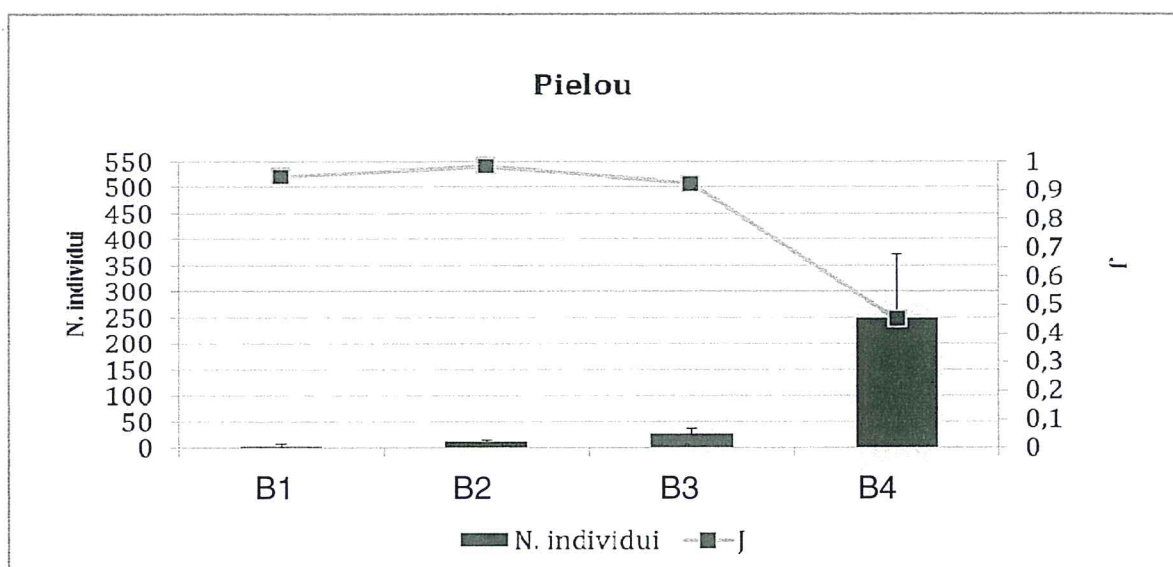


Fig. 4 – Andamento dell'indice di equitabilità nelle 4 stazioni esaminate.

L'elaborazione dei dati del 2014 ha fornito risultati differenti in alcuni punti precedentemente evidenziati. La differente tipologia di sedimento ha determinato una elevata variabilità della composizione specifica, caratterizzata da specie appartenenti a diverse tipologie di fondale. Come precedentemente osservato, la stazione B4, tra le stazioni analizzate, è quella che si discosta maggiormente per la presenza della *facies* di *Owenia fusiformis* (specie sabulicola tollerante, preferenziale di SFBC).

Confrontando gli indici strutturali relativi ai campionamenti eseguiti dal 2010 al 2014, emerge un'elevata variabilità del popolamento in termini di struttura, numero di specie e di individui. In particolare, la comunità sembra cambiare ogni due anni: risulta pressoché identica, in termini di composizione e struttura, negli anni 2010 e 2011 e negli anni 2012 e 2013. Occorre aspettare il 2015 per vedere se la comunità del 2014, differente dalle altre, possa avere le stesse caratteristiche.

Dal momento che il benthos costituisce il gruppo di organismi più adatto per la selezione di indicatori biologici legati alle differenti tipologie di impatto e costituisce uno strumento utile di valutazione ecologica, per lo studio delle variazioni della biodiversità su una scala temporale di medio – lungo termine si suggerisce il monitoraggio a scala temporale più frequente in modo da poter meglio valutare la variabilità locale dei *range* batimetrici considerati.

### 3 RICOLONIZZAZIONE SPONTANEA DI *Posidonia oceanica* DELLA TRACCIA ESCAVO DI PUNTA S. PIETRO

#### *Monitoraggio ricoprimento dell'escavo per canale di posa della condotta gas con videoriprese in immersione di maggio e dicembre 2014*

M/P Phoenicia – Cpt. Rando

Assistenza in barca: FP Patti- D. Grech

Operatori subacquei: M Lorenti, B Iacono, MC Buia

Assistenza in acqua : MC Gambi

Canale di escavo principale

- |                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| 1)Punto di inizio: gavitello    | 40°44',965N |
| 2)Punto intermedio A: gavitello | 40°44',951N |
| 3)Punto intermedio B: gavitello | 40°44',915N |
| 4)Punto finale : gavitello      | 40°44',888N |

Direzione SW rilevata con bussola subacquea ( da 240° a 210°)

