

**ENI S.p.A.  
UPSTREAM DICS**

**SERVIZI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
CAMPO BONACCIA NW**

**MONITORAGGIO DELL'AREA INTERESSATA  
DALL'INSTALLAZIONE DELLA CONDOTTA  
COLLEGANTE BONACCIA NW A BONACCIA**

-----  
**FASE DI PRODUZIONE**

**RAPPORTO FINALE**

**3° ANNO**

**(dal pre-survey a dicembre 2018)**

**RAPPORTO n. 12**

**OPERATORE SCIENTIFICO:  
CNR – IRBIM ANCONA**

**COORDINATORE:  
GIANNA FABI**

*Gianna Fabi*

**RESPONSABILE SCIENTIFICO:  
ALESSANDRA SPAGNOLO**

*Alessandra Spagnolo*

**RAPPORTO A CURA DI:  
GIANNA FABI**

**ALESSANDRA SPAGNOLO  
ANNA MARIA DE BIASI  
LUDMILA KOZINKOVA  
VERA SALVALAGGIO**

**ANCONA, 2020**



# INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	1
2.	MATERIALI E METODI.....	3
2.1.	CAMPIONAMENTO IN MARE.....	3
2.1.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI E SULLA COMUNITÀ BENTONICA .....	3
2.1.2.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI .....	5
2.2.	ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI.....	6
2.2.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI .....	6
2.2.2.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI .....	10
2.2.2.1	<i>Dunaliella tertiolecta</i> .....	10
2.2.2.2	<i>Vibrio fischeri</i> (sistema Microtox®).....	11
2.2.2.3	<i>Corophium orientale</i> .....	11
2.2.2.4	<i>Crassostrea gigas</i> .....	13
2.2.2.5	Ricerca di metalli pesanti in <i>Hediste diversicolor</i> .....	14
2.2.3.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA .....	15
3.	RISULTATI.....	20
3.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI.....	20
3.1.1.	GRANULOMETRIA.....	20
3.1.2.	IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI .....	22
3.1.3.	IDROCARBURI TOTALI.....	25
3.1.4.	METALLI PESANTI.....	26
3.1.5.	SOSTANZA ORGANICA.....	38
3.1.6.	TOTAL ORGANIC CARBON (TOC).....	39
3.2.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI.....	41
3.2.1.	<i>DUNALIELLA TERTIOLECTA</i> .....	41
3.2.2.	<i>VIBRIO FISCHERI</i> (SISTEMA MICROTOX®) .....	41
3.2.3.	<i>COROPHIUM ORIENTALE</i> .....	42
3.2.4.	<i>CRASSOSTREA GIGAS</i> .....	43
3.2.5.	RICERCA DI METALLI PESANTI IN <i>HEDISTE DIVERSICOLOR</i> .....	44
3.3.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA .....	48
3.3.1.	DENSITÀ (N) E BIOMASSA (P) .....	48
3.3.2.	AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE.....	76
3.3.3.	DOMINANZA .....	79
3.3.4.	RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S) .....	82
3.3.5.	RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA ( $S_M$ ) .....	83
3.3.6.	DIVERSITÀ SPECIFICA (H') .....	84
3.3.7.	MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS).....	85
3.3.8.	VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE .....	86
3.3.8.1	Indice W di Clarke.....	86
3.3.8.2	Indice AMBI.....	87
3.3.8.3	Indice BENTIX .....	89
3.3.8.4	Stato ecologico .....	90
4.	CONCLUSIONI.....	92

5. BIBLIOGRAFIA.....	96
ALLEGATO A Schede tecniche della strumentazione utilizzata nelle indagini .....	I
- ALL. A1 Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti .....	II
- ALL. A2 Indagini sulla comunità bentonica.....	VII
ALLEGATO B Schede granulometriche 6° survey post lavori (estate 2018) .....	IX

## PARTECIPANTI AL PROGRAMMA

Coordinatore	G. Fabi	CNR - IRBIM Ancona
Responsabile Scientifico	A. Spagnolo	CNR - IRBIM Ancona
Analisi dei sedimenti ed ecotossicologia	A.M. De Biasi	CIBM Livorno
	G. Bontà Pittaluga	CIBM Livorno
	S. Dell'Ira	CIBM Livorno
	L. Kozinkova	CIBM Livorno
	M. Pertusati	CIBM Livorno
	S. Polese	CIBM Livorno
	O. Spinelli	CIBM Livorno
Comunità bentonica	C. Cuicchi	Cooperativa Mare Ricerca Ancona
	T. Manarini	CNR - IRBIM Ancona
	L. Montagnini	Cooperativa Mare Ricerca Ancona
	P. Polidori	CNR - IRBIM Ancona
	E. Punzo	CNR - IRBIM Ancona
	V. Salvalaggio	CNR - IRBIM Ancona
	A. Santelli	CNR - IRBIM Ancona
	P. Strafella	CNR - IRBIM Ancona

## 1. INTRODUZIONE

In riferimento al Decreto n. 0000222 del 09/09/2014 emesso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-IRBIM di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l'installazione della piattaforma Bonaccia NW e della condotta sottomarina collegante tale piattaforma alla già esistente Bonaccia.

Bonaccia NW è installata in Adriatico centrale, a circa 60 km in direzione Est dalla costa marchigiana di Ancona, su un fondale di circa 87 m nella zona delle sabbie pelitiche del largo.

L'area in cui sono posizionate le strutture è particolarmente interessante dal punto di vista idrodinamico in quanto, trovandosi sulla mid-line, non è influenzata in maniera consistente dalla circolazione generale dell'Adriatico (verso Nord nel versante croato e verso Sud in quello italiano). Tuttavia, in alcuni periodi dell'anno può essere soggetta a un maggiore idrodinamismo dovuto al passaggio sul fondo di acque dense formatesi nel Nord Adriatico durante la stagione invernale con caratteristiche chimico-fisiche differenti da quelle presenti in zona e che possono modificare le caratteristiche biogeochimiche e la distribuzione spaziale dei sedimenti. La parte più superficiale, vista l'ubicazione della piattaforma, può essere interessata da eventi di Bora anche abbastanza consistenti, che possono determinare variazioni brusche di correnti nella parte più superficiale della colonna d'acqua (10-20 m).

Sulla base di tali considerazioni e delle esperienze condotte o tuttora in corso dal CNR-IRBIM presso analoghe strutture situate in Adriatico centro-settentrionale (Fabi *et al.*, 2001a; 2001b; 2002; 2003; 2004; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015; 2016; 2017; 2019a; 2019b; 2020) e delle prescrizioni dell'ARPAM, per quanto concerne la condotta sottomarina si è ritenuto opportuno proporre un programma di monitoraggio comprendente le seguenti indagini:

1. caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti presenti nel fondo mobile circostante;
2. ecotossicologia dei sedimenti circostanti;
3. analisi di inquinanti in organismi marini (*Hediste diversicolor*);
4. caratteristiche delle comunità bentoniche presenti nei sedimenti circostanti.

Il monitoraggio comprende le seguenti fasi (Tab. 1-I):

- a. Fase precedente alla posa in opera della condotta;
- b. Fase di installazione: in questa fase sono stati effettuati esclusivamente rilevamenti del

passaggio di cetacei mediante operatori MMO.

- c. Fase di esercizio: le indagini sono state condotte per 3 anni dopo la fine dei lavori di installazione con cadenza stagionale (inverno ed estate).
- d. Fase di fine esercizio:
  - 1. pre-smantellamento: in questa fase verrà effettuato un survey per caratterizzare la colonna d'acqua, per verificare lo stato dei sedimenti e per la caratterizzazione delle comunità bentoniche alla fine della fase di esercizio;
  - 2. post-smantellamento: si prevede un monitoraggio della durata di un anno che includerà le indagini sulla colonna d'acqua, sui sedimenti e sulla comunità bentonica. Per le indagini riguardanti la colonna d'acqua è previsto un solo survey, tutte le altre saranno condotte in inverno e in estate.

Per la fase di pre-survey è stato previsto un monitoraggio semplificato rispetto a quelli successivi all'installazione a causa dell'assenza fisica della struttura.

Per quanto concerne la fase d), data la lunga durata della fase di produzione di una condotta sottomarina, si precisa che le modalità di monitoraggio e le indagini sono state redatte sulla base delle esperienze maturate sino ad oggi, ma è verosimile che nel tempo gli approcci metodologici riguardanti sia la dismissione delle strutture che le metodiche di monitoraggio ambientale si evolveranno. Pertanto il piano proposto potrebbe necessitare di modifiche sulla base delle nuove conoscenze acquisite.

Nel presente rapporto sono descritti i risultati conseguiti per la condotta collegante le piattaforme Bonaccia NW e Bonaccia dal pre-survey al 3° anno post lavori di installazione.

**Tab. 1-I** – Survey previsti durante il programma di monitoraggio ambientale. In giallo le indagini effettuate.

Fase	Comparti d'indagine	Sea-line
Ante operam	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
Cantiere	Rilevamento cetacei	*
Esercizio	Sedimenti	3 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti	3 anni
	Comunità bentonica	3 anni
Pre-smantellamento	Colonna d'acqua	1 survey
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
Post-smantellamento	Colonna acqua	1 survey
	Sedimenti	1 anno
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 anno
	Comunità bentonica	1 anno

\* Monitoraggio in continuo da parte di operatori MMO (rif. DM punto A.7-a). Per i risultati consultare Leonori *et al.*, 2016.

## 2. MATERIALI E METODI

La condotta collegante le piattaforme Bonaccia NW e Bonaccia si estende per circa 2,5 km in direzione WNW-ESE (fig. 2.1). I lavori di installazione sono terminati nel settembre 2015. Il pre-survey è stato condotto nell'inverno 2015, mentre i monitoraggi post lavori sono stati effettuati a partire dall'inverno 2016.

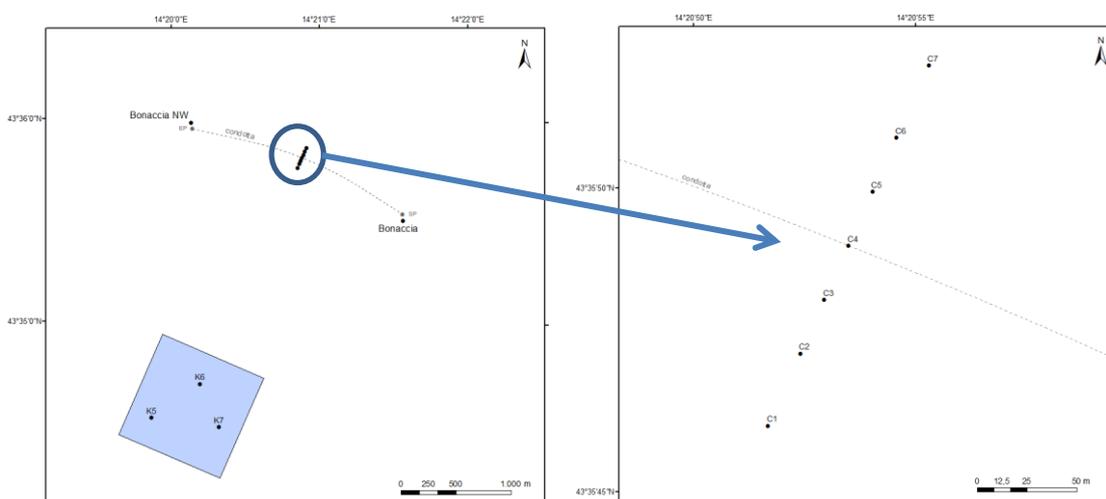


**Fig. 2.1** - Sea-line collegante le piattaforme Bonaccia NW e Bonaccia.

### 2.1. CAMPIONAMENTO IN MARE

#### 2.1.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI E SULLA COMUNITÀ BENTONICA

Nel 2° semestre 2018 è stato condotto il 6° e ultimo survey post lavori di installazione. I prelievi sono stati effettuati lungo un transetto perpendicolare alla condotta stessa e quindi orientato in direzione SW-NE, posto a circa metà della sua lunghezza (fig. 2.2).



**Fig. 2.2** - Schema di campionamento del sea-line per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica, con particolare del transetto.

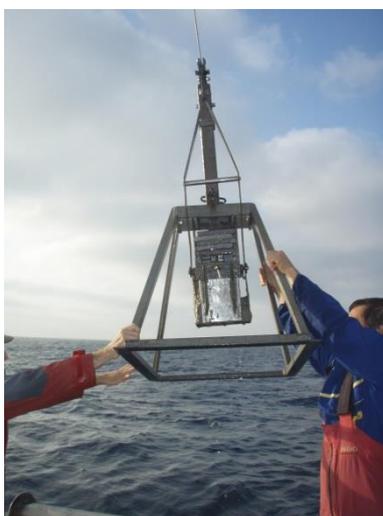
Sul transetto sono state posizionate n. 7 stazioni, di cui 1 nelle immediate vicinanze del sea-line, 3 a distanze crescenti da esso in direzione SW e 3 a distanze crescenti verso NE. Inoltre sono stati campionati 3 siti di controllo posti in modo random all'interno di un'area

(1000x1000 m) priva di altre strutture artificiali situata a circa 2000 m dalla condotta in direzione SW. Le coordinate delle singole stazioni campionate nell'estate 2018, ovvero nel 6° survey post lavori di installazione, sono riportate in Tab. 2-I.

**Tab. 2-I** - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate nel 6° survey post lavori per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica. In rosso il punto corrispondente al sea-line.

	Distanza dal sea-line (m)	Posizione rispetto al sea-line	Coordinate geografiche	Profondità (m)
C1	100	SW	43°35'791N 14°21'072E	88.9
C2	60	SW	43°35'801N 14°21'130E	88.9
C3	30	SW	43°35'817N 14°21'141E	88.4
<b>C4</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>43°35'835N 14°21'157E</b>	<b>88.3</b>
C5	30	NE	43°35'838N 14°21'192E	87.5
C6	60	NE	43°35'857N 14°21'196E	87.6
C7	100	NE	43°35'882N 14°21'201E	87.9
K5	2000	SW	43°34'973N 14°19'992E	86.2
K6	2000	SW	43°34'807N 14°20'037E	86.6
K7	2000	SW	43°34'7109N 14°19'032E	86.3

**Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti** - Tutte le stazioni sono state campionate mediante box-corer (fig. 2.3; All. A1-I).



**Fig. 2.3** – Box-corer utilizzato per le indagini fisiche e chimiche dei sedimenti.

*In situ* sono stati rilevati i seguenti parametri:

- aspetto macroscopico (colore, odore, eventuale presenza di frammenti di conchiglie, concrezioni, ecc.);
- tessitura;
- presenza di strutture sedimentarie di varia natura;

Da ciascun campione, dopo la descrizione degli aspetti sopra elencati, sono state prelevate

porzioni di sedimento ripartite in due aliquote per le seguenti analisi:

- granulometria;
- Idrocarburi Policiclici Aromatici;
- Idrocarburi totali;
- metalli pesanti (alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, gallio, indio, manganese, magnesio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, stagno, titanio, vanadio, zinco, zirconio e ossido di zirconio);
- sostanza organica totale;
- Total Organic Carbon (TOC).

I campioni sono stati congelati e conservati a  $-18^{\circ}\text{C}$  ad eccezione di quelli utilizzati per la granulometria, conservati a  $+4^{\circ}\text{C}$ .

**Indagini sulla comunità bentonica** - Tutte le stazioni sono state campionate mediante una benna di tipo Van Veen avente una capacità di 12 L e un'apertura di  $0,095\text{ m}^2$  (fig. 2.4; All. A2-I). Presso ogni stazione sono state effettuate 6 repliche. I campioni sono stati lavati e setacciati con maglia da 0,5 mm (All. A2-II) e fissati in formaldeide diluita in acqua di mare al 5%.



**Fig. 2.4** – Benna Van Veen utilizzata per le indagini sulla comunità bentonica.

### 2.1.2. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

I prelievi sono stati effettuati tramite box-corer sui sedimenti di 4 stazioni di campionamento di cui 1 corrispondente al sea-line (C4), 2 poste a 60 m da esso (C2 e C6) e 1 di controllo (K6). L'eventuale tossicità dei sedimenti nei confronti degli organismi marini è stata valutata tramite l'applicazione della seguente batteria di saggi ecotossicologici:

- *Dunaliella tertiolecta* (accrescimento);
- *Vibrio fischeri* (variazione della bioluminescenza);
- *Corophium orientale* (mortalità dopo 10 giorni);

- *Crassostrea gigas* (embriotossicità).

La ricerca di inquinanti è stata effettuata su esemplari di *Hediste diversicolor*; le prove di bioaccumulo hanno riguardato i seguenti metalli pesanti: alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, gallio, indio, manganese, magnesio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, stagno titanio, vanadio, zinco, zirconio.

Dal campione di sedimento è stata prelevata solo la porzione superficiale (5-10 cm), eliminando lo strato di fango venuto a contatto con le pareti della benna al fine di evitare eventuali contaminazioni. Il materiale così ottenuto è stato posto in recipienti puliti e conservato a circa 5°C.

## **2.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI**

### **2.2.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI**

**Granulometria** - In laboratorio i campioni di sedimento sono stati pesati tal quali per la determinazione del peso umido utilizzando una bilancia elettronica tipo “Europe” (All. A1-II). Successivamente sono stati posti in contenitori di alluminio e introdotti in stufa (All. A1-III) a 110°C per almeno 24 h. Una volta raggiunta la completa essiccazione si è proceduto alla misurazione del peso secco.

Per la separazione in sabbie e peliti ogni campione è stato immerso in acqua tiepida sino alla sua completa disgregazione; si è quindi proceduto alla setacciatura con maglie da 63  $\mu$ . Il materiale trattenuto dal setaccio, definito come sabbie, è stato fatto essiccare in stufa a 130°C per almeno 24 h ed è stato sottoposto ad indagine granulometrica, ovvero è stata analizzata la distribuzione percentuale in peso dei grani costituenti il campione secondo le loro dimensioni. Per questa analisi è stato utilizzato un set di setacci (All. A1-IV) aventi dimensioni delle maglie decrescenti (4000  $\mu$ , 2000  $\mu$ , 1000  $\mu$ , 500  $\mu$ , 250  $\mu$ , 125  $\mu$ , 63  $\mu$ ). Una volta terminata la setacciatura sono stati pesati i residui di ogni setaccio ed è stata determinata la percentuale conchigliare presente. I dati così ottenuti sono stati riportati su un diagramma semilogaritmico e uniti mediante la cosiddetta “curva granulometrica”.

Le peliti (materiale inferiore a 63  $\mu$ ) sono state fatte decantare ed essiccare in stufa a 130°C sino a completa evaporazione. E' stata quindi eseguita l'aerometria mediante l'utilizzo di un densimetro (All. A1-V) per terreni secondo il metodo di Casagrande basato su due proprietà: a) la velocità con cui si depositano i grani in sospensione in un liquido viscoso in quiete dipende dal volume, dalla forma e dal peso dei granuli stessi (Legge di Stokes); b) la densità della sospensione ad un dato istante è funzione della qualità del prodotto solido non

ancora depositato.

**Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)** - Per la determinazione degli IPA ogni campione è stato scongelato e privato dell'eventuale frazione più grossolana; in seguito, l'analisi è stata compiuta su un'aliquota di circa 20 g (peso umido), mentre una seconda aliquota è stata utilizzata per la determinazione del peso secco.

La determinazione degli IPA è stata effettuata mediante gas cromatografia utilizzando un Gas cromatografo a doppia colonna (All. A1-VI). I componenti della miscela (IPA), separati tra loro, sono stati rilevati con la tecnica FID (rilevatore ionizzazione di fiamma), che consente di valutare i tempi di ritenzione e l'ampiezza dei picchi relativi. Il limite di rilevabilità dello strumento è 0,2 µg/kg.

Sono stati ricercati i 16 IPA indicati dall'EPA come contaminanti di interesse prioritario, espressi in µg/kg di sostanza secca: Naftene, Acenaftalene, Acenaftene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benz(a)Antracene, Crisene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, DiBenzo(a,h) Antracene, Fluorene, Benzo(g,h,i)Perilene, Indeno(1,2,3,c,d)Pirene. Le rette di calibrazione sono state preparate con la tecnica della standardizzazione esterna utilizzando come IPA di riferimento il Perilene, che permette anche di normalizzare le aree dei picchi dei singoli componenti la miscela e di confrontarle tra loro ai fini della quantizzazione.

**Idrocarburi totali** - Per gli idrocarburi leggeri ( $C < 12$ ) sono stati seguiti i metodi EPA 5021A ed EPA 8015D. 5 g di sedimento sono stati posti in vial in cui sono stati aggiunti 10 ml di acqua procedendo al riscaldamento della miscela a 65°C per 1 h. Successivamente 0,5 ml sono stati iniettati nello spazio di testa in Gascromatografia (GC) con rilevatore FID (All. 1-VI).

Gli idrocarburi pesanti ( $C > 12$ ) sono stati determinati seguendo il metodo ISO 16703:2004. I campioni sono stati essiccati all'aria e una quantità nota omogeneizzata è stata estratta mediante sonificazione con acetone /n-eptano. Nella soluzione estraente è stata aggiunta la soluzione di riferimento per la finestra dei tempi di ritenzione (RTW) contenente n-tetracontano e n-dodecano. L'estratto è stato purificato su colonna Florisil. Un'aliquota dell'estratto purificato è stata quindi analizzata in GC-FID ed è stata misurata l'area totale dei picchi presenti nell'intervallo delimitato dalle due soluzioni di riferimento di n-tetracontano e n-dodecano. La quantità di idrocarburi è stata determinata mediante confronto con una soluzione di riferimento esterno costituito da quantità uguali di due differenti tipi di oli minerali.

**Metalli pesanti** - Sono stati analizzati i seguenti elementi, espressi in percentuale o mg/kg

di sostanza secca: alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, gallio, indio, manganese, magnesio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, stagno titanio, vanadio, zinco e zirconio e ossido di zirconio.

La mineralizzazione dei campioni è stata effettuata su circa 0,3 g di sostanza secca, mediante un sistema di digestione a microonde opportunamente programmato, aggiungendo a 3 ml di HNO<sub>3</sub>, 1 ml di HCl e 4 ml di H<sub>2</sub>O.

Al termine della mineralizzazione i campioni sono stati filtrati e portati a un volume finale di 25 ml utilizzando acqua ultrapura. Gli acidi impiegati sono tutti rigorosamente ultrapuri. L'analisi per la determinazione del **mercurio** è stata condotta mediante tecnica AAS previa decomposizione termica e amalgamazione (DMA-80 Analizzatore Diretto del Mercurio FKV; All. A1-VII) seguendo la metodica EPA 7473. La prova è stata effettuata direttamente sul campione tal quale (senza passaggio di mineralizzazione) pesando aliquote comprese tra 10 e 100 mg.

Le determinazioni di **cadmio**, **arsenico** e **piombo** sono state condotte mediante spettroscopia di assorbimento atomico in fornetto di grafite (Varian SpectrAA-240Z. All. A1-VIII), secondo la procedura EPA 7010.

Le concentrazioni di **alluminio**, **bario**, **cromo**, **nichel**, **rame**, **silicio**, **ferro**, **vanadio**, **zinco**, **manganese**, **magnesio**, **titanio**, **gallio**, **zirconio** e **stagno** sono state ottenute mediante tecnica ICP-AES (Varian ICP-720ES; All. A1-IX) seguendo la metodica EPA 6010C.

La mineralizzazione del campione di sedimento è stata effettuata su circa 0,45 g di sostanza secca mediante un sistema di digestione a microonde opportunamente programmato, utilizzando una miscela acida composta da 9 ml di HNO<sub>3</sub>, 3 ml di HCl (acidi concentrati). Al termine della mineralizzazione i campioni sono stati filtrati e portati a un volume finale di 25 ml utilizzando acqua Millipore.

L'analisi per la determinazione dell'**indio** è stata effettuata tecnica ICP-MS (Agilent Mod. 7700; All. A1-X) previa mineralizzazione acida impiegando un sistema "Digiprep" specifico per l'introduzione di campioni nell'ICP MS. Sono stati utilizzati circa 0,5 g di sostanza secca, mineralizzati con 10 ml di Acido Nitrico e portati a un volume finale di 50 ml utilizzando acqua Millipore.

L'accuratezza delle procedure di digestione e di analisi dei campioni è stata verificata impiegando i materiali standard di riferimento (LGC 6137 o MESS-3).

L'**ossido di zirconio** è stato stimato tramite calcoli stechiometrici a partire dalla determinazione quantitativa dello zirconio, ovvero moltiplicando la concentrazione di Zr

per il fattore stechiometrico 1,35 (rapporto tra massa molecolare dell'ossido di zirconio e massa atomica dello zirconio). Tale calcolo parte dall'ipotesi che tutto il metallo sia presente nel sedimento sotto forma di Ossido. Tale stima è, pertanto, approssimata per eccesso (per questo in tabella viene indicato “<di”) e può variare da campione a campione. In Tab. 2-II si riportano i dettagli relativi al controllo di qualità del dato analitico per i metalli ricercati.

**Tab. 2-II - Accuratezza, incertezza, LOQ e LOD relativi ai metalli ricercati.**

	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	In	Ni
Accuratezza (minima accettabilità del recupero)	25%	25%	25%	30%	25%	25%	20%	25%	nd	25%
Incertezza (%)	21	25	25	25	21	20	20	20	nd	20
LOQ (mg/kg)	170	0,3	1,2	0,02	1,2	1,2	170	0,005	0,02	1,2
LOD (mg/kg)	5	0,07	0,2	0,002	0,04	0,12	5	0,002	0,01	0,25

	Pb	Si	V	Zn	Ga	Mg	Mn	Sn	Ti	Zr
Accuratezza (minima accettabilità del recupero)	25%	nd	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Incertezza (%)	21	nd	20	20	nd	16	20	nd	nd	19
LOQ (mg/kg)	0,3	5	1,2	1,2	1,2	170	5	1,2	1,2	1,2
LOD (mg/kg)	0,07	205	0,07	0,6	0,2	5	0,02	0,4	0,15	0,05

**Sostanza organica** - La determinazione della sostanza organica è stata eseguita mediante calcinazione in muffola: sono stati prelevati circa 3 g di sostanza essiccata (in stufa per 48 h a 40°C) che sono stati successivamente posti in muffola a 375°C fino a peso costante.

**TOC** - Il Total Organic Carbon è stato determinato seguendo il Metodo VII.3 - *Determinazione del carbonio organico* (metodo walkley-black, DM 13/09/1999 - Ministro per le Politiche Agricole). Il carbonio organico è stato ossidato ad anidride carbonica, in condizioni standardizzate, con soluzione di potassio bicromato in presenza di acido solforico. La velocità della reazione viene favorita dall'innalzamento della temperatura conseguente alla brusca diluizione dell'acido. Dopo un tempo stabilito, la reazione è stata interrotta per aggiunta di opportuna quantità di H<sub>2</sub>O e la quantità di potassio bicromato che non ha reagito è stata determinata per titolazione con una soluzione di ferro (II) solfato eptaidrato. Il punto finale della titolazione è stato accertato con l'aggiunta di un opportuno indicatore di ossidoriduzione.

## **2.2.2. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI**

### **2.2.2.1 *Dunaliella tertiolecta***

Il saggio di crescita algale con la cloroficea *Dunaliella tertiolecta* è stato eseguito secondo le indicazioni riportate nella linea guida ASTM E1218-04-E1. Il saggio consiste nell'esposizione di una quantità definita di clone algale in condizioni di crescita esponenziale a diverse diluizioni di campione (nella fattispecie elutriato) e al controllo negativo costituito da sola acqua marina artificiale. Prima dell'inoculo del clone algale tutti i trattamenti, compreso il controllo, sono stati arricchiti con macro- e micronutrienti secondo le specifiche riportate in EPA/600/R-95/136.

Preparazione degli elutriati - L'elutriato è stato preparato secondo il metodo ICRAM (2001), utilizzando come acqua di lavorazione il medium preparato secondo le specifiche riportate nella norma UNI EN ISO 10253:2000.

Esecuzione del saggio – Il saggio con *D. tertiolecta* è stato condotto in triplicato, effettuando 5 diluizioni a partire dal campione tal quale; come supporto sono state utilizzate piastre sterili di polistirene da 24 pozzetti della capacità di 3 ml ciascuno. Parallelamente, per ogni piastra è stato eseguito anche un test con un controllo negativo costituito da acqua di diluizione (acqua di mare ISO a cui sono state aggiunte concentrazioni note di nutrienti). A ciascuna diluizione e al controllo è stata aggiunta una concentrazione nota di clone algale in rapporto di 1:1000. Una volta inoculato il clone algale (concentrazione iniziale  $2 \times 10^3$  cellule  $\text{ml}^{-1}$ ), le piastre sono state trasferite per 72 h in camera fitologica a condizioni di temperatura e luminosità controllate ( $T = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ , luminosità  $< 10000$  lux). Al termine dell'esposizione è stata verificata la crescita algale nel campione, espressa come densità algale, mediante lettura al Coulter Counter; si è proceduto quindi al conteggio delle tre repliche del campione tal quale e del controllo e al loro confronto statistico, per verificare eventuali aumenti o decrementi significativi della crescita algale nel campione rispetto al controllo e procedere eventualmente alla lettura delle altre diluizioni.

Espressione e analisi dei dati – I risultati del saggio possono essere riportati come percentuale di inibizione della crescita algale e, se la tossicità del campione lo consente, in termini di  $EC_{50}$  o  $EC_{20}$ . L' $EC_{50}$  e l' $EC_{20}$  si calcolano mediante il foglio Excel "KOK457T3" sviluppato dalla DTU (Danmarks Tekniske Universitet) che utilizza i programmi statistici LOG457.EXE e LOG457W.EXE elaborati per la determinazione della relazione concentrazione-effetto in endpoint continui (Christensen *et al.*, 2009).

Sulla base dei risultati espressi in termini di inibizione/stimolazione della crescita e

dell'analisi statistica del dato eco-tossicologico (eseguita secondo lo schema EPA/600/4-91/002), i risultati del saggio possono essere suddivisi nelle seguenti categorie:

- *assenza di effetto*: percentuale di inibizione/stimolazione inferiore al 20% e assenza di differenze significative;
- *presenza di significativo effetto eutrofizzante*: percentuale di biostimolazione >20% e differenza significativa rispetto alla crescita nel controllo;
- *presenza di significativo effetto tossico*: inibizione della crescita >20% e differenza significativa con il controllo.

**QA/QC** - La sensibilità di ogni clone algale impiegato per i test con i campioni di elutriato è stata verificata mediante il test di controllo positivo eseguito con bicromato di potassio il cui risultato, espresso come EC<sub>50</sub>, è stato confrontato con i dati della carta di controllo del laboratorio il cui intervallo è compreso tra 5,8 e 9,9 mg/l come cromo; altri parametri che devono essere rispettati affinché il test sia considerato valido sono:

- la densità cellulare dopo 72 h deve aumentare di un fattore non inferiore a 16 rispetto al valore di partenza ( $2 \times 10^3$  cellule ml<sup>-1</sup>);
- il coefficiente di variazione nei controlli e nel campione tal quale (CV%)  $\leq 15\%$ .

#### 2.2.2.2 *Vibrio fischeri* (sistema Microtox®)

Preparazione dell'elutriato - Gli elutriati sono stati preparati dai sedimenti freschi secondo il protocollo indicato in ICRAM (2001).

Un'aliquota del sedimento da testare è stata unita con il volume calcolato dell'acqua di mare naturale filtrata in rapporto 1:4. Le sospensioni ottenute sono state poste in agitazione per 1 h e centrifugate a temperatura di 10°C per 20' a 3000 rpm. Il soprannatante, che rappresenta l'elutriato, è stato prelevato con cautela e conservato a temperatura di -30°C. Prima dell'allestimento del test sono misurati il pH e la salinità dell'elutriato. La scala di tossicità adottata è riportata in Tab. 2-III.

**Tab. 2-III** - Scala di tossicità adottata per il saggio Microtox®.

Critero	Tossicità
EC20 $\geq$ 90%	Assente
EC20 < 90% e EC50 $\geq$ 90%	Bassa
20% $\leq$ EC50 < 90%	Media
EC50 < 20%	Alta

#### 2.2.2.3 *Corophium orientale*

Il saggio effettuato con esemplari di *Corophium orientale* è stato allestito secondo il

protocollo ISO 16712:2005(E). Il principio del saggio biologico “a breve termine” (di tossicità acuta) consiste nell'esposizione di un numero stabilito di organismi per 10 gg al sedimento tal quale, con la finalità di stimare la % di mortalità degli organismi stessi.

Gli anfipodi sono campionati setacciando il loro sedimento nativo con setaccio a maglia di 0,5 mm, che permette di selezionare organismi di ~ 4 mm idonei per il test, scartando gli individui maturi e le forme giovanili. Gli anfipodi selezionati sono quindi stati portati in laboratorio e acclimatati alle seguenti condizioni del test:

- temperatura dell'acqua:  $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ ;
- salinità:  $36\pm 2\text{‰}$  ;
- illuminazione: continua;
- $\text{O}_2$  disciolto nell'acqua sovrastante il sedimento:  $>60\%$ .

Procedimento del saggio - Circa 200 cc di sedimento da testare sono stati introdotti in un barattolo di vetro da 1 L e sono stati aggiunti circa 750 cc di acqua di mare naturale filtrata. Per ogni campione sono state allestite 4 repliche. Dopo 24 h sono stati immessi 25 individui in ciascun barattolo. Come sedimento di controllo è stato utilizzato il sedimento nativo proveniente da un sito non contaminato. I barattoli contenenti gli organismi sono stati coperti per ridurre l'evaporazione dell'acqua, posti alla temperatura di  $16\pm 2^{\circ}\text{C}$  e areati in continuo. Dopo 10 gg è stato vagliato il contenuto di ogni barattolo contando gli organismi ancora vivi. Sono stati considerati morti gli anfipodi che, dopo una delicata stimolazione, non mostravano alcun movimento degli arti. La sensibilità degli organismi (96hLC50) è stata determinata tramite l'esposizione per 96 h alle concentrazioni di 0,8; 1,6; 3,2 e 6,4  $\text{mg l}^{-1}$   $\text{CdCl}_2$ .

All'inizio e alla fine del saggio biologico sono stati misurati i seguenti parametri dell'acqua sovrastante il sedimento: pH, salinità,  $\text{NH}_4^+$  e ossigeno disciolto.

Elaborazione dei dati - Il saggio biologico è considerato valido quando la mortalità media all'interno del sedimento di controllo è  $\leq 15\%$  e quando la mortalità nella singola replica per l'intero periodo di esposizione è  $\leq 20\%$ . Sia nei campioni da testare che nel sedimento di controllo sono state calcolate le percentuali medie ( $\pm$  dev. st.) degli anfipodi morti. La percentuale di mortalità rilevata in ogni campione è stata confrontata con quella nel sedimento di controllo. Il livello di tossicità è stato valutato prendendo in considerazione la percentuale di mortalità degli organismi osservata nei campioni da saggiare, corretta con la formula di Abbott (M). La scala adottata per la quantificazione della tossicità è riportata in Tab. 2-IV.

**Tab. 2-IV** – Scala di tossicità relativa al test con *C. orientale*.

Tossicità a lungo termine	Giudizio
M<15%	Assente
15%<M≤30%	Bassa
30<M≤60%	Media
M>60%	Alta

#### 2.2.2.4 *Crassostrea gigas*

Il test di embriotossicità con *Crassostrea gigas* è stato eseguito in accordo con la linea guida standard ASTM E724-98. Il saggio si basa sulla stima della percentuale di larve normoformate (larve D-shape) al termine delle 48 h di esposizione alla matrice di saggio, in questa circostanza rappresentata dall'elutriato.

Preparazione degli elutriati - L'elutriato è stato preparato secondo il metodo ICRAM (2001), utilizzando come acqua di lavorazione il medium preparato secondo le specifiche riportate nella guida ASTM E724-98.

Esecuzione del saggio – Il test di embriotossicità è stato eseguito esponendo zigoti di *C. gigas* fecondati da meno di 4 h a diverse diluizioni del campione di elutriato da saggiare. Come acqua di diluizione è stato utilizzato il medium ASTM a S = 34. Il saggio è stato condotto utilizzando delle piastre sterili in polistirene con 24 pozzetti da 3 ml come supporto, in cui sono stati inoculati 60-70 zigoti per ml. L'esposizione è stata quindi condotta in triplicato, in condizioni di temperatura controllata (20°C), al buio, per 48 h. Al termine del test, il contenuto di tutti i pozzetti è stato fissato con una goccia di formalina tamponata ed è stata determinata la percentuale di larve normoformate (larve D) impiegando un microscopio ottico invertito.

QA-QC - La sensibilità di ogni batch di *C. gigas* è stata valutata mediante l'esecuzione del test con sostanza di riferimento (Cu); i risultati di tale test devono rientrare nei limiti della carta di controllo intralaboratorio (5-33 µl/l). La % di larve normalmente sviluppate nel controllo con la sola acqua di diluizione deve inoltre essere superiore al 70%.

Espressione e analisi dei dati – I risultati del saggio di embriotossicità possono essere espressi sia in termini di percentuale di successo del test normalizzata (S%) rispetto alla risposta del controllo (acqua marina artificiale), sia in termini di EC<sub>50</sub>, qualora la distribuzione dei dati relativi alle singole repliche ne consenta il calcolo tramite il software Trimmed Spearman Karber v3.1 messo a disposizione da USEPA nel proprio portale. I dati di EC<sub>50</sub> sono successivamente trasformati in unità di tossicità (TU) secondo l'equazione  $TU = 100/ EC_{50}$ .

Al dato di tossicità è stato associato un giudizio qualitativo secondo lo schema riportato in Tab. 2-V.

**Tab. 2-V** - Scala di tossicità per il saggio di embriotossicità con *C. gigas* (da Losso *et al.*, 2007).

Parametro	Giudizio di Tossicità		
$S > TL$	Assente	Semiscala dell'effetto	$S > 50$
$50 < S \leq TL$	Bassa		
$1 \leq TU < 2$	Media	Semiscala delle T.U.	$S \leq 50$
$2 \leq TU < 4$	Alta		
$TU \geq 4$	Molto alta		

Dove:

$$S = [(Sopravvissuti campione) / (Sopravvissuti controllo)] \cdot 100$$

$$TL = \text{Toxicity limit} = \text{Controllo} \cdot 90\% \text{ del controllo}$$

### 2.2.2.5 Ricerca di metalli pesanti in *Hediste diversicolor*

Procedimento del test - Il test di bioaccumulo è stato eseguito secondo i protocolli ASTM E1688-97a (reapproved 2007) ed EPA/600/R-93/183.

Gli organismi non maturi di *Hediste diversicolor* (taglia 6-10 cm) sono stati campionati manualmente dalle porzioni di un sedimento estuario.

Dopo il trasporto in laboratorio, sono stati sottoposti a spurgo per 3 gg in sabbia quarzifera sommersa in acqua proveniente dal sito di campionamento, areata continuamente. La salinità dell'acqua sovrastante la sabbia quarzifera è stata gradualmente portata al  $36 \pm 2\text{‰}$ , ovvero a un livello corrispondente alla salinità richiesta nel test.

Allestimento del test - Il test è stato allestito in tre repliche per ogni campione di sedimento da testare poste in barattoli di vetro da 1 L. In ogni barattolo sono stati inseriti  $\sim 300 \text{ cm}^3$  di sedimento da testare, ai quali sono stati aggiunti circa 600 ml di acqua di mare naturale filtrata ( $36 \pm 2\text{‰}$ ). I barattoli sono stati quindi sistemati in camera condizionata, coperti e areati in continuo. Dopo 24 h dall'introduzione dei sedimenti sono stati registrati i parametri di inizio del test (pH, salinità,  $\text{NH}_4^+$  e ossigeno disciolto) e in ogni barattolo sono stati immessi 5 individui di *H. diversicolor*. Per l'intera durata del test i barattoli sono stati mantenuti alla temperatura di  $16 \pm 2^\circ\text{C}$ , aerati e illuminati senza alcun fotoperiodo. Come sedimento di controllo è stato utilizzato un sedimento nativo proveniente da un sito non contaminato o solo lievemente contaminato. Il confronto tra il sedimento testato e il controllo consiste nella misura del livello di bioaccumulo. Il confronto degli organismi di controllo all'inizio e alla fine del periodo di esposizione indica se la contaminazione è avvenuta dall'acqua o dal sistema di esposizione. La mortalità degli organismi nel sedimento di controllo non dovrebbe superare il 10%.

Dopo 28 gg sono stati annotati i parametri finali del test e sono stati recuperati gli organismi dai singoli barattoli tramite setacciatura; gli individui vivi sono stati contati e reinseriti in barattoli contenenti sabbia quarzifera e acqua di mare filtrata. Dopo 3 gg i policheti spurgati sono stati recuperati e lavati in acqua distillata per 1 h per liberarli dal muco e dai residui della sabbia. Successivamente, sono stati congelati e sottoposti ad analisi chimica.

Elaborazioni dei dati - Per valutare l'eventuale bioaccumulo nei tessuti degli organismi è stata adottata la seguente formula:

$$D = (C_e - C_b)$$

dove: **D** – variazione (riferita al bianco, ovvero alla quantità di metallo pesante presente nei tessuti degli organismi prima dell'inizio del test) della concentrazione dei metalli pesanti nei policheti a seguito dell'esposizione al sedimento da testare.