Profondità: da m 8 circa a m 5 circa

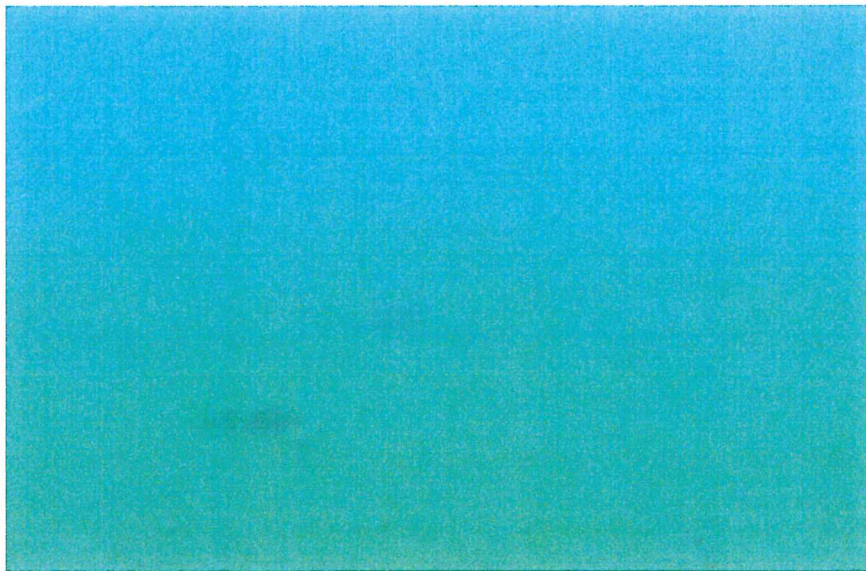
Distanza percorsa in immersione: circa 200 m

L'area ispezionata è la stessa monitorata negli anni precedenti, sia con Rov sia in immersione. Il monitoraggio è stato effettuato previo posizionamento dei gavitelli nei 4 punti sopra riportati, alle stesse coordinate rilevate nelle precedenti ispezioni.

Il punto di inizio delle riprese coincide con il rilevamento della condotta ancora esterna all'escavo, sulla prateria di *Posidonia* (Fig. 5a) per terminare dove il ricoprimento di pietrisco e la "matte" circostante sono sostituiti da sabbia (Fig. 5b).

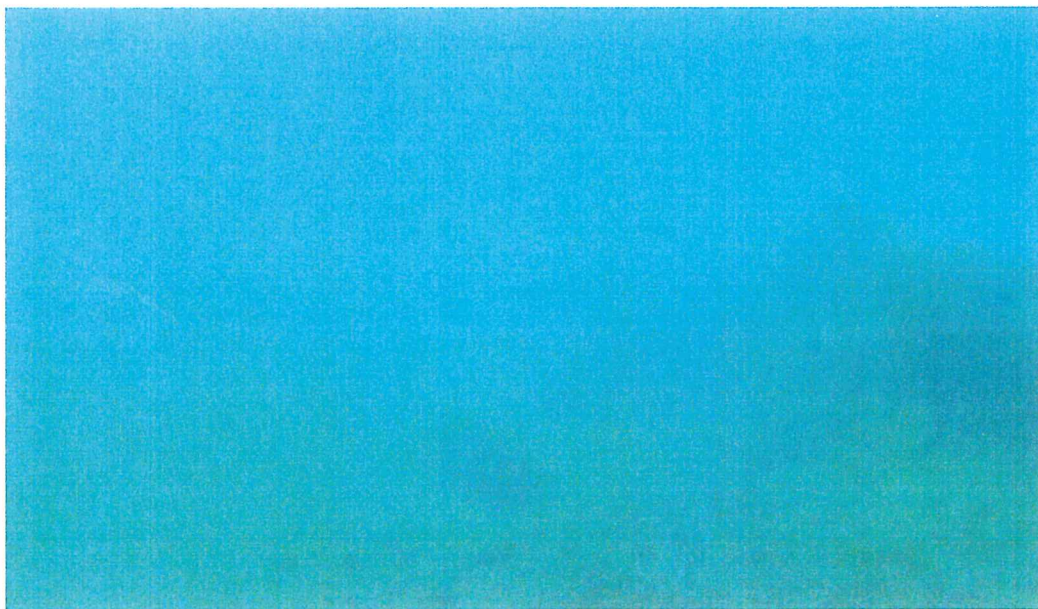


**Fig. 5 a** - Punto inizio condotta soffolta.



**Fig. 5b** - Termine del transetto di ispezione.

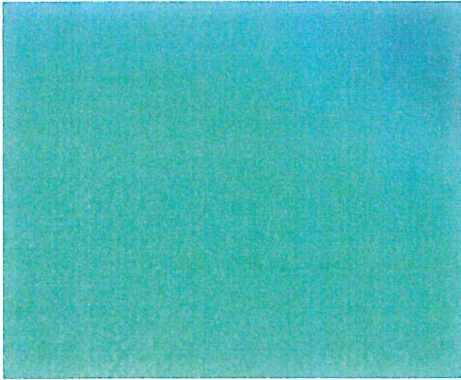
Le ispezioni di maggio e dicembre confermano quanto osservato nelle ispezioni precedenti per le parti di prateria interessate marginalmente dallo scavo. In particolare, nella parte più profonda, dove il cavo poggia su *P. oceanica* senza essere interrato, la struttura dell'habitat non sembra essere alterata e mostra nel tempo la stessa continuità osservata precedentemente. Procedendo verso terra, si osserva invece ai margini dell'escavo, una continua frammentazione della prateria, con la formazione di zolle isolate e di incisioni che si approfondiscono nella matre, erodendola sia alla base sia sulla sommità (Fig. 6).