**C<sub>b</sub>** - concentrazione del metallo nei tessuti degli organismi prima (bianco) della loro esposizione ai sedimenti testati;

**C<sub>e</sub>** - concentrazione del metallo nei tessuti degli organismi dopo la loro esposizione ai sedimenti testati.

Si ritiene significativa al fine della valutazione del bioaccumulo una differenza  $\geq 20\%$ .

I limiti di quantificazione strumentale dei vari metalli sono riportati in Tab. 2-VI.

**Tab. 2-VI** - Limiti di quantificazione (LoQ) per i metalli pesanti ricercati negli esemplari di *Hediste diversicolor*.

Campione	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	In	Pb	Si	V	Zn	Hg	Ga	Mg
<b>L.o.Q.</b>	n.r.	10,28	n.r.	0,053	n.r.	12,36	317,52	1,89	n.r.	0,34	96,57	n.r.	122,34	0,093	2,5	170

Campione	Mn	Sn	Ti	Zr
<b>L.o.Q.</b>	2,5	1,2	1,2	1,2

### 2.2.3. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

Durante le analisi di laboratorio le sei repliche prelevate in ciascuna stazione sono state trattate separatamente. Il sorting è stato compiuto con l'ausilio di uno stereomicroscopio e di un microscopio ottico (All. A2-III e A2-IV) e l'identificazione degli organismi è stata effettuata al più basso livello sistematico possibile. Gli individui appartenenti allo stesso gruppo sono stati contati e pesati (All. A2-V). Per ogni stazione sono stati quindi calcolati i seguenti indici medi utilizzando i dati relativi alle 6 repliche:

Densità (N):  $N \text{ ind}/0,095 \text{ m}^2$

Biomassa (P):  $gr/0,095 \text{ m}^2$

Indice di Dominanza (D; May, 1975):  $D = n_i/N$

dove  $n_i$  = numero di individui della specie  $i$ -esima;  $N$  = numero totale di individui.

Ricchezza specifica totale (S; Pielou, 1974):      *Numero totale di specie presenti nelle sei repliche*

Ricchezza specifica media (S<sub>m</sub>):      *Numero medio di specie presenti nelle sei repliche*

Diversità specifica di Shannon-Weaver (H'):       $H' = -\sum p_i \cdot \text{Log } p_i$

dove:  $p_i$  = frequenza numerica della specie  $i$ -esima rispetto al totale degli individui (Pielou, 1974).

Le affinità biocenotiche o le preferenze ecologiche sono state ricercate per tutti i taxa determinati a livello di specie.

Con i dati di densità dei singoli taxa sono state calcolate le curve di dominanza cumulativa. Per ricercare eventuali somiglianze tra le stazioni campionate e l'evoluzione temporale delle comunità rinvenute nell'intero periodo di indagine, con i dati di densità è stata effettuata un'analisi statistica multivariata utilizzando il pacchetto software PRIMER previa trasformazione in  $\sqrt{2}$  (Clarke e Warwick, 2001).

Infine, per valutare lo stato ecologico dell'area, sono stati confrontati i risultati di tre differenti indici (l'indice W di Clarke, l'indice AMBI e l'indice BENTIX; Clarke e Warwick, 2001; Borja *et al.* 2000; Simboura e Zenetos, 2002; Muxika *et al.*, 2007; Borja e Mader, 2008), seguendo quanto suggerito da Teixeira *et al.* (2007).

L'indice W prevede l'integrazione dei dati di abbondanza numerica e di biomassa dei singoli taxa. Tale metodo si basa sul presupposto che in aree stabili è favorita la presenza di specie con una "strategia di tipo k", con ciclo vitale lungo, grandi dimensioni corporee degli individui adulti, raramente dominanti numericamente, ma dominanti in termini di biomassa. Al contrario, nelle comunità disturbate, viene favorita la presenza di specie con "strategia di tipo r", dette anche opportuniste, caratterizzate da un ciclo vitale breve e piccola taglia corporea, che generalmente risultano dominanti numericamente (Pianka, 1970).

L'indice si basa sulla seguente formula:

$$\sum_i^S (B_i - A_i) / [50 (S - 1)]$$

dove:  $B_i$  e  $A_i$  = biomassa e abbondanza della specie  $i$ -esima;  $S$  = Ricchezza specifica totale.

Questo indice oscilla da -1 a +1 e indica nel primo caso la presenza di una comunità fortemente disturbata e, nel secondo, la presenza di un ambiente non perturbato. Nel caso in cui il valore sia vicino allo 0, l'ambiente è da considerare moderatamente perturbato (Craeymeersch, 1991). Per ottenere una classificazione della qualità dell'ambiente si è deciso di utilizzare gli intervalli di valori dell'indice W riportati in Tab. 2-VII.

**Tab. 2-VII** - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice W.

Classificazione dell'ambiente	W
Non disturbato	$1,000 \geq W \geq 0,700$
Leggermente disturbato	$0,699 \geq W \geq 0,300$
Moderatamente disturbato	$0,299 \geq W \geq -0,100$
Povero	$-0,101 \geq W \geq -0,500$
Pessimo	$-0,501 \geq W \geq -1,000$

L'indice AMBI assume valori compresi tra 0 (ambiente non inquinato o disturbato) e 7 (ambiente estremamente inquinato o disturbato).

Basandosi essenzialmente sul rapporto percentuale delle specie presenti nel campione, previamente suddivise in 5 gruppi ecologici in base al grado di tolleranza o sensibilità a un gradiente di stress ambientale, consente di classificare, come richiesto dalla Direttiva 2000/60/EC, gli ambienti marini costieri nelle seguenti categorie:

1. non disturbati ( $0 \leq \text{AMBI} \leq 1$ );
2. leggermente disturbati ( $1 \leq \text{AMBI} \leq 3,5$ );
3. moderatamente disturbati ( $3,5 \leq \text{AMBI} \leq 5$ );
4. molto disturbati ( $5 \leq \text{AMBI} \leq 6$ );
5. estremamente disturbati ( $6 \leq \text{AMBI} \leq 7$ ).

I gruppi ecologici nei quali vengono raggruppate le specie (il cui elenco disponibile nel software AMBI 5.0 è aggiornato a marzo 2012) sono identificati soprattutto in base alla loro sensibilità ad arricchimenti organici:

- gruppo I: Specie molto sensibili ad arricchimento organico e presenti solo in condizioni ambientali ottimali. Tale gruppo include i carnivori specialisti e alcuni policheti tubicoli detritivori.
- gruppo II: Specie indifferenti all'arricchimento organico, sempre presenti in basse densità senza particolari variazioni nel tempo. Esse includono sospensivori, alcuni carnivori poco selettivi e scavatori.
- gruppo III: Specie tolleranti a un eccessivo arricchimento organico nei sedimenti. Queste specie possono essere presenti in condizioni normali, ma le loro popolazioni sono stimolate da un aumento di sostanza organica. Si tratta prevalentemente di detritivori superficiali.
- gruppo IV: Specie opportuniste di secondo ordine; principalmente piccoli policheti detritivori sub-superficiali, come i cirratulidi.
- gruppo V: Specie opportuniste di primo ordine; sono detritivori che proliferano in

sedimenti poco ossigenati e ridotti.

Gli intervalli di valori dell'indice AMBI e la conseguente classificazione della qualità dell'ambiente sono riportati in Tab. 2-VIII.

**Tab. 2-VIII** - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice AMBI.

Environmental Classification	AMBI
Ambiente non inquinato	$0,0 < \text{AMBI} \leq 1,2$
Ambiente leggermente inquinato, di transizione	$1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$
Ambiente moderatamente inquinato	$3,3 < \text{AMBI} \leq 5,0$
Ambiente fortemente inquinato	$5,0 < \text{AMBI} \leq 6,0$
Ambiente estremamente inquinato	Azoico

Infine, l'indice BENTIX è stato sviluppato per stabilire gli impatti causati da fattori di stress generalizzati e non discrimina tra disturbo di origine naturale o antropogenica.

Questo indice si basa sulla suddivisione dei taxa di fondo mobile (per i quali è fornita una lista) in 2 principali gruppi ecologici:

1. gruppo 1 (GS): include specie sensibili a un disturbo in generale;
2. gruppo 2 (GT): include specie tolleranti a un disturbo o a uno stress.

Una volta composti i due gruppi sopra citati, viene applicato il seguente algoritmo:

$$\text{BENTIX} = (6 \times \% \text{GS} + 2 \times \% \text{GT})/100$$

dove: %G = percentuale della somma delle densità di ciascun gruppo sulla densità totale registrata nella stazione di campionamento.

Sulla base dei risultati ottenuti, per ogni sito di campionamento è stato possibile stilare una classifica della qualità dell'ambiente secondo i criteri riportati in Tab. 2-IX.

**Tab. 2-IX** - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice BENTIX (Zenetos *et al.*, 2004).

Environmental Classification	BENTIX
Ambiente non inquinato	$4,5 \leq \text{BENTIX} < 6$
Ambiente leggermente inquinato, di transizione	$3,5 \leq \text{BENTIX} < 4,5$
Ambiente moderatamente inquinato	$2,5 \leq \text{BENTIX} < 3,5$
Ambiente fortemente inquinato	$2 \leq \text{BENTIX} < 2,5$
Ambiente estremamente inquinato	Azoico

In Tab. 2-X è infine riportata la classificazione dello stato ecologico dell'ambiente indicata in Bettencourt *et al.* (2004) sulla base della combinazione di tre differenti indici.

**Tab. 2-X** - Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione di tre differenti indici (Bettencourt *et al.*, 2004).

Indice n. 1	Indice n. 2	Indice n. 3	Stato ecologico
non disturbato	non disturbato	non disturbato	alto
non disturbato	non disturbato	leggermente disturbato	alto/buono
non disturbato	leggermente disturbato	leggermente disturbato	buono
leggermente disturbato	leggermente disturbato	leggermente disturbato	buono
leggermente disturbato	leggermente disturbato	moderatamente disturbato	buono/moderato
leggermente disturbato	moderatamente disturbato	moderatamente disturbato	moderato
moderatamente disturbato	moderatamente disturbato	moderatamente disturbato	moderato
moderatamente disturbato	moderatamente disturbato	fortemente disturbato	moderato/povero
moderatamente disturbato	fortemente disturbato	fortemente disturbato	povero
fortemente disturbato	fortemente disturbato	fortemente disturbato	povero
estremamente disturbato	fortemente disturbato	fortemente disturbato	povero/pessimo
estremamente disturbato	estremamente disturbato	fortemente disturbato	pessimo
estremamente disturbato	estremamente disturbato	estremamente disturbato	pessimo

### **3. RISULTATI**

#### **3.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI**

##### **3.1.1. GRANULOMETRIA**

All'analisi visiva tutti i sedimenti monitorati nel 6° survey post lavori di installazione di Bonaccia NW (estate 2018) sono apparsi di colore grigio-nocciola, ossigenati e inodori, senza evidenti distinzioni tra loro.

Dall'analisi granulometrica (fig. 3.1 e Tab. 3-I) è emerso che tutti i campioni prelevati lungo il transetto eccetto C7 erano costituiti da Loam secondo Shepard (All. B), essendo le tre frazioni (sabbia, silt e argilla) presenti in percentuali confrontabili. Il sito C7 e i tre controlli, invece, sono stati classificati come sabbia siltosa per una predominanza della sabbia presente in percentuali superiori al 50%, frazione seguita dal silt.

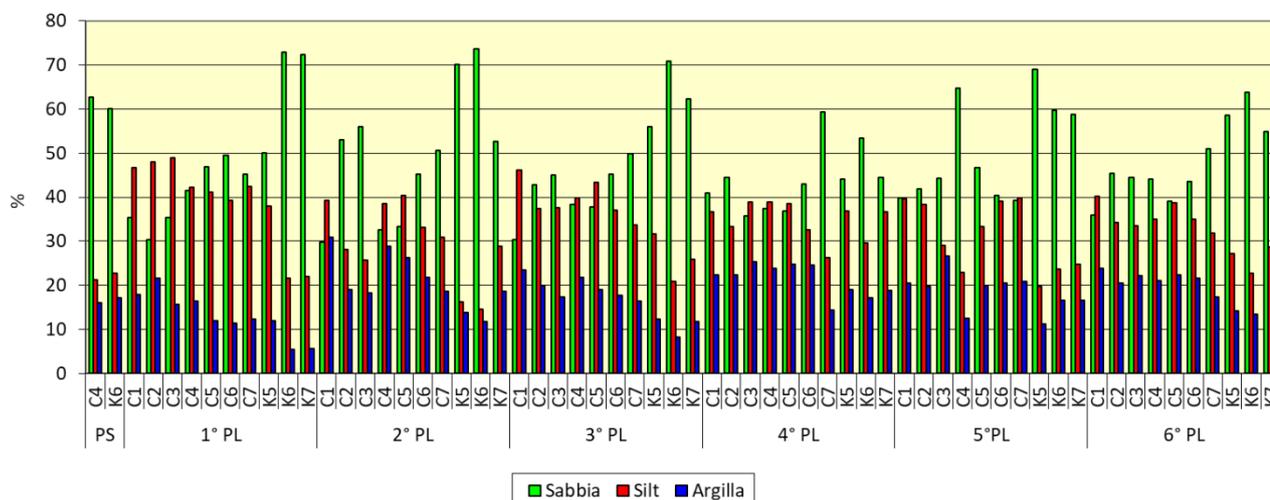
Nel tempo le variazioni non sono state univoche; già nel 1° post lavori, infatti, era avvenuto un decremento di sabbia a vantaggio del silt in C4, mentre in K6 la sabbia era aumentata a scapito dell'argilla.

Nel 2° post lavori in tre siti del transetto (C2, C3 e C7) e nel controllo K5 era avvenuto un aumento di sabbia con conseguente riduzione soprattutto del silt; altrove era stato invece osservato un decremento di sabbia e silt (quest'ultimo eccetto in K7) e un aumento di argilla.

Nel corso del 2° anno di monitoraggio le variazioni sono state quasi tutte meno accentuate rispetto alle precedenti.

Nell'inverno 2018, invece, sia lungo il transetto che nei controlli sono stati rilevati diversi cambiamenti rispetto al monitoraggio precedente e consistenti prevalentemente in un aumento della sabbia, sino a oltre 27 punti percentuali in C4 e a oltre 24 punti in K7, a scapito soprattutto del silt. Tali cambiamenti hanno riportato i sedimenti alle caratteristiche granulometriche registrate nel pre-survey.

Nell'ultimo monitoraggio le variazioni maggiori sono state ancora una volta rilevate in C4 e hanno riguardato un decremento della sabbia con conseguente aumento sia di silt, sia di argilla. Una variazione simile, seppure meno accentuata, è stata rilevata anche nel controllo K5. Al contrario, in C7 sono avvenuti un aumento di sabbia e una riduzione delle altre due componenti.



**Fig. 3.1** - Ripartizione delle classi granulometriche, espresse in percentuale, nei sedimenti analizzati nell'intero periodo.

**Tab. 3-I** - Composizione percentuale delle principali classi granulometriche dei sedimenti analizzati nell'intero periodo di indagine. La stazione di campionamento posta in corrispondenza della condotta è evidenziata in rosso.

	PS			1° PL			2° PL			3° PL			4° PL		
	Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite	
		Silt	Argilla												
C1				35,40	46,70	17,90	29,83	39,29	30,87	30,39	46,22	23,40	40,98	36,73	22,28
C2				30,30	48,00	21,60	53,02	28,01	18,97	42,73	37,38	19,89	44,43	33,25	22,33
C3				35,40	49,00	15,60	55,94	25,73	18,33	45,04	37,67	17,28	35,81	38,94	25,25
<b>C4</b>	<b>62,60</b>	<b>21,30</b>	<b>16,10</b>	<b>41,50</b>	<b>42,20</b>	<b>16,30</b>	<b>32,56</b>	<b>38,54</b>	<b>28,90</b>	<b>38,31</b>	<b>39,84</b>	<b>21,85</b>	<b>37,32</b>	<b>38,81</b>	<b>23,87</b>
C5				46,90	41,10	12,00	33,29	40,45	26,27	37,79	43,30	18,92	36,76	38,48	24,76
C6				49,40	39,20	11,40	45,15	33,14	21,71	45,21	37,02	17,78	42,92	32,51	24,57
C7				45,30	42,40	12,30	50,56	30,81	18,63	49,86	33,70	16,44	59,32	26,33	14,35
K5				50,10	38,00	11,90	70,12	16,11	13,77	56,00	31,63	12,37	44,11	36,89	19,00
K6	60,00	22,80	17,20	73,00	21,60	5,50	73,75	14,56	11,69	70,85	20,87	8,28	53,33	29,53	17,14
K7				72,40	22,00	5,60	52,56	28,79	18,66	62,36	25,95	11,69	44,47	36,68	18,85

	5° PL			6° PL		
	Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite	
		Silt	Argilla		Silt	Argilla
C1	39,90	39,60	20,50	35,96	40,17	23,87
C2	41,80	38,40	19,80	45,35	34,26	20,39
C3	44,20	29,10	26,70	44,48	33,41	22,11
<b>C4</b>	<b>64,70</b>	<b>22,90</b>	<b>12,40</b>	<b>44,07</b>	<b>34,98</b>	<b>20,96</b>
C5	46,70	33,40	19,90	39,01	38,68	22,30
C6	40,40	39,10	20,50	43,45	34,96	21,59
C7	39,30	39,90	20,80	50,94	31,80	17,25
K5	69,00	19,80	11,20	58,58	27,20	14,22
K6	59,70	23,70	16,60	63,80	22,73	13,47
K7	58,70	24,70	16,60	54,94	28,72	16,34

### 3.1.2. IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

Nel pre-survey (Tab. 3-II) molti dei composti ricercati (Antracene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(ghi)perilene, Benzo(k)fluorantene, Fluorantene, Indeno(1,2,3cd)pirene e Pirene) erano risultati presenti in entrambi i siti (C4, K6), seppure in concentrazioni molto modeste e inferiori ai rispettivi LCB indicati da ICRAM-APAT (2007) e ai limiti riportati nel DM 173/2016. Crisene e Naftalene erano stati rilevati unicamente in C4. I restanti analiti erano al di sotto del limite di quantificazione della metodica. Essendo le concentrazioni dei singoli composti basse, anche gli IPA totali erano risultati scarsamente presenti (fig. 3.3). Il massimo era stato rilevato C4 (23,5 µg/kg), ma anche questo era un valore modestissimo.

Dopo la posa della condotta (inverno 2016) questi contaminanti erano risultati al di sotto del limite di quantificazione in tutte le stazioni. Nell'estate 2016, invece, erano stati rilevati ovunque e, salvo rare eccezioni, erano stati quantificati tutti i composti ricercati. In tutti i casi però le concentrazioni dei singoli IPA erano molto al di sotto degli LCB e dei valori chimici cautelativi indicati da ICRAM-APAT (2007). Anche gli IPA totali, pertanto, presentavano concentrazioni minime, tanto che anche il picco registrato in C4, pur corrispondendo a oltre 3 volte la media dei controlli ( $10,5 \pm 1,8$  µg/kg), era comunque risultato 25 volte inferiore all'LCB.

L'inverno 2017 era stato caratterizzato da un aumento diffuso, con la massima concentrazione stagionale in K6. La maggior parte dei composti era presente ovunque, comunque con tenori sempre ampiamente inferiori al proprio LCB. Sporadicamente presenti erano risultati il Benzo(g,h,i)perilene (C1 e C4) e il Naftalene (C1, C2, C5 e K6). Antracene, Dibenzo(a,h)antracene, Fenantrene e Fluorantene non erano stati rilevati affatto.

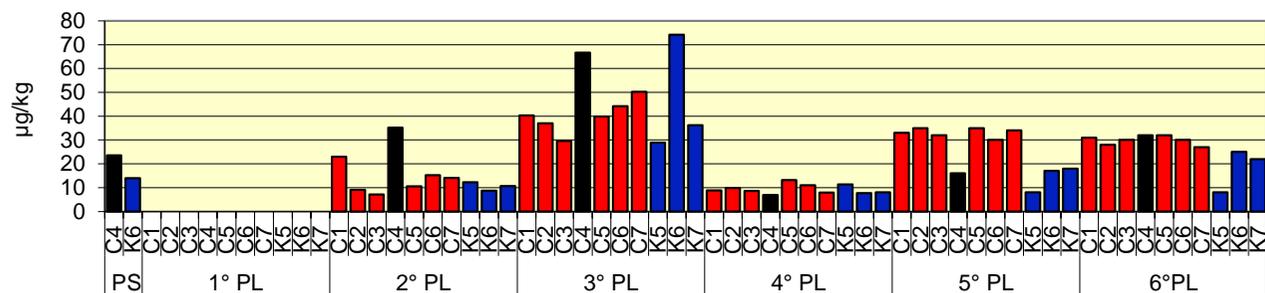
I dati relativi all'estate 2017 indicavano una forte riduzione generalizzata che aveva portato ovunque a tenori inferiori a quelli del pre-survey. Sette dei 15 composti non erano stati rilevati e l'Antracene era stato quantificato solo in due stazioni.

Nell'inverno 2018 era stato osservato un tenue aumento, con concentrazioni totali sempre estremamente basse, decine di volte inferiori rispetto all'LCB (900 µg/kg).

Nell'estate 2018 sono stati rinvenuti ovunque solo il Benzo(b)fluorantene, il Benzo(g,h,i)perilene e l'Indeno(1,2,3-c,d)pirene. Diffusamente presenti il Pirene, Benzo(k)fluorantene, Fenantrene e Fluorantene, mentre tutti gli altri composti, eccetto il Fluorene non rilevato affatto, sono stati quantificati in 3 siti al massimo. In quest'ultimo monitoraggio sono avvenute variazioni minime rispetto sia all'inverno 2018, sia al pre-survey, confermando che non vi sono effetti da parte della condotta su questi contaminanti.



	DM 173/16	LCB/PP	5° survey post lavori (Inverno 2018)										6° survey post lavori (Estate 2018)									
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Acenaftene		7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Acenaftilene			<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Antracene		47	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2	<LQ	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo(a)antracene	75	75	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo(a)pirene	80	80	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2	<LQ	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo(b)fluorantene	40	40	8	8	7	5	8	8	9	3	5	6	4	3	7	5	5	8	8	3	7	6
Benzo(ghi)perilene	55	55	5	5	5	3	4	4	5	2	3	3	3	5	3	4	4	4	5	2	3	3
Benzo(k)fluorantene	20	20	3	3	3	2	4	3	3	<2	2	2	3	4	3	2	4	3	3	<LQ	2	2
Crisene	108	108	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Dibenzo (a,h) antracene		6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Fenantrene	87	87	3	3	3	<LQ	3	3	3	<LQ	2	2	3	3	3	3	3	3	3	<LQ	2	2
Fluorantene	110	113	3	3	2	<LQ	4	3	3	<LQ	<LQ	<LQ	3	4	2	<LQ	4	3	3	<LQ	4	<LQ
Fluorene	21	21	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Indeno1,2,3 cd pirene	70	70	9	11	10	6	8	7	9	3	5	5	9	3	4	6	8	7	3	3	3	5
Naftalene	35	35	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	4	4
Pirene	153	153	2	2	2	<LQ	2	2	2	<LQ	<LQ	<LQ	2	2	2	<LQ	2	2	2	<LQ	<LQ	<LQ
<b>IPA Totali</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>25</b>	<b>22</b>



**Fig. 3.2** - Concentrazioni ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s.) di IPA nei sedimenti prelevati nell'intero periodo. La stazione posta in corrispondenza della condotta è evidenziata in nero.

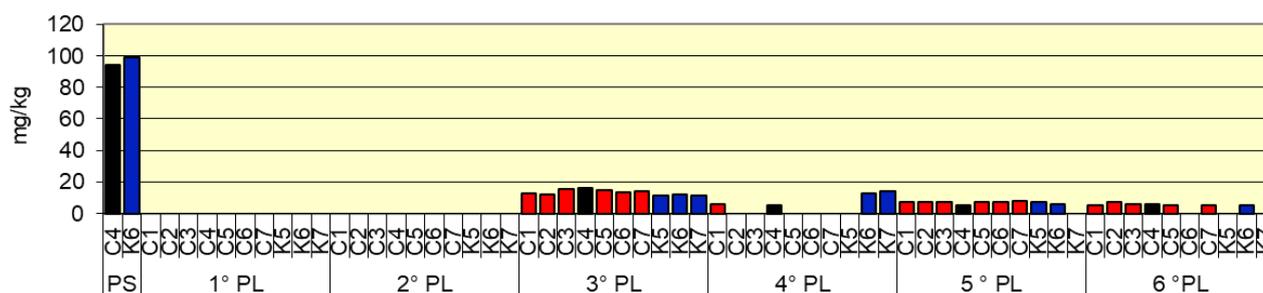
### 3.1.3. IDROCARBURI TOTALI

Le concentrazioni degli idrocarburi leggeri (C<12) sono sempre risultate inferiori al limite di quantificazione.

Gli idrocarburi con C>12 erano stati rilevati nel pre-survey in modo del tutto paragonabile nelle due stazioni di campionamento (fig. 3.3; Tab. 3-III). Assenti in entrambi i monitoraggi del 2016, sono ricomparsi nell'inverno 2017 in concentrazioni notevolmente inferiori a quelle registrate prima dell'installazione della condotta sottomarina. Nell'estate seguente erano stati quantificati esclusivamente in C1, C4 e in due controlli, in concentrazioni ancora inferiori alle precedenti nei due siti del transetto.

Nell'inverno 2018 sono stati rilevati ovunque eccetto in K7, con valori sempre estremamente bassi, e nell'ultimo survey non sono stati quantificati in C6 e in due controlli.

I dati acquisiti nell'intero periodo di osservazione confermano l'assenza di effetti su questi contaminanti da parte della condotta sottomarina.



**Fig. 3.3** - Idrocarburi pesanti (C>12) rilevati nell'intero periodo di indagine. In nero il sito corrispondente al sea-line.

**Tab. 3-III** - Idrocarburi pesanti C>12 (mg/kg) rilevati nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS) e dopo (PL) le operazioni di installazione della condotta sottomarina. In rosso il sito corrispondente al sea-line.

	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		<5	<5	12,6	5,8	7,0	5,0
C2		<5	<5	12,2	<5	7,0	7,0
C3		<5	<5	15,8	<5	7,0	6,0
<b>C4</b>	<b>94,1</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>	<b>15,9</b>	<b>5,3</b>	<b>5,0</b>	<b>6,0</b>
C5		<5	<5	14,7	<5	7,0	5,0
C6		<5	<5	13,4	<5	7,0	<5
C7		<5	<5	14,1	<5	8,0	5,0
K5		<5	<5	11,4	<5	7,0	<5
K6	99,0	<5	<5	11,8	12,8	6,0	5,0
K7		<5	<5	11,2	13,9	<5	<5

### 3.1.4. METALLI PESANTI

I contenuti dei metalli pesanti rilevati nell'intero periodo di indagine sono riportati in Tab. 3-IV e in fig. 3.4. Nella discussione che segue vengono riportati riferimenti ai Livelli Chimici di Riferimento Nazionali (di seguito LCRN) indicati nel DM 173 2016 (tabella 2.5). I valori in colonna L1 sono i medesimi degli Standard di Qualità (SQA) riportati nei precedenti DM 56/2009, DM 260/2010 e DM 172/2015 per cadmio (0,3 mg/kg), mercurio (0,3 mg/kg), piombo (30 mg/kg), nichel (30 mg/kg), arsenico (12 mg/kg) e cromo totale (50 mg/kg). In tale tabella (tabella 2.5) sono inoltre indicati rame (40 mg/kg) e zinco (100 mg/kg).

**Alluminio** – L'area di indagine è caratterizzata da basse percentuali di alluminio e tali si sono mantenute per tutta la durata del monitoraggio. La concentrazione in corrispondenza della condotta (sito C4) ha subito un progressivo incremento sino all'inverno 2017; successivamente ha presentato un trend opposto ritornando a fine periodo a un tenore (1,41%) praticamente identico a quello rilevato prima dell'installazione (1,42%). Le percentuali di Al lungo il transetto hanno subito oscillazioni, tanto da risultare talvolta in linea con il pre-survey, talvolta maggiori. Nell'ultimo monitoraggio in C1 è stato rilevato il massimo assoluto (2,73%) corrispondente a 3 volte la media dei controlli ( $\pm$  dev.st.;  $0,84 \pm 0,14\%$ ), ma anche questa concentrazione è troppo modesta in termini assoluti per indicare uno stato di alterazione nell'area circostante la condotta.

**Arsenico** – L'arsenico ha mostrato notevoli variazioni a partire dall'installazione del sea-line, superando molto spesso l'LCRN sia nell'area circostante la struttura che nei siti di controllo. Comunque, le concentrazioni rilevate lungo il transetto sono sempre risultate inferiori o in linea con quelle dei riferimenti. Nell'ultimo campionamento, ad esempio, le medie dei due gruppi di siti sono risultate confrontabili (C:  $13,32 \pm 3,07$ ; K:  $19,53 \pm 3,16$  mg/kg) e i tenori delle stazioni C tutti inferiori a quello del controllo K5.

Ciò consente di escludere un'influenza da parte della struttura sull'andamento di questo elemento.

**Bario** – Sin dal pre-survey l'area presso la quale sarebbe stata installata la condotta aveva presentato una concentrazione di bario quasi doppia rispetto a quella del controllo K6 e tale situazione si è mantenuta anche successivamente; comunque, le concentrazioni rilevate sono risultate sempre e ovunque molto basse.

Rispetto al pre-survey a fine periodo si è avuto un incremento di circa il 23% in C4 mentre al controllo K6 il bario si è ridotto di circa il 16%. Tale differenza di comportamento tra questi due siti, unitamente agli andamenti del transetto, indica che la presenza della

condotta ha un certo effetto sulla distribuzione del bario; tuttavia, come già accennato, viste le basse concentrazioni quanto registrato non è indicativo di uno stato di contaminazione dell'area.

**Cadmio** – L'area di indagine è caratterizzata da valori molto bassi di cadmio, risultati sempre estremamente inferiori all'LCRN. Le concentrazioni rilevate nel pre-survey sia in corrispondenza di C4 che del controllo K6 non sono mai state superate nei monitoraggi successivi, confermando l'assenza di effetti del sea-line su questo elemento. Le concentrazioni medie, essendo così basse, sono da ritenere confrontabili (C:  $0,070 \pm 0,006$ ; K:  $0,056 \pm 0,002$  mg/kg). Si evidenzia che il massimo del transetto rilevato in C2 ( $0,077$  mg/kg) corrisponde a solo  $\frac{1}{4}$  dell'LCRN.

**Cromo** – Anche il contenuto di cromo era risultato modesto nel pre-survey. Nel 1° post lavori era avvenuto un incremento lungo il transetto e in K5, ma solo in C1, C2 e C3 era stato superato l'LCRN. Nel monitoraggio successivo i comportamenti sono stati variabili da sito a sito, con tenori maggiori dell'LCRN in varie stazioni inclusa K7 e un picco in C1 ( $72,18$  mg/kg) mai più raggiunto successivamente.

Nell'inverno 2017 si era verificato un decremento quasi ovunque, ma permaneva il superamento del limite in C4 e C1. Nell'estate seguente le concentrazioni di cromo erano nuovamente lievemente aumentate in tutte le stazioni sia del transetto C che ai controlli, superando nella maggior parte dei casi l'LCRN.

Nell'inverno 2018 solo presso C2 è stato registrato un valore ( $54,15$  mg/kg) più alto del riferimento nazionale.

Infine, nell'ultimo survey sono stati rilevati tenori maggiori lungo il transetto rispetto ai controlli, con un picco in C1 ( $67,86$  mg/kg) pari a oltre 2 volte la media dei controlli ( $30,30 \pm 2,59$  mg/kg). Tale concentrazione, analogamente a quelle relative a C2 e C3, è risultata superiore all'LCRN. Nel complesso i superamenti del livello chimico di riferimento nazionale sono sempre stati modesti, ma essendo stati osservati nei controlli solo sporadicamente e più frequentemente nell'area circostante la condotta sono relazionabili alla presenza della struttura. E' comunque da evidenziare che presso C4 la concentrazione a fine periodo è risultata inferiore a quella del pre-survey.

**Ferro** – Questo elemento ha mostrato in ogni monitoraggio valori omogenei, anche nell'estate 2018 (C:  $1,85 \pm 0,19$ ; K:  $1,58 \pm 0,12\%$ ). Non si rilevano anomalie degne di nota.

**Gallio** – Contrariamente al ferro, le concentrazioni del gallio sono state molto variabili nel tempo. Questo metallo era aumentato in maniera evidente nel 1° post lavori rispetto al pre-survey ovunque. Nell'estate 2016 era avvenuto un decremento generalizzato che aveva

portato, in diverse stazioni, a concentrazioni inferiori al limite di quantificazione. Ricomparso ovunque nell'inverno 2017, ma con tenori inferiori a quelli della stessa stagione del 2016, si è nuovamente ridotto in estate sino a non essere rilevabile in 3 siti del transetto e in due controlli. In inverno 2018 è tornato a essere quantificabile ovunque con tenori intermedi a quelli delle due stagioni invernali precedenti, mentre nell'ultimo survey è avvenuta una riduzione. Le concentrazioni rilevate lungo il transetto sono apparse superiori a quelle dei controlli ma sono risultate anch'esse molto modeste in termini assoluti; inoltre, il tenore in C4 è risultato del tutto comparabile a quello del pre-survey.

**Indio** – Questo metallo è stato rilevato solo nel 1° survey post lavori e in sole tre stazioni del transetto e in un controllo, in concentrazioni molto vicine al limite di quantificazione.

**Magnesio** – Il magnesio ha conservato nel tempo valori omogenei tra loro, anche nell'ultimo monitoraggio come si evince dal raffronto dei valori medi praticamente identici (C:  $1,85 \pm 0,09$ ; K:  $1,85 \pm 0,11$  mg/kg). Quanto osservato nell'estate 2018 è assolutamente in linea con i risultati del pre-survey. Non ci sono anomalie da segnalare.

**Manganese** – Nell'intero periodo di indagine il manganese ha subito modeste oscillazioni e i valori rilevati lungo il transetto sono sempre rimasti paragonabili ai controlli o trascurabilmente maggiori. Non ci sono anomalie da segnalare.

**Mercurio** – Il contenuto di mercurio è sempre apparso molto modesto, ampiamente inferiore all'LCRN. Nell'ultimo monitoraggio, analogamente al pre-survey, le concentrazioni attorno alla condotta sono risultate maggiori rispetto ai controlli ma, considerando che i valori più alti registrati in C1 e C2 ( $0,0339$  e  $0,0343$  mg/kg rispettivamente) sono quasi 10 volte inferiori all'LCRN, le differenze tra un sito e l'altro, così come quelle tra i diversi monitoraggi, appaiono prive di significato. Non si rilevano pertanto situazioni di criticità nell'area circostante la condotta.

**Nichel** – Già nel pre-survey il nichel era stato rilevato in concentrazioni superiori all'LCRN in entrambe le stazioni di campionamento, con il massimo nell'area della futura condotta, e tale superamento ha caratterizzato quasi tutti i siti (inclusi molto spesso i controlli) anche nei monitoraggi successivi.

Nel complesso i tenori più elevati sono sempre stati osservati nei siti C, anche nell'estate 2018, anche se le differenze sono state quasi sempre modeste. Rispetto al pre-survey è avvenuto un decremento sia in C4 che in K6.

**Piombo** – Il piombo ha esibito nel tempo valori modesti, ampiamente inferiori all'LCRN, tanto che anche le differenze tra sito e sito sono da ritenersi trascurabili. L'unica anomalia riguarda il sito C1 nell'estate 2018 dove è stato registrato un tenore più che doppio rispetto

alla media dei controlli. In valore assoluto è comunque una concentrazione modesta, inferiore all'LCRN, e rappresenta un caso assolutamente isolato, pertanto non rappresentativo di uno stato di contaminazione.

**Rame** – Questo metallo è sempre stato rilevato in concentrazioni notevolmente inferiori all'LCRN, tanto che anche le differenze spaziali e temporali sono da ritenere del tutto trascurabili. Analogamente a quanto osservato nel pre-survey, in quasi tutti i monitoraggi successivi l'area della condotta ha presentato concentrazioni maggiori rispetto a quelle dei controlli ma, come già detto, i tenori sono sempre stati troppo modesti per indicare uno stato di alterazione dell'area. A titolo di esempio, il massimo dell'ultimo campionamento raggiunto in C1 (17,83 mg/kg) corrisponde a meno della metà dell'LCRN.

**Silicio** – Il silicio è sempre risultato piuttosto variabile sin dal pre-survey, quando era risultato non quantificabile nell'area della futura condotta. Nel 1° post lavori era stato rilevato in tutti i siti, con il massimo in K7 (78,78 mg/kg). Nell'estate 2016 le concentrazioni oscillavano tra 23,93 mg/kg (C4) e 106,02 mg/kg (C1), valore quest'ultimo del tutto in linea sia con quello di K7 (103,37 mg/kg), sia con quello rilevato in K5 nel pre-survey (103,60 mg/kg). Nell'inverno 2017 i tenori lungo il transetto erano tutti inferiori al controllo K6, sito caratterizzato dal massimo assoluto sino ad allora. Anche nell'estate seguente era stata riscontrata una certa variabilità, ma i tenori del transetto erano apparsi piuttosto in linea con quelli dei controlli. Nell'inverno 2018 sono state osservate poche oscillazioni lungo C, mentre in K7 è avvenuto un notevole incremento che ha portato al massimo assoluto (169,03 mg/kg) dell'intero periodo di indagine. Nell'ultimo monitoraggio si è verificato un aumento lungo il transetto e nei riferimenti K5 e K6, a seguito del quale i due gruppi di stazioni sono diventati molto omogenei (C:  $93,90 \pm 15,74$ ; K:  $95,63 \pm 12,37$  mg/kg).

**Stagno** – Anche lo stagno è caratterizzato da un'elevata variabilità. Assente nel pre-survey, nei primi due monitoraggi post lavori è stato quantificato in alcune stazioni, inclusi due controlli nell'estate 2016. Assente nell'inverno 2017, è ricomparso in estate solo in C5 con una concentrazione (1,48 mg/kg) molto modesta. Rinvenuto nuovamente nella maggior parte delle stazioni C e in K7 in inverno 2018, è risultato non quantificabile nell'ultimo monitoraggio.

**Tab. 3-IV** - Concentrazioni (mg/kg s.s.; Al e Fe espressi in %) dei metalli in traccia presenti nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS) e nei sei monitoraggi post lavori (PL). In rosso la stazione corrispondente alla condotta sottomarina. n.d. = non determinabile. Ove disponibili sono riportati i Livelli Chimici di Riferimento Nazionali (LCRN); in grassetto i valori >LCRN. L'ossido di zirconio è stato stimato per via stechiometrica supponendo che tutto lo zirconio sia presente come ossido. Pertanto la stima è in eccesso e ciò rende necessario anteporre alla concentrazione il segno "minore di".