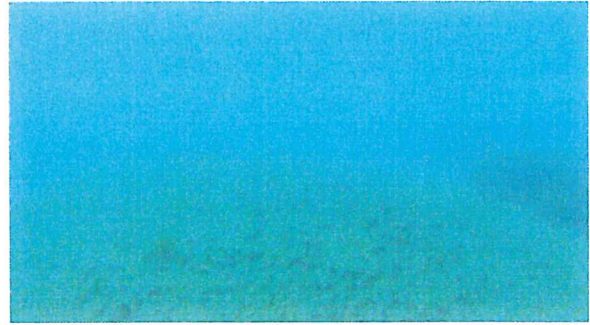
**Fig 6** - Margini della matre tagliata per l'escavo con evidenti fenomeni di erosione sia laterale sia sulla sommità.

Dove la matre tagliata era alta, non si osservano fenomeni di allungamento orizzontale degli stoloni terminali di *Posidonia*, la cui crescita rimane essenzialmente verticale. La copertura di pietrisco ha subito nel tempo movimentazioni varie nell'area di escavo, innalzando o abbassando il fondo in relazione ai movimenti idrodinamici. Attualmente sembra aver raggiunto un certo grado di equilibrio, risultando, soprattutto nella parte più profonda, più omogeneo e livellato (Fig. 7a e 7b)