	Alluminio							Arsenico							Bario						
	LCRN = 12 mg/kg							LCRN = 12 mg/kg													
	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		2,11	2,62	1,94	1,81	1,50	2,73		<b>12,84</b>	5,49	<b>16,45</b>	11,29	11,40	<b>12,22</b>		68,74	94,16	58,24	66,02	55,60	84,81
C2		2,52	1,60	1,26	1,46	2,04	2,21		<b>14,56</b>	<b>12,05</b>	<b>16,38</b>	11,48	<b>18,38</b>	<b>13,15</b>		82,03	54,50	38,93	58,11	63,59	72,82
C3		2,13	1,30	1,77	2,01	1,55	1,84		10,34	7,55	<b>16,34</b>	10,46	<b>12,71</b>	11,80		70,57	52,78	50,42	79,05	52,28	71,94
<b>C4</b>	<b>1,42</b>	<b>1,71</b>	<b>1,78</b>	<b>2,37</b>	<b>1,91</b>	<b>1,17</b>	<b>1,41</b>	<b>5,63</b>	<b>12,45</b>	<b>8,70</b>	<b>14,68</b>	<b>9,95</b>	<b>21,27</b>	<b>9,70</b>	<b>44,77</b>	<b>62,81</b>	<b>68,09</b>	<b>81,57</b>	<b>78,72</b>	<b>40,85</b>	<b>55,12</b>
C5		1,74	2,24	1,33	1,61	1,65	1,47		<b>16,69</b>	7,25	<b>17,44</b>	11,19	<b>21,09</b>	<b>14,02</b>		53,40	78,19	46,63	61,65	57,14	52,86
C6		1,42	1,77	1,46	1,55	1,68	1,62		<b>12,42</b>	10,04	11,51	<b>13,72</b>	<b>12,16</b>	<b>19,58</b>		39,97	59,90	48,89	53,55	59,89	49,09
C7		1,86	1,60	1,49	1,47	1,74	1,43		11,32	9,75	<b>14,87</b>	<b>15,19</b>	<b>13,20</b>	<b>12,79</b>		55,86	50,66	49,16	45,21	59,62	41,53
K5		1,57	1,27	0,92	1,67	1,10	0,80		<b>21,03</b>	<b>13,05</b>	<b>18,45</b>	10,84	<b>21,26</b>	<b>22,43</b>		37,27	34,24	21,74	41,13	26,32	24,27
K6	1,16	1,00	1,05	1,21	1,39	1,31	0,73	8,85	<b>17,58</b>	<b>13,67</b>	<b>19,76</b>	<b>17,09</b>	<b>14,84</b>	<b>19,99</b>	26,21	23,47	32,66	31,04	37,53	32,00	21,96
K7		1,28	1,78	1,38	1,91	1,50	1,00		<b>12,39</b>	9,79	<b>17,29</b>	<b>12,86</b>	<b>14,27</b>	<b>16,16</b>		31,55	61,13	34,44	47,93	35,49	22,76

	Cadmio							Cromo							Ferro						
	LCRN = 0,3 mg/kg							LCRN = 50 mg/kg													
	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		0,051	0,070	0,082	0,048	0,059	0,075		<b>56,92</b>	<b>72,18</b>	<b>51,02</b>	<b>54,85</b>	42,61	<b>67,86</b>		2,23	2,33	1,84	1,97	1,76	2,13
C2		0,052	0,065	0,072	0,053	0,048	0,077		<b>64,05</b>	48,64	39,04	48,67	54,15	<b>58,24</b>		2,24	1,86	1,60	1,91	2,15	1,96
C3		0,041	0,051	0,080	0,057	0,047	0,076		<b>55,38</b>	40,85	48,31	<b>63,59</b>	45,33	<b>52,04</b>		2,01	1,55	1,82	2,27	1,94	1,89
<b>C4</b>	<b>0,085</b>	<b>0,047</b>	<b>0,060</b>	<b>0,086</b>	<b>0,053</b>	<b>0,041</b>	<b>0,063</b>	<b>44,77</b>	<b>49,13</b>	<b>53,08</b>	<b>58,66</b>	<b>58,37</b>	<b>35,56</b>	<b>42,93</b>	<b>1,77</b>	<b>1,94</b>	<b>1,94</b>	<b>1,97</b>	<b>2,11</b>	<b>1,76</b>	<b>1,66</b>
C5		0,048	0,058	0,073	0,058	0,044	0,064		47,44	<b>62,53</b>	39,05	<b>53,13</b>	45,85	43,23		2,04	2,19	1,72	2,10	1,90	1,70
C6		0,047	0,054	0,082	0,051	0,045	0,071		42,84	<b>53,13</b>	43,40	49,71	47,90	48,34		1,78	2,01	1,71	1,98	1,89	2,00
C7		0,040	0,070	0,078	0,051	0,049	0,064		49,68	<b>49,64</b>	44,06	<b>51,02</b>	48,96	42,16		1,91	1,87	1,72	2,01	1,95	1,62
K5		0,046	0,044	0,061	0,054	0,037	0,058		44,78	42,10	30,79	<b>51,98</b>	33,90	30,48		2,06	1,94	1,38	1,98	1,65	1,71
K6	0,090	0,041	0,047	0,067	0,055	0,032	0,057	40,27	31,88	34,98	36,41	49,72	39,65	27,62	1,70	1,50	1,60	1,64	2,13	1,78	1,55
K7		0,042	0,058	0,072	0,050	0,039	0,054		35,84	<b>53,63</b>	40,18	<b>55,08</b>	43,75	32,79		1,67	2,03	1,63	2,05	1,71	1,46

	Gallio							Indio							Magnesio						
	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		12,01	7,18	6,79	4,38	7,31	7,15		0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		1,62	2,16	1,70	1,73	1,93	1,92
C2		9,59	3,94	6,14	< 1,20	9,08	6,45		0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		1,55	1,95	1,64	1,74	2,17	1,74
C3		5,78	< 1,2	4,71	2,94	8,50	5,46		0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		1,47	1,80	1,65	1,95	2,04	1,92
<b>C4</b>	<b>4,84</b>	<b>10,55</b>	<b>3,08</b>	<b>5,70</b>	<b>1,20</b>	<b>7,07</b>	<b>4,50</b>	<b>&lt; 0,02</b>	<b>1,74</b>	<b>1,51</b>	<b>1,93</b>	<b>1,57</b>	<b>1,86</b>	<b>2,00</b>	<b>1,71</b>						
C5		7,00	1,59	7,03	1,79	8,52	4,48		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		1,59	2,12	1,64	1,82	2,00	1,86
C6		8,29	3,65	5,64	< 1,20	9,52	5,00		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		1,69	2,19	1,62	1,86	2,00	1,87
C7		8,80	< 1,2	4,24	< 1,20	8,70	4,41		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		1,68	2,15	1,61	1,95	2,08	1,94
K5		10,45	2,69	4,13	< 1,20	5,40	2,82		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		1,54	2,43	1,71	1,87	2,09	1,88
K6	3,99	9,55	< 1,2	3,90	2,06	7,41	3,03	< 0,02	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	2,17	1,63	2,13	1,73	1,97	2,21	1,73
K7		12,61	< 1,2	2,91	< 1,20	7,24	2,92		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02		1,76	2,13	1,56	1,85	1,97	1,94

Tab. 3-IV - Continuo.

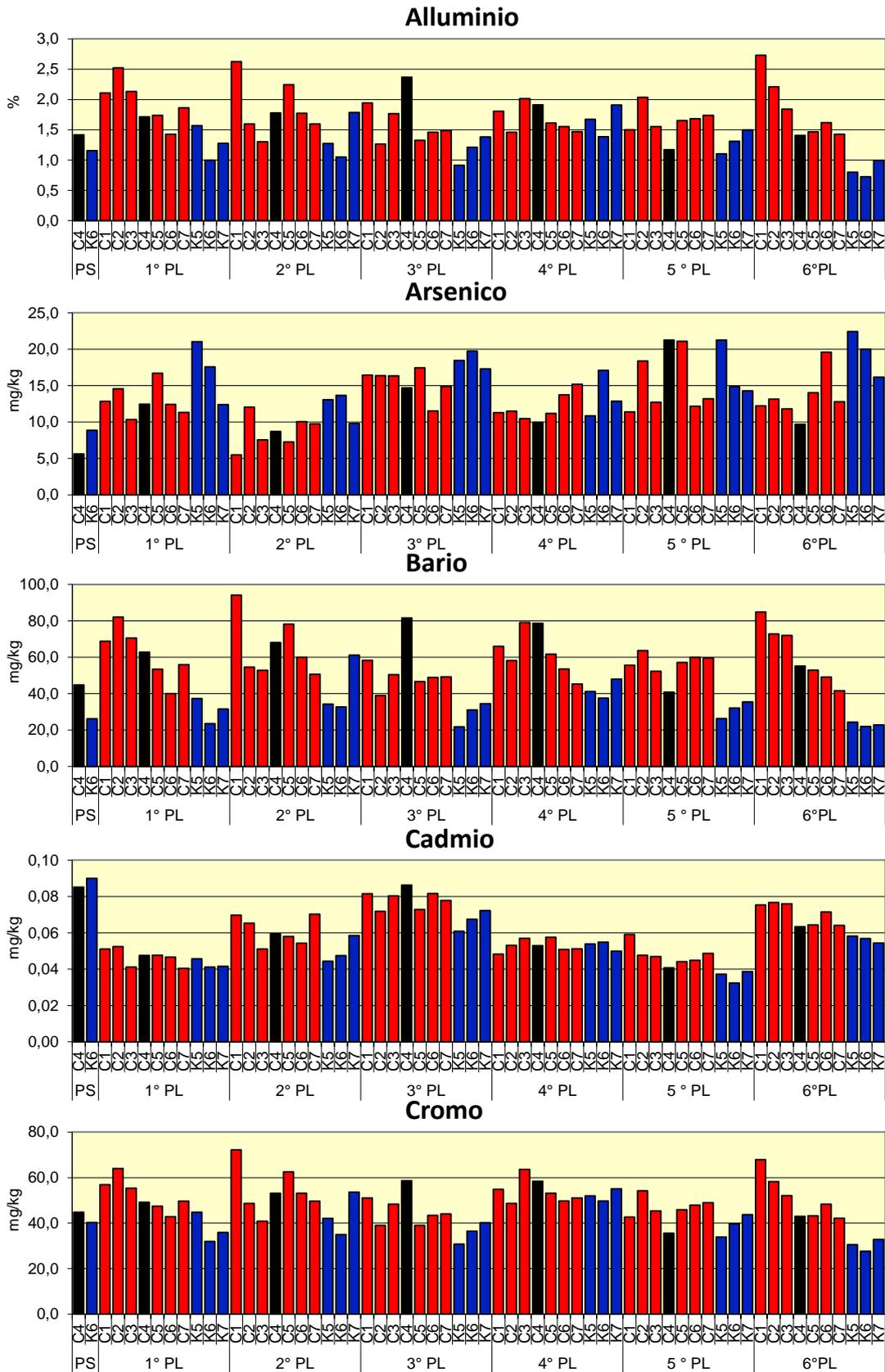
	Manganese							Mercurio							Nichel						
	LCRN = 0,3 mg/kg							LCRN = 30 mg/kg							LCRN = 30 mg/kg						
	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		851,53	606,51	667,02	834,17	778,07	817,98		0,028	0,030	0,025	0,025	0,027	0,034		49,55	59,75	40,99	45,54	38,61	49,52
C2		666,87	790,33	603,45	726,12	982,97	683,36		0,033	0,021	0,021	0,022	0,027	0,034		52,11	39,21	33,54	41,70	46,32	46,35
C3		637,29	488,14	708,60	1069,45	885,71	656,21		0,027	0,018	0,026	0,028	0,028	0,029		45,26	34,40	40,33	55,44	39,98	43,03
C4	794,06	640,13	673,27	681,08	890,49	780,13	584,86	0,027	0,024	0,023	0,035	0,029	0,020	0,025	40,50	43,64	44,38	48,85	49,11	30,59	37,52
C5		753,62	636,05	838,41	806,32	844,53	791,09		0,023	0,025	0,022	0,029	0,025	0,023		40,91	50,17	33,13	48,40	38,20	34,77
C6		638,92	684,95	727,85	959,45	740,59	840,86		0,018	0,020	0,026	0,025	0,025	0,027		38,21	43,31	38,94	43,30	40,43	43,44
C7		615,73	678,16	722,04	750,78	804,98	636,68		0,021	0,020	0,029	0,022	0,027	0,022		39,18	40,75	39,69	43,70	40,24	34,24
K5		971,69	1004,90	622,76	807,46	704,98	872,42		0,021	0,014	0,014	0,024	0,019	0,015		38,94	32,74	24,35	44,71	27,85	25,31
K6	838,83	612,57	914,99	768,85	1114,97	726,40	791,74	0,021	0,014	0,012	0,018	0,024	0,019	0,018	33,73	24,37	24,79	28,30	43,52	32,46	22,99
K7		699,20	695,65	863,37	960,16	784,44	664,10		0,014	0,020	0,025	0,029	0,022	0,014		27,35	43,54	31,27	45,97	30,01	23,81

	Piombo							Rame							Silicio						
	LCRN = 30 mg/kg							LCRN = 40 mg/kg							LCRN = 30 mg/kg						
	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		13,11	11,31	9,54	11,90	10,47	27,56		15,85	18,70	10,48	10,42	11,41	17,83		62,07	106,02	50,58	44,40	50,60	123,99
C2		13,00	12,07	9,04	11,81	16,26	11,75		16,11	25,04	8,23	9,87	13,06	13,48		62,69	59,56	80,30	61,37	47,86	89,05
C3		13,47	9,52	12,18	13,60	16,27	11,06		12,63	11,84	10,47	13,47	11,58	12,14		45,50	31,18	54,17	67,90	37,60	103,53
C4	12,84	11,94	11,76	13,48	9,00	16,86	10,08	11,36	12,38	14,03	13,85	12,82	7,82	10,60	< 5	54,29	23,93	65,49	90,40	34,34	78,80
C5		13,17	12,82	14,71	15,87	16,00	10,72		13,30	15,94	8,88	11,84	10,75	9,56		51,00	69,97	72,09	68,26	34,47	95,73
C6		10,43	11,66	11,62	9,73	12,28	11,97		10,49	11,05	10,59	9,84	11,41	10,96		58,85	34,08	97,41	48,85	69,17	83,87
C7		10,73	12,68	11,20	12,46	12,96	9,42		11,68	10,97	10,71	9,06	12,04	8,96		49,12	58,11	83,59	57,71	43,24	82,34
K5		13,34	12,73	8,41	14,40	12,88	11,15		9,84	9,05	5,14	10,29	6,45	6,28		54,08	46,44	68,79	71,18	30,69	91,09
K6	12,06	9,61	12,81	9,58	14,23	14,42	9,65	8,80	6,75	7,85	7,18	9,96	7,41	5,61	103,60	48,16	59,14	144,14	55,43	73,18	86,17
K7		9,81	12,07	10,74	12,72	15,39	8,83		7,55	12,38	8,02	10,11	7,92	5,72		78,78	103,37	89,78	11,31	169,03	109,63

	Stagno							Titanio							Vanadio						
	LCRN = 30 mg/kg							LCRN = 30 mg/kg							LCRN = 30 mg/kg						
	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		1,70	3,25	< 1,20	< 1,20	1,63	< 1,20		251,45	312,77	344,71	339,57	120,24	411,79		55,94	67,35	46,53	47,12	35,71	58,58
C2		< 1,20	1,25	< 1,20	< 1,20	3,04	< 1,20		324,28	271,50	219,31	255,16	215,81	273,23		62,82	45,51	37,69	42,20	48,59	49,97
C3		2,71	< 1,2	< 1,20	< 1,20	1,22	< 1,20		328,93	192,56	246,74	251,53	123,31	208,06		53,54	37,13	45,31	53,39	40,57	44,93
C4	< 1,20	< 1,20	1,41	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20	114,47	259,13	287,80	224,82	229,68	164,84	162,71	39,25	47,25	47,25	53,51	49,96	36,81	35,58
C5		1,66	2,48	< 1,20	1,48	1,21	< 1,20		235,63	334,40	189,59	155,00	190,48	215,74		50,47	57,66	40,05	45,76	41,75	39,79
C6		< 1,20	1,76	< 1,20	< 1,20	1,35	< 1,20		182,33	311,89	186,65	233,71	198,92	210,17		42,55	50,58	38,54	44,77	40,52	45,77
C7		< 1,20	< 1,2	< 1,20	< 1,20	1,45	< 1,20		336,90	268,74	148,50	275,90	168,78	225,85		48,95	46,13	39,10	45,80	41,85	36,46
K5		< 1,20	1,79	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20		205,07	271,66	220,72	258,64	199,94	123,40		47,54	44,59	31,75	48,33	36,41	33,62
K6	< 1,20	< 1,20	< 1,2	< 1,20	< 1,20	< 1,20	< 1,20	126,81	219,69	291,37	261,31	161,84	239,38	111,63	38,75	35,25	39,42	38,97	45,58	39,65	30,57
K7		< 1,20	2,30	< 1,20	< 1,20	1,86	< 1,20		342,77	320,18	233,65	306,18	313,52	245,64		42,07	49,55	38,95	51,98	40,52	32,77

Tab. 3-IV - Continuo.

	Zinco							Zirconio							Ossido di Zr						
	LCRN = 100 mg/kg																				
	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		65,12	74,38	54,65	55,00	51,01	69,64		6,73	8,24	5,22	1,32	4,47	5,40		9,09	11,13	7,05	1,78	<6,04	7,28
C2		69,69	49,50	42,78	52,04	59,83	63,45		7,54	5,52	3,93	< 1,20	5,94	5,04		10,18	7,45	5,31	n.d.	n.d.	6,80
C3		58,17	43,22	50,69	66,48	52,13	59,47		6,03	4,17	5,18	1,97	4,69	4,42		8,14	5,64	6,99	2,66	<6,33	5,97
C4	65,41	54,89	54,15	63,83	60,83	40,49	52,81	3,61	5,76	5,85	6,22	1,82	4,49	3,61	< 4,87	7,77	7,90	8,40	2,45	<6,06	4,88
C5		53,80	62,68	43,85	59,14	50,86	49,56		5,94	6,81	4,59	1,41	5,10	3,89		8,02	9,19	6,19	1,90	<6,89	5,25
C6		50,61	53,25	48,90	53,33	53,71	59,36		5,14	5,63	4,27	< 1,20	4,88	4,34		6,94	7,60	5,77	n.d.	n.d.	5,86
C7		54,29	51,26	51,07	52,42	55,04	47,81		5,77	5,36	4,43	< 1,20	5,24	3,77		7,79	7,24	5,98	n.d.	n.d.	5,09
K5		50,31	42,69	31,88	53,36	36,83	36,65		6,21	4,91	3,43	1,25	3,94	2,97		8,38	6,62	4,64	1,69	<5,32	4,00
K6	57,39	35,44	33,64	36,70	53,35	41,84	33,19	3,48	3,89	3,98	4,38	1,20	4,04	2,91	< 4,70	5,25	5,37	5,91	1,62	<5,45	3,93
K7		38,70	54,35	40,11	56,70	40,10	35,43		4,64	6,02	4,34	1,49	4,35	2,84		6,27	8,13	5,87	2,01	<5,87	3,83



**Fig. 3.4** - Concentrazioni (mg/kg; Al e Fe in %) dei metalli pesanti registrate nell'intero periodo. In nero la stazione corrispondente alla condotta sottomarina. L'ossido di zirconio è stato stimato per via stechiometrica supponendo che tutto lo zirconio sia presente come ossido. Pertanto, avendo il medesimo andamento dello zirconio, non è stato riportato in grafico.

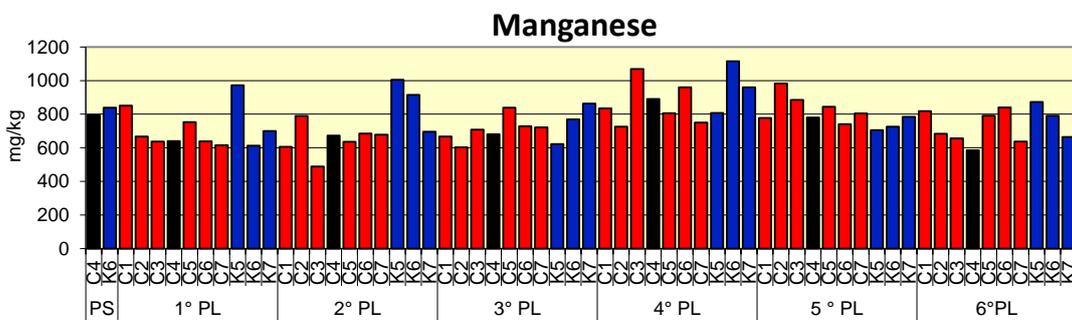
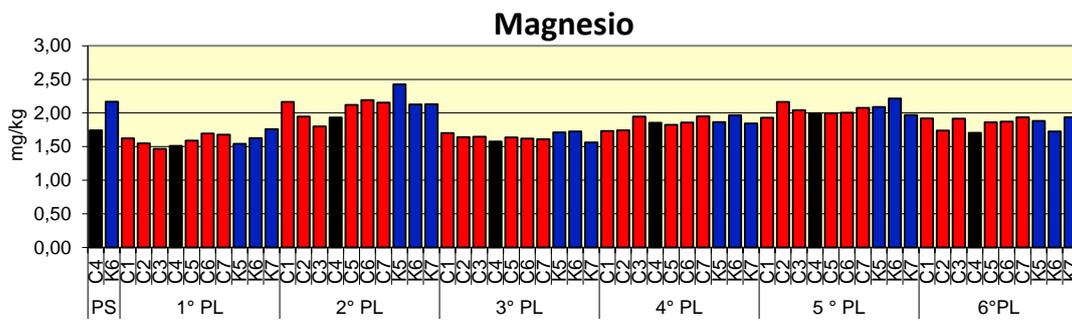
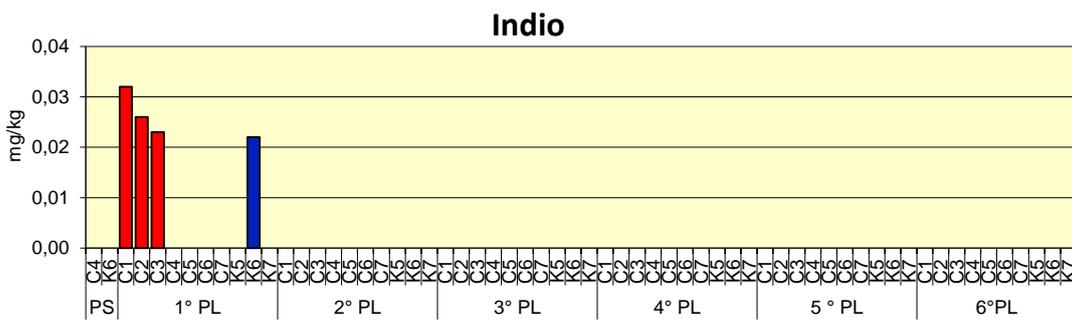
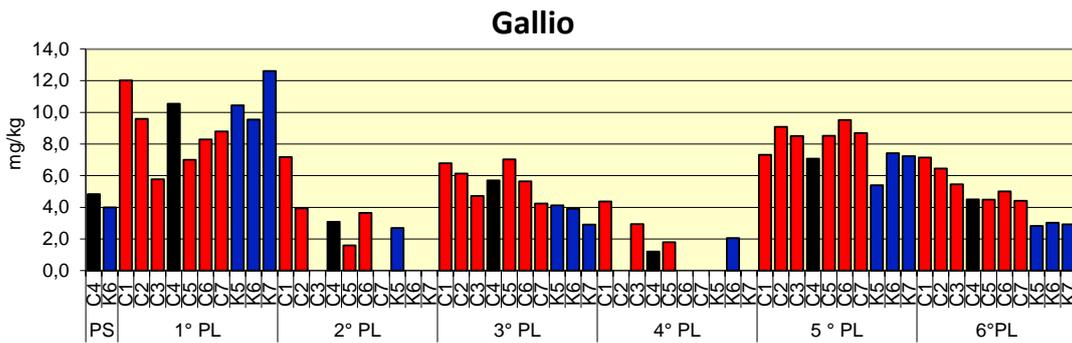
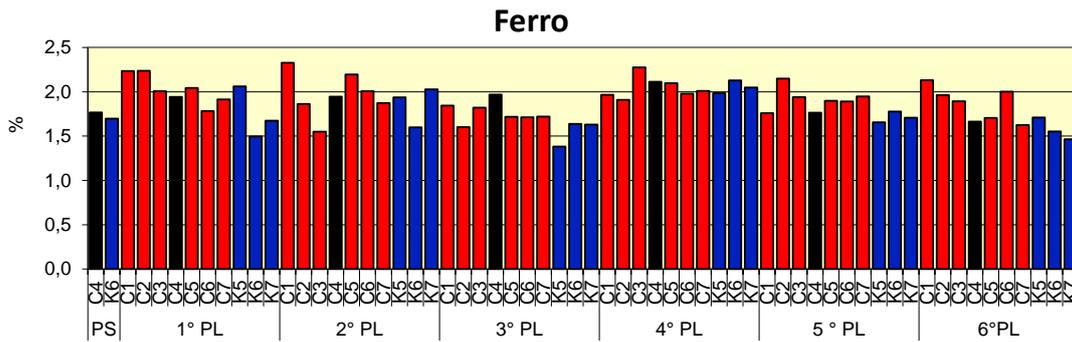


Fig. 3.4 - Continuo.