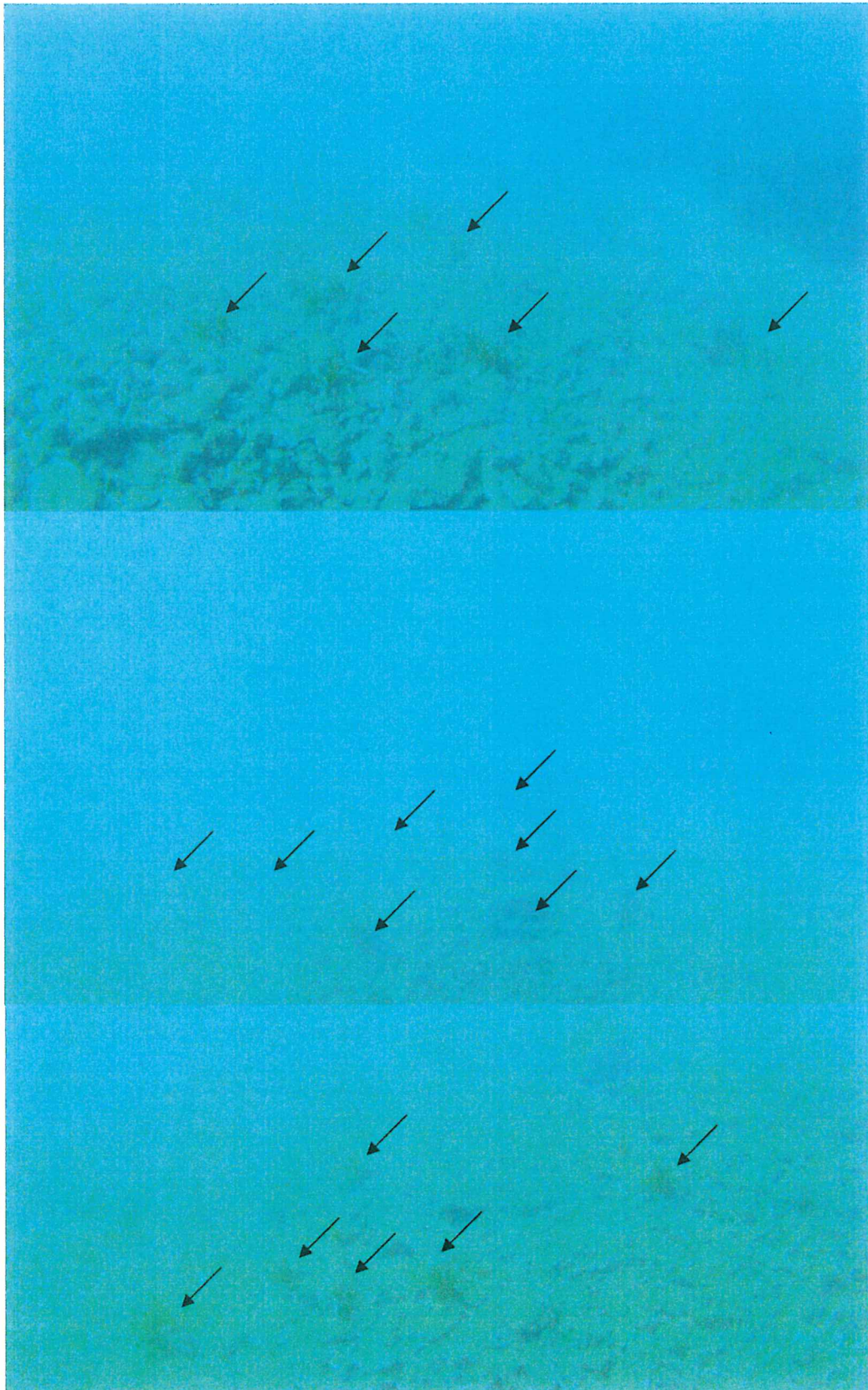
**Fig. 7a - Prima**



**Fig. 7b - Attuale**

E' proprio in questa parte che l'attecchimento di nuove piante sembra aver avuto finalmente il successo atteso (Fig. 8).

Il successo non è testimoniato soltanto dalla maggiore densità del fenomeno quanto dalla struttura stessa dei nuovi impianti: dalla composizione e numero dei ciuffi è evidente non solo l'attecchimento al substrato dei propaguli ma anche la loro crescita attiva e continua.

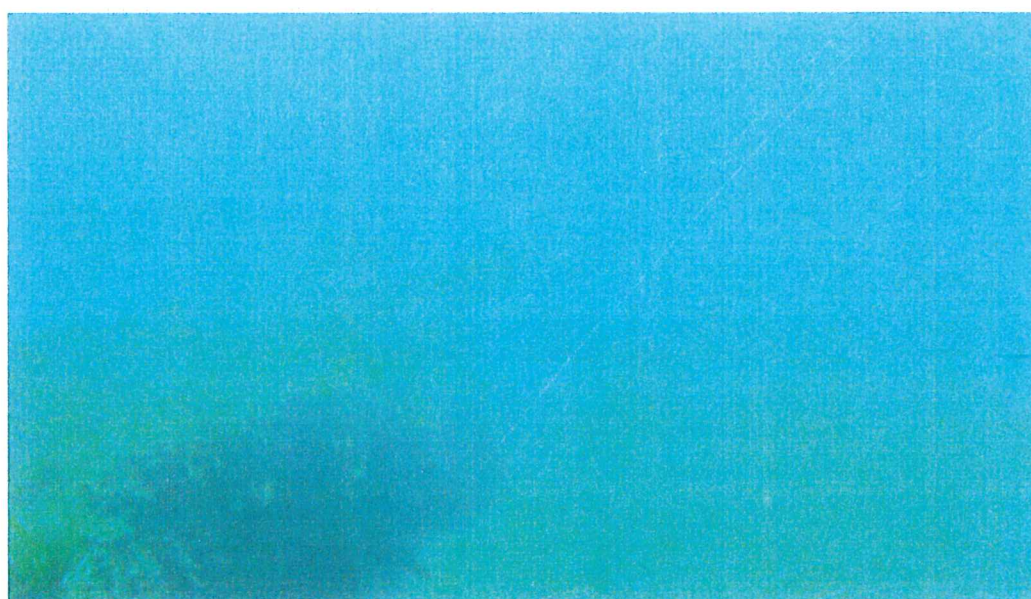


**Fig. 8** - Tracce di colonizzazione stabile di nuove piante di Posidonia.

Dove il pietrisco si è addossato alle macchie di Posidonia non cresciute su matte, sembra aver svolto un'azione di protezione da erosione e scalzamenti (Fig. 9). Dove invece l'escavo aveva evidenziato una matte particolarmente alta, l'erosione è risultata maggiore, portando alla morte delle piantine che vivevano sulla sommità (Fig. 10).



**Fig. 9** - Il pietrisco ricaduto sulla prateria sembra preservarne l'integrità.



**Fig. 10** - Matte morta di Posidonia

In sintesi:

1. Al momento non sono evidenti tracce di espansione della prateria per propagazione a partire dai margini.
2. Sono evidenti tracce persistenti e numerose di nuove colonizzazioni soprattutto al centro dell'area ricoperta dal pietrisco grossolano e soprattutto nella parte più profonda.
3. I nuovi impianti sono vitali e in stato di crescita attiva.
4. Non sono evidenti tracce di ricolonizzazione sulla sabbia nuda, in particolare nella zona più prossima a riva.
5. I margini in cui il pietrisco è ricaduto in prossimità di rizomi e zolle di Posidonia, sembrano essere protetti da fenomeni erosivi e sembrano quindi mantenere una struttura costante.
6. I margini di matte più elevata (oltre i 30-40 cm di altezza), al contrario, mostrano evidenti segni di incisioni e di erosione, che portano alla formazione di zolle circolari o allungate in cui non si osserva crescita vegetativa (matte morta).
7. Si conferma quanto precedentemente affermato, cioè che il pietrisco grossolano che copre l'escavo, rispetto a quello più fine e superficiale, sembra favorire la vitalità dei ciuffi espantati.