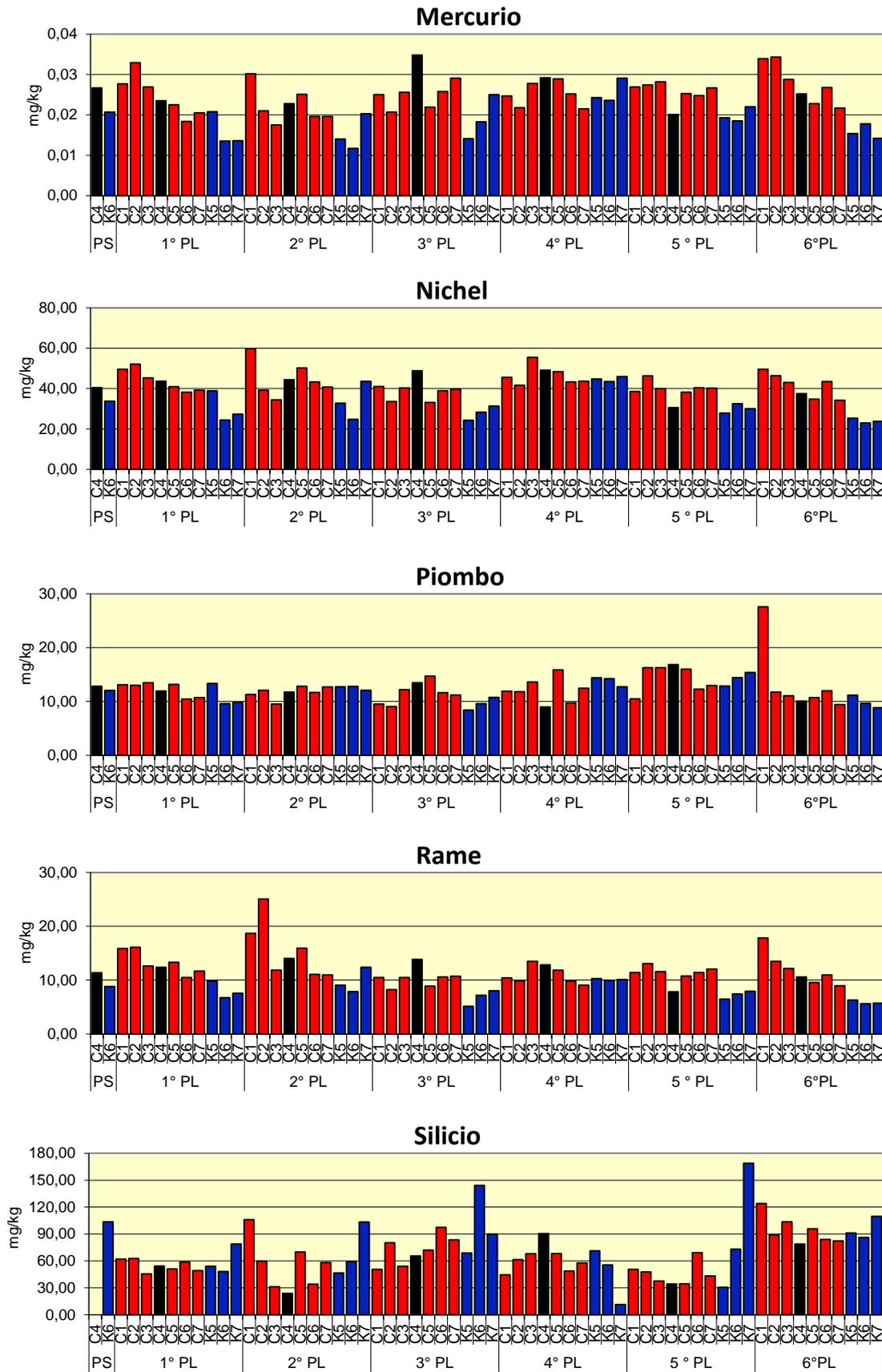


Fig. 3.4 - Continuo.

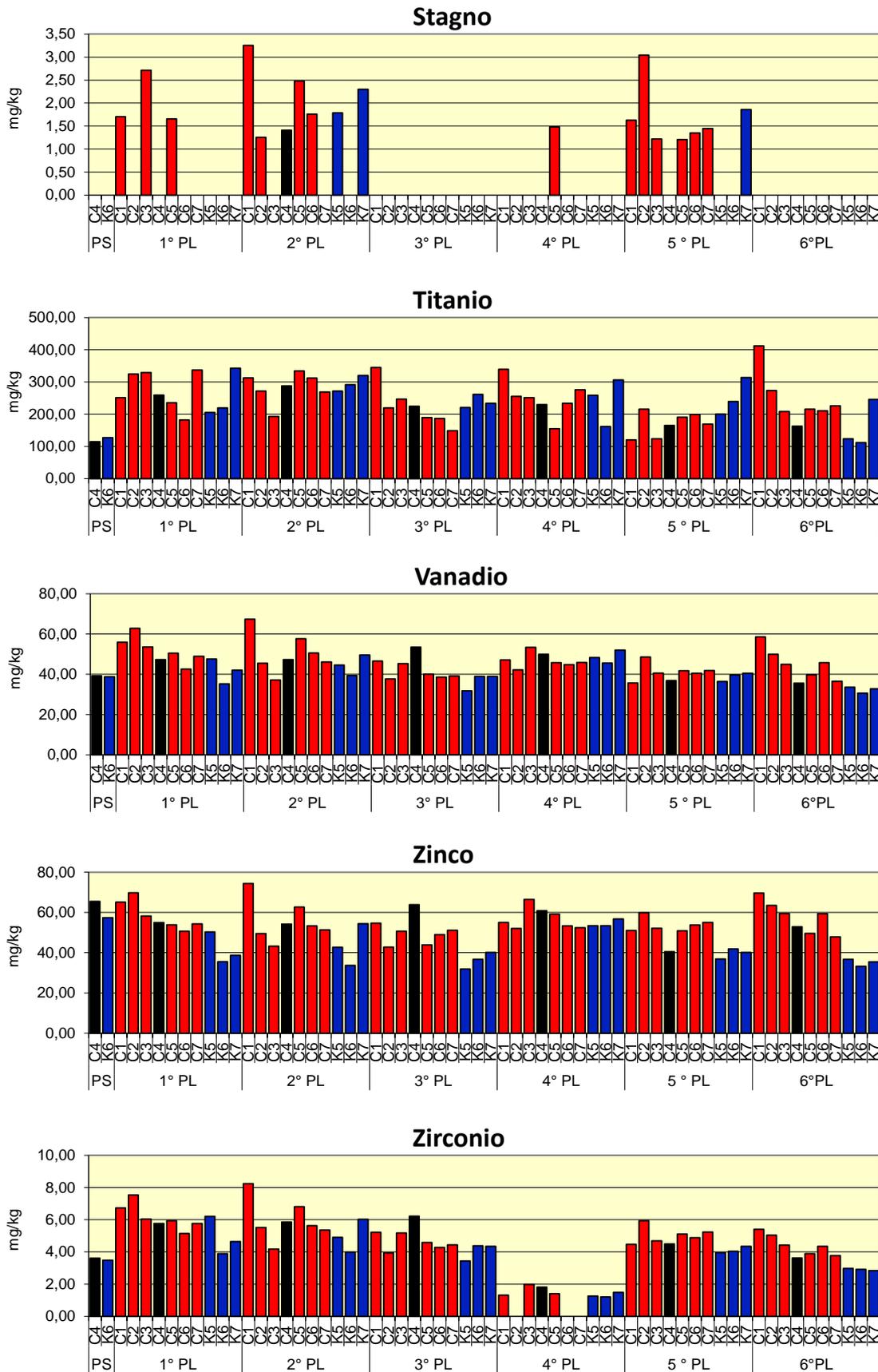


Fig. 3.4 - Continuo.

**Titanio** - Il titanio aveva presentato nel 1° post lavori un incremento generalizzato rispetto al pre-survey, attestandosi su valori rimasti stabili nell'estate 2016. In entrambi quei campionamenti tra transetto e controlli non si rilevavano differenze degne di nota essendo il range di C incluso in quello dei riferimenti.

Nell'inverno 2017 era stata osservata una variabilità maggiore lungo C rispetto ai controlli, dovuta sostanzialmente al picco in C1 corrispondente a 1,4 volte la media dei siti K. Nel complesso comunque si evidenziava una generale riduzione. Tutti i siti del transetto (tranne C1) erano ancora una volta inferiori o in linea con i riferimenti, caratterizzati da un tenore medio pari a  $238,6 \pm 20,7$  mg/kg. Nell'estate 2017 solo C1, C3 e C4 non avevano subito variazioni; altrove il titanio o era aumentato (C2, C6 e C7) o si era ridotto (C5). Variazioni non univoche erano state osservate anche nei riferimenti. Nell'inverno 2018 si è verificato un diffuso decremento lungo il transetto che ha portato a un tenore medio ( $168,9 \pm 36,6$  mg/kg) leggermente inferiore a quello dei controlli ( $251,0 \pm 57,7$  mg/kg).

Nell'ultimo survey è avvenuta una variazione opposta, come si evince dal raffronto dei valori medi che, comunque, sono risultati confrontabili (C:  $243,9 \pm 80,8$ ; K:  $160,2 \pm 74,2$  mg/kg) per l'elevata variabilità. In C1 è stata raggiunta la massima concentrazione dell'intero periodo, pari a oltre 2,4 volte la media dei controlli. Questa anomalia rappresenta comunque un caso isolato e pertanto è insufficiente per indicare uno stato di alterazione dell'area, tenendo peraltro anche in considerazione l'elevata eterogeneità osservata nel tempo.

**Vanadio** – Le concentrazioni di vanadio rilevate nel pre-survey in C4 e K6 erano risultate del tutto simili e l'omogeneità dei tenori medi relativi a transetto e controlli si è mantenuta anche successivamente sino all'inverno 2018. Nell'estate 2018 la media di C è invece risultata leggermente superiore rispetto a quella delle stazioni di controllo ( $44,44 \pm 8,13$  e  $32,32 \pm 1,57$  mg/kg rispettivamente). Il massimo è stato registrato in C1, corrispondente a quasi 2 volte la media di K, ma si tratta di un valore troppo modesto per sostenere che la struttura determini un impatto da vanadio sui sedimenti circostanti.

**Zinco** – Lo zinco si è sempre mantenuto al di sotto dell'LCRN e nel tempo ha subito modesti cambiamenti rimanendo mediamente in linea con i valori registrati nel pre-survey. Già in quel primo campionamento la concentrazione rilevata in C4 era risultata superiore rispetto a K6, seppur modestamente, e anche nella maggior parte dei survey successivi si è osservata questa situazione. Nei monitoraggi del 2018 tale differenza è apparsa un po' più marcata non per un incremento in corrispondenza del transetto, che si è sempre mantenuto in linea con il sito C4 del pre-survey presentando a volte anche concentrazioni inferiori, ma

per un decremento in corrispondenza di riferimenti.

**Zirconio e Ossido di zirconio** - Lo zirconio aveva presentato un incremento generalizzato nell'inverno 2016, mentre nei due survey successivi le variazioni non erano state univoche sia lungo C che ai controlli; nel complesso, comunque, le concentrazioni apparivano maggiori rispetto al pre-survey.

Nell'estate 2017 lo zirconio si era ridotto in modo evidente, tanto da risultare non quantificabile in alcuni siti e, laddove rilevato, molto inferiore rispetto al pre-survey. Nelle due stagioni del 2018 è stato quantificato ovunque; in estate il tenore medio relativo al transetto ( $4,35 \pm 0,67$  mg/kg) è apparso maggiore rispetto a quello dei controlli ( $2,90 \pm 0,07$  mg/kg). La variabilità del metallo riscontrata nel corso dell'indagine e la similitudine delle concentrazioni con quelle rilevate nel pre-survey non suggeriscono effetti del sea-line su questo elemento.

Per l'ossido di zirconio, essendo stato determinato per via stechiometrica, valgono le medesime considerazioni dello zirconio.

### **3.1.5. SOSTANZA ORGANICA**

Durante il pre-survey il contenuto di sostanza organica era risultato trascurabilmente maggiore in C4 rispetto a K6 (Tab. 3-V e fig. 3.5).

A seguito della posa della condotta sottomarina le concentrazioni erano leggermente aumentate e variavano, lungo il transetto, tra 18350 mg/kg (C4) e 26948 mg/kg (C2); in alcuni casi esse erano maggiori rispetto al range dei controlli, ma erano ancora modeste per testimoniare un'alterazione dell'area.

Nell'estate 2016 si era verificato un ulteriore aumento generalizzato che, questa volta, aveva coinvolto anche i riferimenti seppure più modestamente. Il tenore maggiore si registrava in C1 dove la sostanza organica (36300 mg/kg) era 1,8 volte la media dei siti K ( $20167 \pm 3252$  mg/kg).

Nell'inverno 2017, con la sola eccezione di C4, era avvenuta quasi ovunque una riduzione e la sostanza organica lungo il transetto era risultata paragonabile o trascurabilmente maggiore rispetto ai controlli. Al contrario, in estate si verificava un incremento generalizzato e mediamente vi era ancora omogeneità (C:  $32274 \pm 7899$ ; K:  $30798 \pm 1869$  mg/kg).

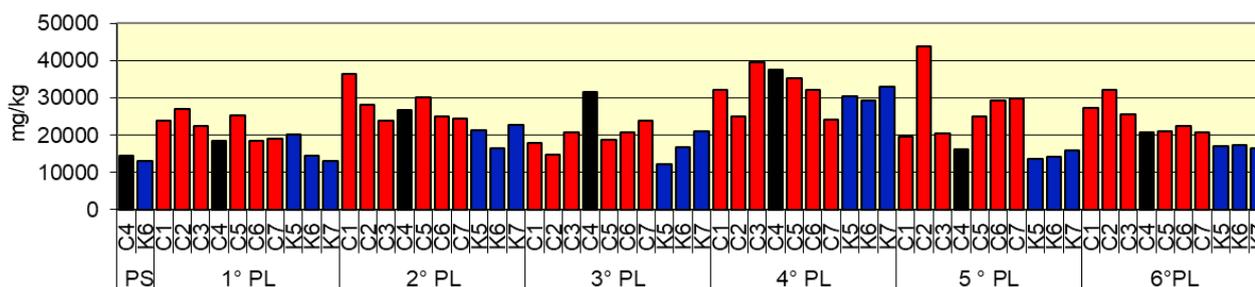
Nell'inverno 2018, invece, la sostanza organica è risultata maggiore lungo il transetto ( $26318,6 \pm 9277$  mg/kg) rispetto ai controlli ( $14517,8 \pm 1074,7$  mg/kg), con un picco in C2 corrispondente al massimo assoluto dell'intera indagine e che può essere considerato come

un caso isolato.

Nell'estate seguente il valore maggiore è stato nuovamente registrato in C2 ma è risultato molto più modesto. Negli altri siti i tenori sono apparsi solo trascurabilmente superiori a quelli dei controlli e del pre-survey.

**Tab. 3-V** – Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. In rosso il sito corrispondente al sea-line.

	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		23843	36300	17849	32106	19492	27192
C2		26948	28100	14774	24991	43842	32169
C3		22282	23700	20739	39619	20435	25421
<b>C4</b>	<b>14400</b>	<b>18350</b>	<b>26800</b>	<b>31418</b>	<b>37608</b>	<b>16128</b>	<b>20839</b>
C5		25253	30100	18793	35322	25008	21013
C6		18386	25100	20793	32024	29369	22399
C7		18885	24300	23804	24248	29956	20625
K5		20186	21300	12230	30357	13641	17037
K6	13100	14322	16500	16704	29189	14195	17399
K7		12900	22700	20977	32848	15717	16515



**Fig. 3.5** - Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. In nero il sito corrispondente al sea-line

### 3.1.6. TOTAL ORGANIC CARBON (TOC)

Prima della posa in opera del sea-line il TOC non era stato rilevato (Tab. 3-VI; fig. 3.6). Nel 1° survey post lavori, invece, era stato quantificato ovunque, con tenori lungo il transetto tutti inferiori a K6 (2600 mg/kg).

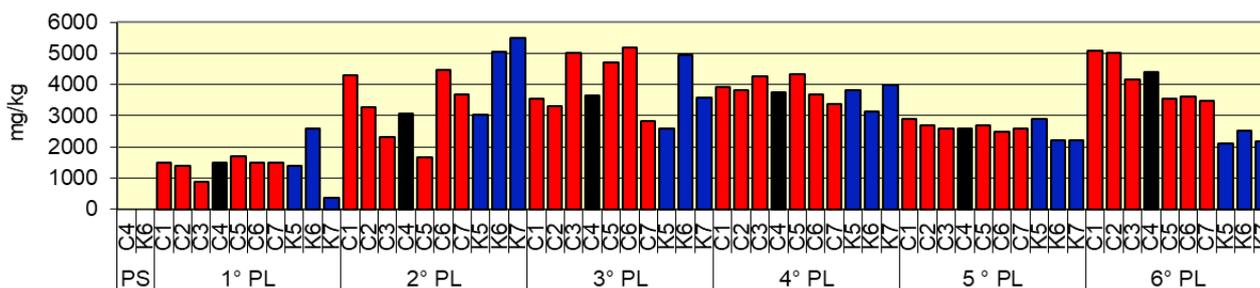
Nell'estate 2016 era avvenuto un diffuso aumento di TOC; comunque, le concentrazioni lungo C variavano ancora nel range dei controlli. Nel survey successivo si sono avute variazioni differenti tra i vari siti, ma il transetto è ancora una volta risultato comparabile ai riferimenti, così come nell'estate 2017.

Nell'inverno 2018 il carbonio organico totale ha subito una leggera flessione restando omogeneo, mentre in estate è stato registrato un deciso incremento nei siti C non osservato

nei controlli e pertanto relazionabile alla presenza della condotta. Va tuttavia osservato che le concentrazioni raggiunte lungo il transetto sono molto simili ad alcuni tenori rilevati precedentemente ai controlli, indicando una certa variabilità insita nel parametro.

**Tab. 3-VI** – Concentrazioni di TOC (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. In rosso il sito corrispondente al sea-line. LQ = limite di quantificazione.

	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		1500	4310	3560	3907	2900	5100
C2		1400	3280	3290	3827	2700	5030
C3		870	2310	5000	4275	2600	4160
C4	<LQ	1500	3070	3630	3760	2600	4410
C5		1700	1650	4720	4340	2700	3550
C6		1500	4470	5190	3693	2500	3610
C7		1500	3690	2830	3385	2600	3470
K5		1400	3020	2570	3830	2900	2120
K6	<LQ	2600	5050	4960	3137	2200	2520
K7		350	5500	3570	3973	2200	2170



**Fig. 3.7** - Concentrazioni di TOC (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. In nero il sito corrispondente al sea-line.

### 3.2. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

#### 3.2.1. *DUNALIELLA TERTIOLECTA*

QA-QC - Nell'estate 2018 il valore di EC<sub>50</sub> con K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> =14,99 mg/l (come cromo) (LC=14,77 e UC=15,18 mg/l) è rientrato nei limiti della carta di controllo intralaboratorio; i coefficienti di variazione tra le repliche nei campioni non diluiti, alla massima concentrazione, sono risultati conformi in quanto inferiori al 15%. La crescita algale nei controlli è sempre stata superiore rispetto al limite minimo consentito (fattore ≥16).

Risultati del saggio - I risultati del saggio relativo all'estate 2018 indicano l'assenza di un effetto tossico ovunque, non essendo stata rilevata un'inibizione della crescita algale (Tab. 3-VII).

**Tab. 3-VII** - Parametri di contorno e risultati del saggio di tossicità con *D. tertiolecta* nel 6° survey post lavori. In rosso il sito corrispondente alla condotta sottomarina.

campione	pH	Salinità (‰)	ΔG 72h%	EC <sub>20</sub>	EC <sub>50</sub>	Tossicità
C2	7,99	34	-1,57	≥90	>100%	Assente
<b>C4</b>	<b>7,94</b>	<b>34</b>	<b>-3,98</b>	<b>≥90</b>	<b>&gt;100%</b>	<b>Assente</b>
C6	7,99	34	0,58	≥90	>100%	Assente
K6	7,98	34	0,45	≥90	>100%	Assente

Confronto con i survey precedenti - Non si rilevano variazioni nel tempo (Tab. 3-VIII).

**Tab. 3-VIII** – Risultati del test di tossicità eseguito con *D. tertiolecta* nei survey condotti nell'intero periodo. In rosso il sito corrispondente alla condotta sottomarina.

	Pre-survey Inv 2015	1° PL Inv 2016	2° PL Est 2016	3° PL Inv 2017	4° PL Est 2017	5° PL Inv 2018	6° PL Est 2018
C2		Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
<b>C4</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>
C6		Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K6	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente

#### 3.2.2. *VIBRIO FISCHERI* (SISTEMA MICROTOX®)

QA-QC – Nell'estate 2018 il valore di EC<sub>50</sub> a 15' =9,94 mg/l (LC=7,68 e UC=12,87) è rientrato nei limiti della carta di controllo del laboratorio.

Risultati del test – Tutti gli elutriati estratti dai sedimenti campionati nel 6° survey post lavori sono risultati privi di tossicità acuta (Tab. 3-IX).

Confronto con i survey precedenti - Non si rilevano variazioni nel tempo (Tab. 3-X).

**Tab. 3-IX** - Risultati del saggio biologico *V. fischeri* relativo al 6° survey post lavori. In rosso la stazione corrispondente al sea-line.

campione	pH	Salinità (‰)	% Effetto (15')	% Effetto (30')	EC <sub>20</sub> (15/30')	EC <sub>50</sub> (15/30')	Tossicità
C2	7,99	34	5,07	5,85	>90	>90	Assente
C4	7,94	34	2,57	4,20	>90	>90	Assente
C6	7,99	34	3,50	8,69	>90	>90	Assente
K6	7,98	34	6,29	10,13	>90	>90	Assente

**Tab. 3-X** – Risultati del test di tossicità eseguito con *V. fischeri* nei survey condotti nell'intero periodo. In rosso la stazione in corrispondenza della condotta sottomarina.

	Pre-survey Inv 2015	1° PL Inv 2016	2° PL Est 2016	3° PL Inv 2017	4° PL Est 2017	5° PL Inv 2018	6° PL Est 2018
C2		Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
C4	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
C6		Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K6	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente

### 3.2.3. COROPHIUM ORIENTALE

Nell'estate 2018 la sensibilità rilevata degli organismi verso il tossico di riferimento (CdCl<sub>2</sub>) LC<sub>50</sub> = 3,43 (LC = 3,11 mg/l e UC = 3,79 mg/l) è rientrata nella carta di controllo di laboratorio. La sopravvivenza degli organismi sul sedimento di controllo dopo 10 gg è risultata conforme, in quanto superiore al 85%. In Tab. 3-XI sono indicati i principali parametri chimici e fisici misurati all'inizio e alla fine del test.

**Tab. 3-XI** – Parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante il sedimento testato osservati all'inizio e alla fine del test relativo al 6° survey post lavori. In rosso il sito posizionato sul sea-line.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	O <sub>2</sub> (%)	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	O <sub>2</sub> (%)
Controllo	15±1	36	8,15	0	> 85	16±1	36	8,13	0	> 85
C2		37	8,02	0			37	8,03	0	
C4		36	8,02	0			37	8,04	0	
C6		36	8,03	0			37	8,02	0	
K6		36	8,00	0			37	8,03	0	

Risultati del test - Nel 6° survey post lavori le percentuali di mortalità degli organismi osservate dopo 10 gg sono risultate inferiori al limite del 15% dimostrando l'assenza di tossicità acuta (Tab. 3-XII).

Confronto con i survey precedenti - Solo nel 2° survey post lavori di installazione era stata rilevata una tossicità bassa in C2 e nel controllo K6. Dai risultati complessivi ottenuti si può affermare che si era trattato di un caso sporadico e che le proprietà ecotossicologiche dei sedimenti analizzati sono ottimali per la sopravvivenza dell'anfipode (Tab. 3-XIII).

**Tab. 3-XII** - Percentuali di mortalità degli organismi *C. orientale* osservati nel test di tossicità acuta relativo al 6° survey post lavori. In rosso il sito posizionato sulla condotta sottomarina.

Campione	N. organismi esposti	% organismi morti (± dev. st. %)	% (corretta) organismi morti	Tossicità
Controllo	100	1 ± 0,80	0	-
C2	100	6 ± 2,31	5	Assente
C4	100	3 ± 2,00	2	Assente
C6	100	3 ± 2,00	2	Assente
K6	100	8 ± 3,27	7	Assente

**Tab. 3-XIII** – Risultati del test di tossicità eseguito con *C. orientale* nei survey condotti nell'intero periodo. In rosso la stazione in corrispondenza della condotta sottomarina.

	Pre-survey Inv 2015	1° PL Inv 2016	2° PL Est 2016	3° PL Inv 2017	4° PL Est 2017	5° PL Inv 2018	6° PL Est 2018
C2		Assente	Bassa	Assente	Assente	Assente	Assente
C4	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
C6		Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K6	Assente	Assente	Bassa	Assente	Assente	Assente	Assente

### 3.2.4. CRASSOSTREA GIGAS

QA-QC - Il test eseguito nell'estate 2018 con la sostanza di riferimento ha prodotto una EC<sub>50</sub> di 9,83 µg/l di Cu (LC=9,13 e UC=10,57) che rientra nei limiti della carta di controllo; la % di larve D-shape normalmente sviluppate nel controllo (85±0,58%) è risultata superiore al limite del 70%.

Risultati del saggio - Nell'estate 2018 è stata rilevata una tossicità diffusa bassa, media in corrispondenza della condotta (Tab. 3-XIV).

**Tab. 3-XIV** - Risultati relativi al saggio di tossicità con *C. gigas* nei campioni prelevati nel 6° survey post lavori. In rosso il sito corrispondente al sea-line.

campione	Concentrazione	% media di larve normali ± dev.st	% media di larve malformate	Correzione Abbott larve malformate	EC <sub>20</sub> (%)	EC <sub>50</sub> (%)	Tossicità
Controllo		84 ± 0,58	16	0			
C2	100	51 ± 1,53	49	40	47,5	>100	Bassa
	50	65 ± 1,53	35	23			
	25	79 ± 2,00	21	6			
C4	100	70 ± 2,52	30	17	39,5	91	Media
	50	77 ± 1,15	23	8			
	25	82 ± 1,53	18	2			
C6	100	40 ± 1,53	60	52	51,9	>100	Bassa
	50	59 ± 2,00	41	30			
	25	79 ± 1,53	21	7			
K6	100	52 ± 2,08	48	38	97,9	>100	Bassa
	50	66 ± 1,15	34	21			
	25	81 ± 1,53	19	4			

Confronto con i survey precedenti – Questo saggio ha sempre evidenziato la presenza di una tossicità bassa più o meno estesa in tutto il periodo di indagine eccetto il pre-survey.

Solo nell'ultimo monitoraggio è stato rilevato un grado medio (Tab. 3-XV).

**Tab. 3-XV** – Risultati del test di tossicità eseguito con *C. gigas* nell'intero periodo. In rosso la stazione in corrispondenza della condotta sottomarina.

	Pre-survey Inv 2015	1° PL Inv 2016	2° PL Est 2016	3° PL Inv 2017	4° PL Est 2017	5° PL Inv 2018	6° PL Est 2018
C2		Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa	Bassa
C4	Assente	Bassa	Assente	Bassa	Bassa	Assente	Media
C6		Assente	Assente	Assente	Bassa	Assente	Bassa
K6	Assente	Bassa	Bassa	Assente	Bassa	Assente	Bassa

### 3.2.5. RICERCA DI METALLI PESANTI IN *HEDISTE DIVERSICOLOR*

I parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio e al termine del test effettuato nel 6° survey post lavori, sono riportati in Tab. 3-XVI, mentre in Tab. 3-XVII sono indicate le mortalità osservate negli organismi, risultate tutte inferiori rispetto a quella del controllo negativo.

**Tab. 3-XVI** - Parametri (chimico-fisici) dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio ed al termine del test di bioaccumulo condotto nel 6° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla condotta sottomarina.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	Temp. (°C)	Salinità (‰)	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	O <sub>2</sub> (%)	Temp. (°C)	Salinità (‰)	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	O <sub>2</sub> (%)
Controllo	15 ±1	35	7,80	0,5-1	> 85	16±1	34	8,18	0,5	> 85
C2		36	8,03	0			36	8,03	0	
C4		36	8,04	0			36	8,05	0,5	
C6		36	8,04	0			36	8,06	0	
K6		36	8,00	0			36	8,07	0	

**Tab. 3-XVII** - Percentuali di mortalità degli organismi *H. diversicolor* osservate nel test di bioaccumulo condotto nel 6° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente al sea-line.

Campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (± dev.st %)
controllo	24	90 ± 8,25
C2	24	48 ± 8,25
C4	24	33 ± 8,25
C6	24	43 ± 8,25
K6	24	52 ± 8,25

Risultati del saggio - In Tab. 3-XVIII sono riportate le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nel bianco (tempo 0') e quelle rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* esposti ai sedimenti testati per 28 gg, mentre la Tab. 3-XIX mostra le differenze tra le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* dopo l'esposizione ai sedimenti

testati e quelle determinate nel bianco (0').

I dati ottenuti nell'estate 2018 indicano che il fenomeno del bioaccumulo è molto limitato, testimoniando una scarsa biodisponibilità degli elementi ricercati. Infatti, è stato rilevato un bioaccumulo solo di **arsenico**, sia nell'area della condotta sottomarina che al controllo, e di **manganese** nelle stazioni C2 e C4.

**Tab. 3-XVIII** - Concentrazioni (mg/kg; Al espresso in %) dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* nel 6° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente al sea-line. Bianco = organismi analizzati al tempo 0, prima dell'esposizione al sedimento da testare. Controllo = organismi sottoposti per 28 gg a un sedimento di controllo. n.r. = non rilevabile.

	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	In	Pb	Si	V	Zn	Hg
Bianco	n.r.	0,63	n.r.	0,109	n.r.	21,25	377,75	4,17	n.r.	0,60	104,64	n.r.	145,27	0,084
Controllo	n.r.	0,70	n.r.	0,098	n.r.	23,06	370,25	2,91	n.r.	0,69	72,17	n.r.	188,73	0,119
C2	n.r.	10,28	n.r.	0,053	n.r.	12,36	317,52	1,89	n.r.	0,34	96,57	n.r.	122,34	0,093
<b>C4</b>	<b>n.r.</b>	<b>9,21</b>	<b>n.r.</b>	<b>0,118</b>	<b>n.r.</b>	<b>14,76</b>	<b>333,53</b>	<b>4,14</b>	<b>n.r.</b>	<b>0,45</b>	<b>95,41</b>	<b>n.r.</b>	<b>159,27</b>	<b>0,082</b>
C6	n.r.	9,43	n.r.	0,076	n.r.	15,93	311,55	3,85	n.r.	0,51	96,08	n.r.	140,55	0,094
K6	n.r.	9,68	n.r.	0,077	n.r.	14,10	343,53	4,19	n.r.	0,47	93,53	n.r.	161,41	0,087

campione	Ga	Mn	Mg	Sn	Ti	Zr
bianco	n.r.	2856,98	9,17	n.r.	2,09	n.r.
controllo	n.r.	4397,14	18,58	n.r.	n.r.	n.r.
C2	n.r.	3897,33	8,56	n.r.	n.r.	n.r.
<b>C4</b>	<b>n.r.</b>	<b>3415,80</b>	<b>8,53</b>	<b>n.r.</b>	<b>n.r.</b>	<b>n.r.</b>
C6	n.r.	3283,67	7,82	n.r.	n.r.	n.r.
K6	n.r.	3223,64	9,99	n.r.	n.r.	n.r.

**Tab. 3-XIX** - Differenze tra le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* esposti al sedimento di controllo e ai sedimenti da testare e il bianco (0'). In rosso è evidenziata la stazione corrispondente al sea-line. In grassetto sono evidenziati i valori che indicano bioaccumulo da parte degli organismi. (bianco = organismi spurgati/non esposti ai sedimenti testati; controllo = organismi esposti al sedimento di controllo). n.c. = non calcolabile.

	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	In	Pb	Si	V	Zn	Hg
<b>controllo</b>	n.c.	0,07	n.c.	-0,011	n.c.	1,81	-7,50	-1,25	n.c.	0,09	-32,47	n.c.	43,47	0,009
C2	n.c.	<b>9,65</b>	n.c.	-0,056	n.c.	-8,89	-60,23	-2,28	n.c.	-0,26	-8,07	n.c.	-22,93	-0,002
<b>C4</b>	<b>n.c.</b>	<b>8,58</b>	<b>n.c.</b>	<b>0,009</b>	<b>n.c.</b>	<b>-6,49</b>	<b>-44,22</b>	<b>-0,03</b>	<b>n.c.</b>	<b>-0,15</b>	<b>-9,23</b>	<b>n.c.</b>	<b>14,00</b>	<b>0,010</b>
C6	n.c.	<b>8,80</b>	n.c.	-0,033	n.c.	-5,33	-66,20	-0,31	n.c.	-0,10	-8,56	n.c.	-4,72	0,003
K6	n.c.	<b>9,05</b>	n.c.	-0,031	n.c.	-7,15	-34,22	0,03	n.c.	-0,14	-11,11	n.c.	16,14	0,009

campione	Ga	Mn	Mg	Sn	Ti	Zr
<b>controllo</b>	n.c.	1540,16	<b>9,41</b>	n.c.	n.c.	n.c.
C2	n.c.	<b>1040,35</b>	-0,61	n.c.	n.c.	n.c.
<b>C4</b>	<b>n.c.</b>	<b>558,82</b>	<b>-0,64</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>
C6	n.c.	426,69	-1,35	n.c.	n.c.	n.c.
K6	n.c.	366,66	0,82	n.c.	n.c.	n.c.

Confronto con i survey precedenti - Dall'analisi complessiva dei dati (Tab. 3-XX) emerge che il fenomeno del bioaccumulo è stato per lo più sporadico, indice di una bassa

biodisponibilità dei metalli indagati. Più specificatamente, per alcuni di essi (Cu, In, Zn, Ga e Zr) questo fenomeno non è mai stato osservato mentre per altri (Al, Ba, Cd, Cr, Fe, Pb, Si, V, Mn, Sn e Ti) è stato rilevato solo sporadicamente. Più diffusa sia nel tempo che spazialmente è risultata la biodisponibilità solo di pochi elementi come As, Ni e Mg per i quali, comunque, il fenomeno ha spesso riguardato anche il sito di controllo.

**Tab. 3-XX** - Confronto tra le differenze delle concentrazioni dei metalli pesanti con il bianco rilevate nell'intero periodo di indagine (PS = pre-survey; PL = monitoraggi post lavori. Per una più immediata lettura, le concentrazioni inferiori o confrontabili con il bianco sono riportate in verde, quelle in cui le differenze con il bianco sono  $\geq 20\%$  sono riportate in rosso. n.c. = non calcolabile in quanto la concentrazione del metallo era inferiore al limite di quantificazione. C4 = sito posto sul sea-line. K6 = controllo.

ALLUMINIO							ARSENICO						BARIO						CADMIO								
PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.									n.c.		n.c.	n.c.	n.c.	n.c.							
n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.								n.c.	n.c.	n.c.	n.c.		n.c.	n.c.							
n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.		n.c.								n.c.	n.c.		n.c.	n.c.		n.c.							

CROMO							RAME						FERRO						NICHEL								
PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.																					
n.c.																											
n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.		n.c.																					

INDIO							PIOMBO						SILICIO						VANADIO								
PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.																					
n.c.														n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.							
n.c.															n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.						

ZINCO							MERCURIO						GALLIO						MANGANESE								
PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
															n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.							
															n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.							
															n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.							

MAGNESIO							STAGNO						TITANIO						ZIRCONIO								
PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
								n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.		n.c.		n.c.	n.c.	n.c.	n.c.		n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
								n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.		n.c.		n.c.	n.c.	n.c.	n.c.		n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
								n.c.	n.c.	n.c.	n.c.		n.c.		n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.		n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.

### 3.3. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

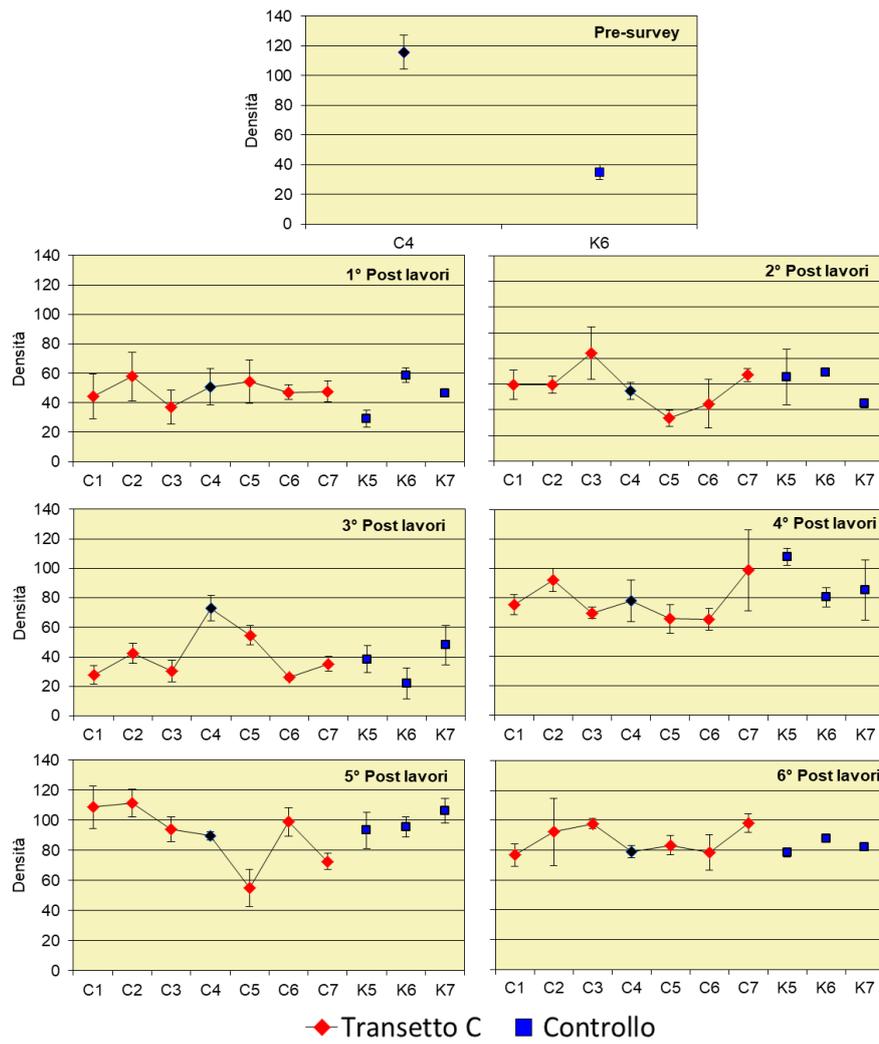
#### 3.3.1. DENSITÀ (N) E BIOMASSA (P)

La densità registrata nel 6° survey post lavori di installazione del sea-line lungo il transetto C (fig. 3.8) è oscillata tra  $76,97 \pm 7,45$  (C1) e  $98,33 \pm 6,23$  ind/0,095 m<sup>2</sup> (C7), presentando un incremento in C3, una riduzione in C4 e nuovo aumento in C7. Tutti i siti C eccetto C3 e C7 sono risultati confrontabili con i controlli, dove N è risultata compresa tra  $78,33 \pm 3,18$  (K5) e  $88,00 \pm 2,48$  ind/0,095 m<sup>2</sup> (K6).