Per quantizzare sia la colonizzazione nella parte centrale del tracciato sia l'erosione e/o la progressione degli stoloni sui margini, si è proceduto a delimitare con pedagni alcuni punti fissi sul tracciato, in modo da individuare con precisione aree di riferimento puntuali per i successivi monitoraggi.

#### 4. RACCOMANDAZIONI

1. Così come riportato nelle prescrizioni del decreto autorizzativo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, risultati delle analisi per la caratterizzazione chimica e fisica dei sedimenti e le caratteristiche delle comunità bentoniche dei quattro siti investigati dovranno essere resi disponibili ad ICRAM ed ad ARPA Campania a cura della Società Ischia Gas s.r.l..
2. I risultati del monitoraggio del ricoprimento della traccia di attraversamento della prateria di Punta S. Pietro dovranno essere comunicati al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare a cura della Società Ischia Gas s.r.l.

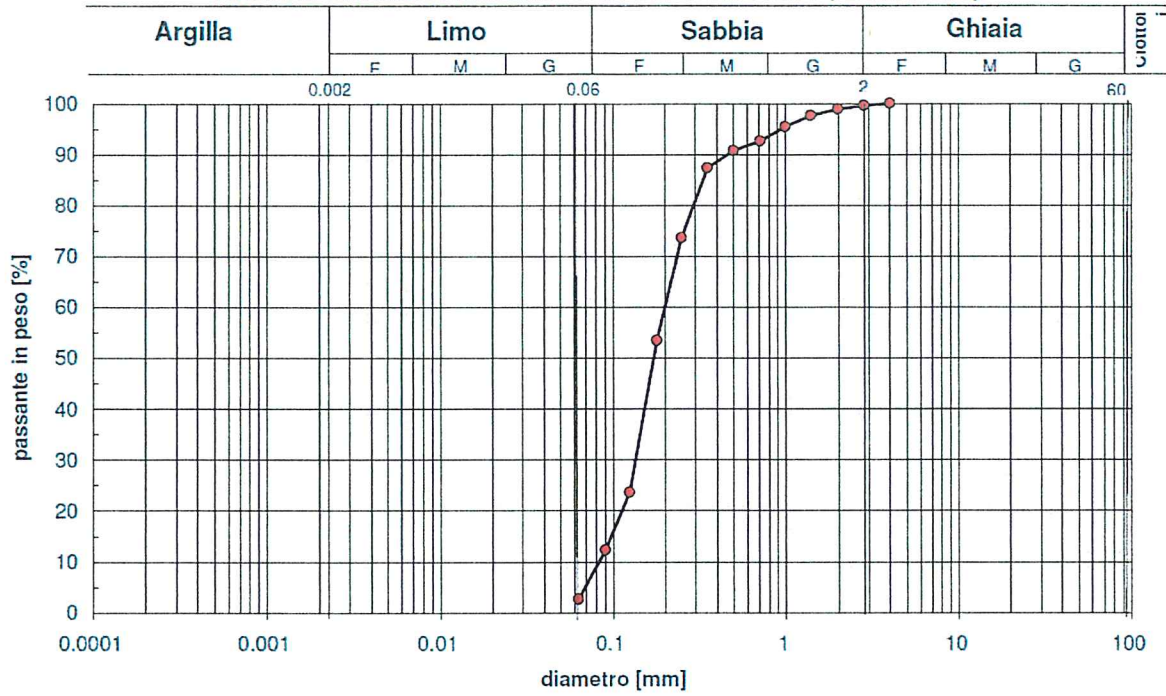
## 5. BIBLIOGRAFIA

- Bilyard G.R. (1987). The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. *Mar. Poll. Bull.*, 18: 581-585.
- Dauer D.M. (1993). Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure. *Ma. Poll. Bull.*, 26 (5): 249-257.
- Krumbein W.C. (1934). Size frequency distributions of sediments. *J. Sed. Petrology*, 4, 65-77.
- Margalef R. (1958). Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, 3: 36-71.
- Occhipinti Ambrogi A., Forni G. (2003). Gli indici biotici. *Biol. Mar. Medit.*, 10 (Supl.): 577-604.
- Paul J.F., Scott K.J., Campbell D.E., Gentile J.H., Strobel C.S., Valente R.M., Weisberg S.B., Holland A.F., Ranasinghe J.A. (2001). Developing and applying a benthic index of estuarine condition for the Virginian Biogeographic Province. *Ecol. Indicators*, 1: 83-99.
- Pearson T.H., Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 16: 229-311.
- Pérès J.M., Picard J. (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, 31 (47): 5-137.
- Pielou E.C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, 13, 131-144.
- Sandulli R. (2004). Il ruolo degli indicatori biologici nella valutazione dello stato dell'ambiente marino. *Biologia Marina Mediterranea*, 11, 185-192.
- Shannon C.E., Weaver W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Urbana University Press, 122 pp.
- Shepard F.P. (1954). Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *J. Sed. Petrology*, 24, 151-158.
- Warwick R.M. (1986). A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, 92: 557-562.
- Warwick R.M. (1993). Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations. *Aust. J. Ecol.*, 18: 63-80.
- Weisberg S.B., Ranasinghe J.A., Dauer D.M., Schaffner L.C., Diaz R.J., Fristen J.B. (1997). An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. *Estuaries*, 20 (1): 149-158.
- Wentworth C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. Geology*, 30, 377-392.

# 7. APPENDICE

## B1

### ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA (A.S.T.M. D422)



Argilla (%):	0.00	Limo (%):	2.69	Sabbia (%):	96.11	Ghiaia (%):	1.19
--------------	------	-----------	------	-------------	-------	-------------	------

Percentili

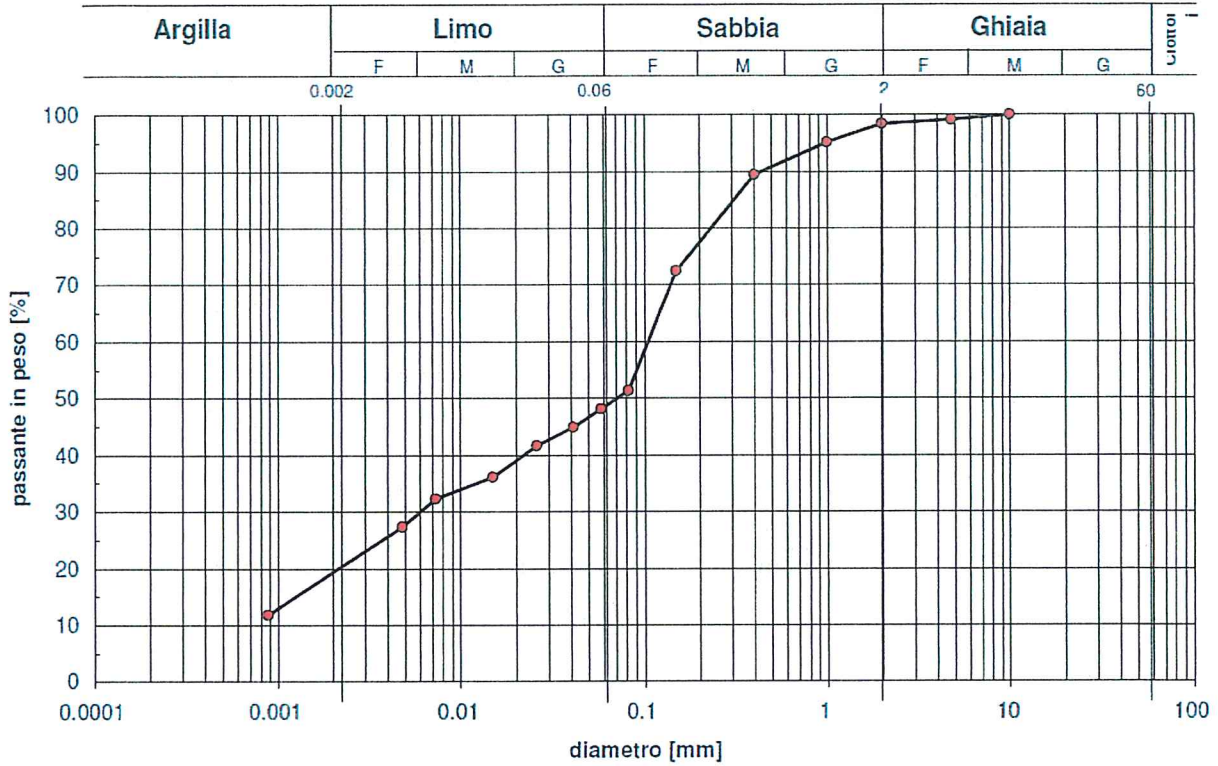
$\Phi$ (%)	5	16	25	50	75	84	90	95
d(mm)	0.069	0.101	0.128	0.174	0.261	0.329	0.468	0.959

Peso totale campione (g): 300  
 Quantità utilizzata(g): 300

diametro [mm]	Trattenuto [%]	passante cum. [%]
4.0	0.00	100.00
2.83	0.45	99.55
2.0	0.74	98.81
1.4	1.21	97.59
1.0	2.20	95.39
0.710	2.80	92.60
0.500	1.86	90.74
0.355	3.39	87.35
0.250	13.77	73.58
0.180	20.05	53.53
0.125	29.90	23.63
0.090	11.25	12.38
0.063	9.69	2.69
Diametro Medio $Mz=$		0.20141 mm
Deviazione standard $\sigma_1=$		0.192
Moda $M\phi=$		0.1525 mm
Indice di skewness $Sk1=$		0.581
Indice di curtosi $Kf=$		2.735

## B2

### ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (A.S.T.M. D422-63-2007)



Argilla (%):	16.20	Limo (%):	32.22	Sabbia (%):	49.98	Ghiaia (%):	1.60
--------------	-------	-----------	-------	-------------	-------	-------------	------

Peso campione: 200.00 g (1° setacciatura)  
 Peso secco sed: 39.75 g (sedimentazione)  
 Temperatura: 17 °C

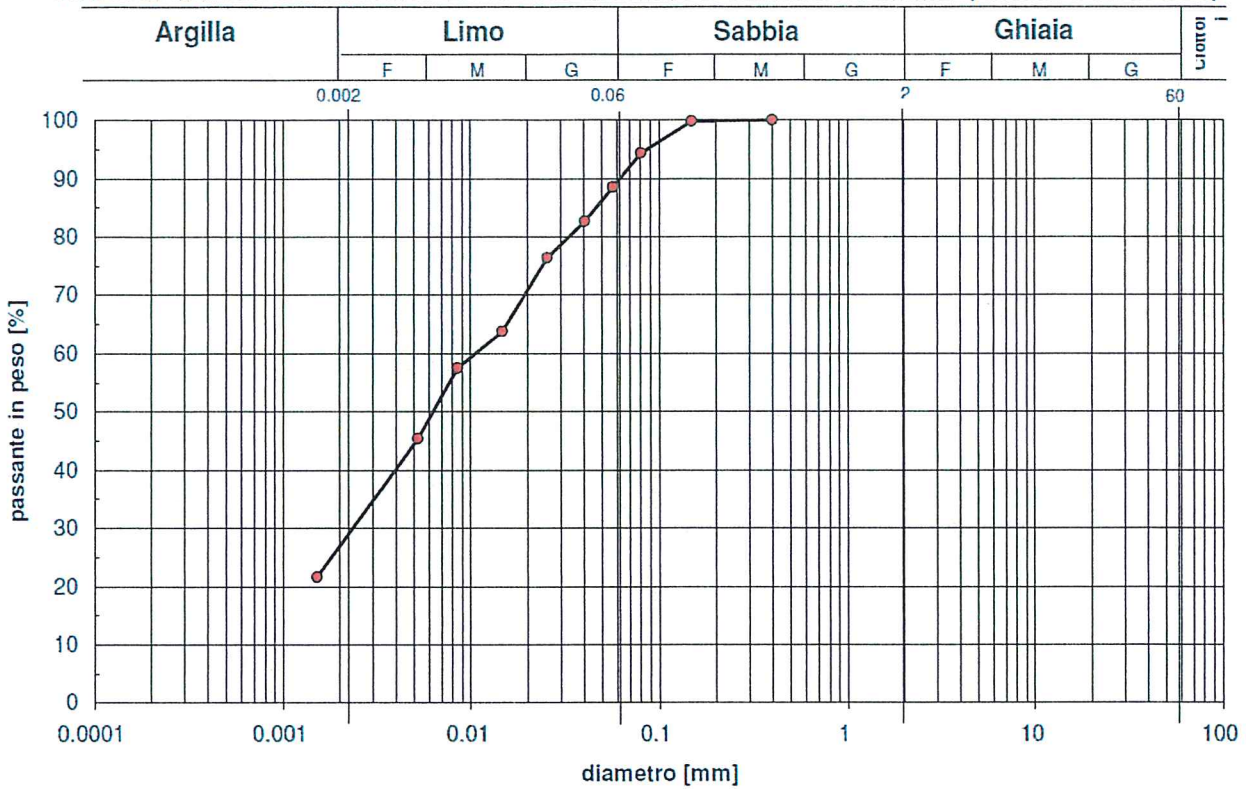
Peso specifico dei grani  $\gamma_s = 25.9 \text{ kN/m}^3$

Setaccio	diametro [mm]	Trattenuto [%]	passante cumul. [%]
UNI 10	10	0.00	100.00
ASTM 4	4.75	0.88	99.12
ASTM 10	2.00	0.72	98.40
ASTM 18	1.00	3.29	95.11
ASTM 40	0.40	5.72	89.39
ASTM 100 (setacc. materiale decantato)	0.15	16.95	72.43
SEDIMENTAZIONE	0.0818	21.07	51.36
	0.0578	3.23	48.13
	0.0409	3.23	44.90
	0.0259	3.23	41.68
	0.0149	5.57	36.11
	0.0073	3.81	32.29
	0.0048	4.99	27.31
	0.0009	15.54	11.76



### B3

#### ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (A.S.T.M. D422-63-2007)



Argilla (%):	24.66	Limo (%):	64.51	Sabbia (%):	10.83	Ghiaia (%):	0.00
--------------	-------	-----------	-------	-------------	-------	-------------	------

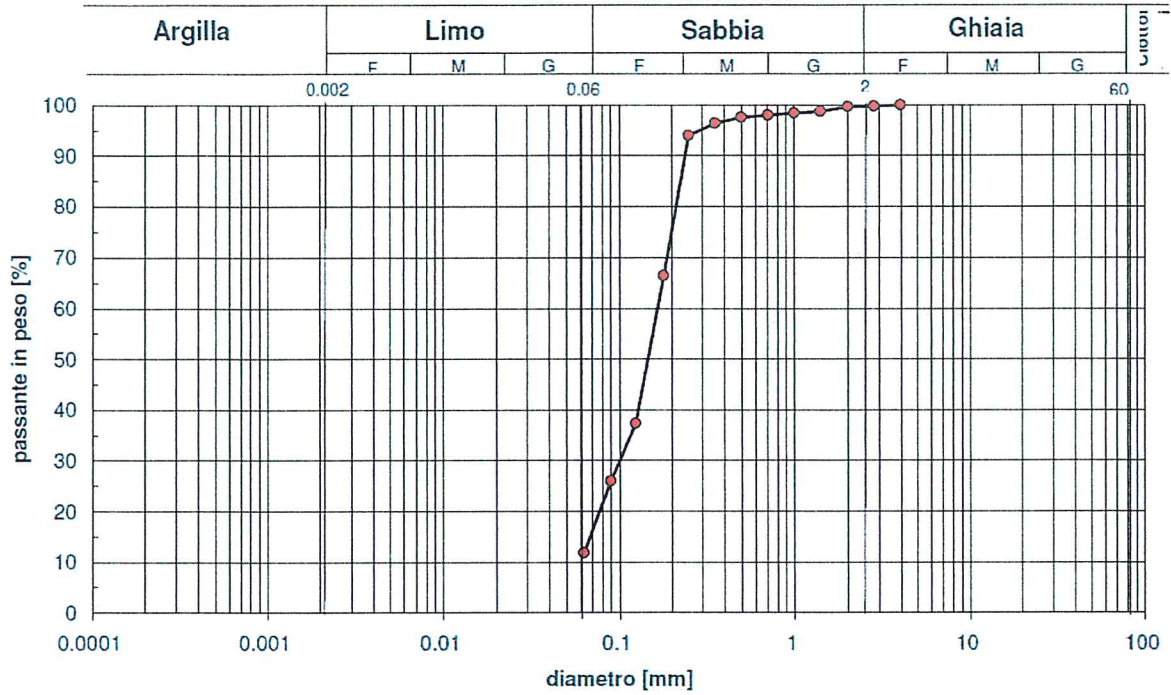
Peso campione: 200.00 g (1° setacciatura)  
 Peso secco sed: 38.52 g (sedimentazione)  
 Temperatura: 18 °C

Peso specifico dei grani  $\gamma_s = 25.9 \text{ kN/m}^3$

Setaccio	diametro [mm]	Trattenuto [%]	passante cumul. [%]
UNI 10	10	0.00	100.00
ASTM 4	4.75	0.00	100.00
ASTM 10	2.00	0.00	100.00
ASTM 18	1.00	0.00	100.00
ASTM 40	0.40	0.00	100.00
ASTM 100 (setacc. materiale decantato)	0.15	0.18	99.82
SEDIMENTAZIONE	0.0808	5.51	94.31
	0.0571	5.85	88.46
	0.0404	5.85	82.61
	0.0256	6.27	76.34
	0.0148	12.54	63.80
	0.0085	6.27	57.54
	0.0052	12.12	45.42
	0.0015	23.82	21.59

# B4

## ANALISI GRANULOMETRICA PER STACCIATURA (A.S.T.M. D422)



Argilla (%):	0.00	Limo (%):	11.82	Sabbia (%):	87.85	Ghiaia (%):	0.34
--------------	------	-----------	-------	-------------	-------	-------------	------

Percentili

$\Phi$ (%)	5	16	25	50	75	84	90	95
d(mm)	0.050	0.071	0.088	0.149	0.202	0.225	0.240	0.292

Peso totale campione (g): 300  
 Quantità utilizzata(g): 300

diametro [mm]	Trattenuto [%]	passante cum. [%]
4.0	0.00	100.00
2.83	0.16	99.84
2.0	0.17	99.66
1.4	0.93	98.73
1.0	0.36	98.38
0.710	0.41	97.97
0.500	0.39	97.58
0.355	1.16	96.42
0.250	2.36	94.06
0.180	27.64	66.42
0.125	29.18	37.25
0.090	11.26	25.99
0.063	14.17	11.82
<b>Diametro Medio <math>M_z</math>=</b>	<b>0.14818 mm</b>	
<b>Deviazione standard <math>\sigma_1</math>=</b>	<b>0.075</b>	
<b>Moda <math>M_0</math>=</b>	<b>0.1525 mm</b>	
<b>Indice di skewness <math>Sk_1</math>=</b>	<b>0.090</b>	
<b>Indice di curtosi <math>K_f</math>=</b>	<b>0.872</b>	