In tutto il periodo incluso il pre-survey l'andamento di questo indice è risultato piuttosto irregolare anche se, essendo riscontrata spesso una certa variabilità tra le repliche, raramente il range dei valori relativo al transetto è risultato non confrontabile con quello dei controlli. I risultati ottenuti dopo tre anni dal posizionamento della struttura indicano una maggiore omogeneità rispetto al periodo di indagine precedente e non si ravvisano criticità.

I policheti Paraonidi sono risultati il taxon più abbondante in tutte le stazioni anche nell'estate 2018, così come già riscontrato in tutti i campionamenti precedentemente effettuati (Tabb. 3-XXI - 3-XXVII). A seguire i policheti *Ophelina cylindricaudata* e *Paradiopatra calliopae*. Si riconfermano rimarchevoli anche i contributi di *Aphelochaeta filiformis*. Questi organismi sono stati i più abbondanti sin dalla fase precedente all'installazione.

In termini di biomassa (fig. 3.9; Tabb. 3-XXVIII - 3-XXXIV), anche nell'ultimo survey i valori sono stati molto modesti e, a differenza dei monitoraggi precedenti, non sono stati rilevati picchi anomali determinati dal rinvenimento di un esemplare di grandi dimensioni, solitamente un riccio di mare (*Brissopsis atlantica mediterranea*). Nell'estate 2018 i valori sono oscillati tra  $0,121 \pm 0,001$  e  $0,784 \pm 0,570$  gr/0,195 m<sup>2</sup> lungo il transetto (rispettivamente C6 e C2) e tra  $0,227 \pm 0,061$  (K6) e  $0,333 \pm 0,071$  gr/0,195 m<sup>2</sup> (K5) ai controlli, indicando una notevole omogeneità.



**Fig. 3.8** – Densità ( $\pm$  e.s.) registrate presso i siti monitorati nell'intero periodo di indagine.

**Tab. 3-XXI** – Lista e densità (n. ind/0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate durante il **pre-survey**. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. C = Bioc. del Coralligeno; DC = Bioc. del Detritico Costiero; DE = Biocenosi del Detritico Infangato; DL= Bioc. del Detritico del Largo; HP = Bioc. delle praterie di Posidonia; Lim = limicolo; Lre = Larga Ripartizione Ecologica; MI = Bioc. dei Fondi Mobili Instabili; Minut = minuticolo; Mixt = misticolo; MO = indicatore della presenza di materia organica; Sab = sabulicolo; SFBC = Bioc. delle Sabbie Fini Ben Calibrate; SGCF = Bioc. delle Ghiaie Fini sotto l’influsso delle Correnti di Fondo; Sm = substrato mobile; SVMC = Bioc. delle Sabbie Infangate di Moda Calma; VB = Bioc. dei Fanghi Batiali; VTC = Bioc. dei Fanghi Terrigeni Costieri.

Stazione		Biocenosi	C4	K6
Distanza dal futuro sea-line (m)			0	2000
<b>Crostacei</b>				
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	0,33	
	Aoridae nd	-		0,33
Decapodi	<i>Hippomedon bidentatus</i>	VTC	1,33	
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	0,33	1,33
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,33	0,33
	<i>Processa</i> sp	-	0,67	0,33
<b>Echinodermi</b>				
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB		0,33
Ofiuroidei	<i>Amphipura chiajei</i>	VTC	0,33	
<b>Molluschi</b>				
Bivalvi	<i>Abra alba</i>	Lim toll	0,67	0,33
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	2,00	
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	1,67	0,33
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim	0,33	
	<i>Saccella commutata</i>	Mixt	1,00	
	<i>Thyasira succisa</i>	Lim	1,00	
Caudofoveata	<i>Falcidens guttuosus</i>	Lim	3,00	
Gasteropodi	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC	0,33	0,33
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm	0,33	
	<i>Turritella communis</i>	VTC	0,33	
<b>Nemertini</b>				
	Nemertea nd	-	0,67	
<b>Policheti</b>				
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC		0,33
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB		0,67
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	2,33	0,33
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,33	
	Capitellidae nd	-		0,67
	Chaetopteridae nd	-		0,33
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim		0,33
	<i>Chirimia biceps</i>	MO	0,33	
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,67	
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	0,67	0,33
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	4,00	0,67
	<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,33	
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	1,67	
	<i>Nephtys hystericis</i>	VTC	0,67	0,33
	<i>Ninoe</i> sp	-	3,00	0,33
	<i>Notomastus aberans</i>	MO		1,33
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	7,33	6,33
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab		0,33
	Orbiniidae nd	-		0,33
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	19,00	2,33
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,67	
	Paraonidae nd	-	53,33	11,33
	Pilargidae nd	-		1,33
	<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab	0,33	
	<i>Prionospio ehlersi</i>	Mixt		0,33
	<i>Prionospio</i> sp	-	0,33	
	<i>Scoletoma</i> sp	-		0,33
	<i>Scoloplos armiger</i>	Lre		1,00
	Spionidae nd	-	0,33	
	<i>Syllis</i> sp	-	0,33	
	Terebellidae nd	-	0,33	
<b>Sipunculidi</b>				
	<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO	0,33	0,33
	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	2,00	
	<i>Sipuncula</i> nd	-	1,67	1,67
<b>Densità totale</b>			115,67	35,00
<b>Ricchezza specifica totale</b>			39	30

**Tab. 3-XXII** – Lista e densità (n. ind/0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 1° survey post lavori. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXI.

Stazione		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>												
	Briozoa nd										0,33	0,33
	<i>Triticella flava</i>	Simbiosi										0,33
<b>Cnidari</b>												
Antozoi	Actinaria nd							0,33				
	<i>Virgularia mirabilis</i>	VTC										0,33
Idrozoi	Hydroidea nd								0,33			0,33
<b>Crostacei</b>												
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE		0,33							0,33	
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC	0,33									
	<i>Carangoliopsis spinulosa</i>	VTC				0,33						
	<i>Gammaropsis</i> sp					0,33						
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC			0,33	0,33						
	<i>Othomaera schmidtii</i>	VB								0,33		
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt		0,33	0,33			0,33				0,33
	<i>Rhachotropis</i> sp			0,33								
Cumacei	Cumacea nd		0,33			0,33						
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt						0,33				
	<i>Leucon siphonatus</i>	Lim							0,33			0,33
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC		0,67			0,67	0,33			0,33	
	<i>Anapagurus bicorniger</i>	Lim										0,33
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	0,33	1,33	1,00	0,33	0,33	0,67	1,67	0,67	1,00	3,00
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,67	0,67		0,67	0,33	0,67	1,00		0,33	0,33
	<i>Jaxea nocturna</i>	VTC						0,33				
	Paguridae nd										0,33	
	<i>Processa</i> sp										0,33	
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB									0,33	
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL									0,67	1,33
Isopodi	Bopyridae nd											0,67
	<i>Eurydice</i> sp								0,33			
	<i>Gnathia</i> sp			0,33			0,33					
Misidiacei	Misidiacea nd										0,33	
Tanaidacei	<i>Apseudes spinosus</i>	HP	0,33								0,67	
	<i>Leptognathia</i> sp		0,33									
<b>Echinodermi</b>												
Echinodermi	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB		0,33	0,33					0,33		
Oloturoidei	Holothurioidea nd			0,33	0,67	0,33			0,33	0,33		0,33
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC		0,33								
	<i>Trachythone elongata</i>	VTC							0,33			
<b>Molluschi</b>												
Bivalvi	<i>Anomia ephippium</i>	Lre									0,33	
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt	0,33									
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim		0,33			0,33				0,33	
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim	0,33	0,33	0,33							
	<i>Parvicardium minimum</i>	Mixt										0,33
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab								0,33		
	<i>Saccella commutata</i>	Mixt	0,33				0,33	0,33				
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim		0,33	0,33							
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre						0,33	0,33		0,33	0,33
Caudofoveati	<i>Falcidens gutturosus</i>	Lim	1,67	1,00	1,33	0,33	1,00		0,67	0,33		
Gasteropodi	<i>Hyala vitrea</i>	VTC			0,67	0,67	1,00	0,33				
	<i>Symola fasciata</i>	HP								0,33		
	<i>Turritella communis</i>	VTC						0,67			0,33	
<b>Nemertini</b>												
	Nemertea nd		0,33	0,67	0,33	1,33	0,33		0,33		0,33	
<b>Platelminti</b>												
	Platelminta nd						0,33					
<b>Policheti</b>												
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,33						0,67	0,33		0,33
	Ampharetidae nd		0,33	0,33			0,33		0,33	0,67	5,67	2,67
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim						0,33				
	<i>Ancystrosyllis groenlandica</i>	VB	0,33				0,67	0,33				
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	2,33	2,00	2,33	3,67	3,33	1,33	0,33	0,33	3,33	3,33
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,67		0,67	0,33			0,67		0,67	
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim	0,33								0,33	0,33

Tab. 3-XXII – Continuo.

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>											
<i>Capitella capitata</i>	MO	0,33			0,67	0,33	0,67	0,67	1,00		0,33
Capitellidae nd				0,33		0,33				0,33	
Chaetopteridae nd							0,67				
<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim		0,33								
<i>Chirimia biceps</i>	MO							0,33			
Cirratulidae nd			0,67			0,33					
<i>Glycera alba</i>	Lim	0,33									
<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,33					0,67			1,00	0,67
<i>Glycera</i> sp		0,33	0,67	0,33	0,67	1,67	0,33	1,33	0,67	2,00	1,00
<i>Glycera tessellata</i>	Sd	0,33			0,33				0,67	0,33	1,00
<i>Goniada maculata</i>	VTC					0,33					
<i>Harmothoe</i> sp										0,33	
<i>Inermonephtys inermis</i>	Mixt								0,33		
<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC	0,33				0,33		0,33			
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab						0,33	0,33		0,33	
Maldanidae nd		0,33									
<i>Marphysa bellii</i>	Lim	1,67	2,67	1,00	1,67	0,67	1,33		1,33	0,33	1,00
<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,33		0,67			0,33	0,33		0,33	
<i>Micronephtys sphaerocirrata</i>	Sab toll		0,33								
<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	0,67			0,33						
<i>Nephtys hystricis</i>	VTC			0,33	0,67	0,67	0,33	1,67		1,33	0,67
Nereididae nd					0,33						
<i>Ninoe</i> sp		0,67	0,33	0,33	0,67	1,00	0,33	0,33			
<i>Notomastus aberans</i>	MO	1,00		0,33	0,67	1,00	1,00	2,33	2,67	0,33	1,33
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	8,00	6,67	4,67	5,33	7,00	12,00	8,67	4,00	6,00	5,00
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab								0,33	0,33	0,33
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC				0,33						
<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	3,33	3,67	1,33	3,33	2,33	1,33	2,33	1,33	4,33	0,67
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,00	2,00	1,00	2,00	1,00	1,67	1,00	2,00	3,67	1,00
Paraonidae nd		11,67	25,33	16,33	19,33	19,67	15,00	13,33	8,67	13,67	14,33
<i>Paraprionospio pinnata</i>	VTC									0,33	
Phyllococidae nd						0,33					
Pilargidae nd			0,33		0,33	0,33		0,67		1,33	0,33
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab		0,67					0,33	0,33		
<i>Prionospio</i> sp		1,00				0,33	0,67	0,33		0,33	
Sabellidae nd										1,00	0,33
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim		0,33		0,33	0,33					
<i>Scoletoma</i> sp		0,33		0,33	1,00	0,33	0,33	0,33		0,33	
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre		0,67	0,33	1,67	1,33	1,67	1,00	1,00		0,33
Sphaerodoridae nd						0,33					0,33
Spionidae nd				0,33	1,33	1,00		0,33	0,33	1,00	1,67
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC				0,33						
<i>Sternaspis scutata</i>	VTC		0,33								
<i>Syllis parapar</i>	SFBC - Mixt									0,33	
<i>Syllis</i> sp								0,33			
Terebellidae nd						0,33					
<i>Terebellides stroemi</i>	MO	0,33					0,33			0,33	
<i>Trachytrypa jeffreysii</i>	VTC					0,33					
<b>Sipunculidi</b>											
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO					0,67				0,33	
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	1,33	1,33			1,33	0,67	0,33			
<i>Phascolion strombus</i>	Lre									0,33	
<i>Sipuncula</i> nd		1,00	1,33	0,67	0,33	1,33	0,67	2,33	0,67	1,67	0,67
<b>Densità totale</b>		44,33	57,67	37,00	50,67	54,33	47,00	47,67	29,33	58,67	46,33
<b>Ricchezza specifica totale</b>		38	34	27	33	40	34	37	25	46	36

**Tab. 3-XXIII** – Lista e densità (n. ind./0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 2° survey post lavori. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXI.

Stazione		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>	Briozoa nd										0,33	
<b>Cnidari</b>												
Idrozoi	Hydroidea nd		0,33							0,33	0,33	0,67
<b>Crostacei</b>												
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	0,33	0,33		0,33	0,33		0,33	0,67	0,33	
	<i>Corophium</i> sp				0,33	0,33					0,33	
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB		0,33							0,33	
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC			0,67							0,67
	<i>Leucothoe incisa</i>	SFBC									0,33	
	<i>Leucothoe liljeborgi</i>	MO						0,33				0,33
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC		0,33			0,33					
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC, VB										1,00
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt	0,67	0,33	0,33			0,67			0,33	0,67
	<i>Phtisica marina</i>	Lre										0,33
Copepodi	Copepoda nd											0,33
Cumacei	Cumacea nd			0,33								
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt		0,33						0,33		0,67
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC								0,33	0,33	
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim		0,33	1,67	0,33	0,33	0,33	1,33	0,67	2,67	1,33
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC				0,33	0,33		0,33			
	<i>Processa</i> sp		0,33									0,33
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL		0,33								0,33
Tanaidacei	<i>Leptognathia</i> sp			0,33							0,67	
<b>Echinodermi</b>												
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB					0,33			0,33	0,33	
Oloturoidei	Holothurioidea nd		1,33	0,33	0,67	1,33		0,67		0,67		
<b>Molluschi</b>												
Bivalvi	<i>Abra nitida</i>	VTC excl								0,33		
	<i>Abra prismatica</i>	DC excl			0,67							
	<i>Loripes lacteus</i>	Sab		0,33								
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim			1,00				0,33			
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim			0,33					0,33		
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC										0,67
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim				0,33						
	<i>Thyasira succisa</i>	Lim									0,33	
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre		0,33							0,33	
Caudofoveati	<i>Falcidens gutturosus</i>	Lim	2,00	1,33	1,33		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	
Gasteropodi	<i>Hyala vitrea</i>	VTC		0,67	1,00				0,33	0,33	0,33	0,67
	<i>Turritella communis</i>	VTC					0,33		0,67		0,33	
<b>Nemertini</b>												
Nemertea	Nemertea nd		1,00		1,67	0,67	1,00				0,67	0,67
<b>Pantopodi</b>												
Picnogonidi	Pycnogonida nd								0,33			
<b>Policheti</b>												
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,33		0,67	0,33	0,33			0,67	1,00	0,33
	Ampharetidae nd		0,33		2,00			0,33		1,00	0,67	0,33
	<i>Ancystrosyllis groenlandica</i>	VB			0,33		1,00	0,67	0,33			
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	2,00	4,00	3,33	2,00	1,00	1,33	2,67	2,33	5,33	3,00
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO			0,67			0,33	0,33		0,67	0,33
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim										0,33
	Capitellidae nd			0,33	3,00	0,67		0,33	0,67		2,00	0,67
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim								0,33		
	Cirratulidae nd			0,67		0,67		0,67		0,33	0,67	0,67

Tab. 3-XXIII – Continuo.

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>											
<i>Ditrupea arietina</i>	MI							0,33			
<i>Dorvillea rubrovittata</i>	C									0,33	
<i>Drilonereis filum</i>	Lim				0,33			0,33	0,33	0,33	
<i>Glycera alba</i>	Lim			0,33							
<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,33	0,33	0,67		0,33	0,67	0,33		0,67	0,33
<i>Glycera sp</i>		0,33	0,67	2,33	1,00	1,33	1,00	2,00	1,00	3,67	0,67
<i>Glycera tessellata</i>	Sd							0,33	1,67	1,00	
<i>Glycera tridactyla</i>	SFBC						0,33				
<i>Harmothoe sp</i>			0,33				0,33		0,33		
<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd			0,33					0,33		
<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC		0,33				0,33				
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab							0,33	1,33		0,67
<i>Macroclymene santanderensis</i>	Sab									0,33	
Maldanidae nd				0,67				0,33	0,33		0,33
<i>Marphysa bellii</i>	Lim	1,33	2,33	0,67	1,67	0,67	1,33	1,00	1,00	0,67	1,00
<i>Melinna palmata</i>	Minut		0,33	0,33	1,00	0,33		0,33	0,67	0,33	
<i>Minuspia cirrifera</i>	MO		0,67		0,33				0,33	0,33	
<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC		0,67						0,67		0,33
<i>Nephtys hystricis</i>	VTC		0,67		0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	1,00
Nereididae nd		0,33	0,33				0,33			0,33	
<i>Ninoe sp</i>		0,67	0,67	0,33	1,00	0,33		0,33			
<i>Notomastus aberans</i>	MO	0,33	0,33	1,67	0,33		1,00	1,67	1,00	3,67	1,00
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	7,33	5,33	6,00	3,67	2,00	11,33	18,00	8,33	9,67	4,33
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	0,33	0,33				0,33	0,67		0,33	
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC							0,33			
<i>Panthalis oerstedii</i>	VB			0,33							
<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	21,67	3,00	6,67	4,33	1,00	4,67	3,33	4,33	5,33	2,00
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,33	0,67	2,33	0,33		2,33	1,33	1,33	3,33	0,33
Paraonidae nd		16,00	26,00	32,67	26,67	18,33	11,67	22,67	22,00	14,67	12,00
Phyllodocidae nd						0,33					
<i>Phylo norvegica</i>	Lim					0,33					
Pilargidae nd			0,33	0,67	0,33				2,00	0,67	0,67
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab			0,67	0,67						
<i>Pista cristata</i>	Lim								0,67		
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC								0,33		
<i>Prionospio sp</i>		1,00			1,00	0,33		0,33	0,33	0,33	0,67
Sabellidae nd				0,33	0,33				0,67	0,67	0,33
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt										0,33
<i>Scoletoma sp</i>		0,67	1,00	0,33	0,67					0,33	0,33
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre	0,33	0,33	0,67	0,33	0,33	1,33	1,00	2,00		
<i>Serpula vermicularis</i>	AP	0,33	0,33			0,33					
Serpulidae nd			0,33								
Sphaerodoridae nd							0,33				
Spionidae nd			1,00	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC				0,33				0,33		
<i>Syllis paraparai</i>	SFBC - Mixt			0,33							
<i>Syllis sp</i>				0,33							
Terebellidae nd									0,67	0,33	0,33
<i>Terebellides stroemi</i>	MO	0,33								0,67	0,33
<b>Sipunculidi</b>											
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO			0,33		0,33	0,33			0,33	0,67
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB		2,00	1,33		0,33		0,33	1,33	0,33	0,67
<i>Phascalion strombus</i>	Lre			0,67							
<i>Sipuncula nd</i>			0,33	2,67	1,33	0,33	0,33	2,33	1,33	1,33	2,33
<b>Densità totale</b>		59,33	59,33	84,00	54,67	33,33	44,67	67,00	65,33	69,00	45,00
<b>Ricchezza specifica totale</b>		24	40	44	34	29	30	35	44	48	43

**Tab. 3-XXIV** – Lista e densità (n. ind./0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 3° survey post lavori. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXI.

Stazione		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>												
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Sd				0,33				0,33		
<b>Cnidari</b>												
Antozoi	Actiniaria nd		0,33						0,33	0,33		
	Anthozoa nd						0,33	0,33	0,33			0,33
Idrozoi	Hydroidea nd						0,67	0,33				0,33
<b>Crostacei</b>												
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE		0,33		0,33					0,33	0,33
	<i>Corophium</i> sp		0,33			0,33			0,33			
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC			0,33	1,33	1,00					0,33
	<i>Leptocheirus mariae</i>	Mixt					0,33					
	<i>Leucothoe incisa</i>	SFBC										0,33
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	MO						0,33				
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt				1,33	0,67					
Cumacei	Cumacea nd			0,33					0,33			0,33
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt	0,33									
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC	0,33	0,33		0,33			0,33		0,33	
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	0,33	0,33		0,67	0,33			1,00		1,00
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC		0,33						0,33	0,33	0,67
	<i>Jaxea nocturna</i>	VTC						0,33				
	<i>Monodaeus couchi</i>	Lre							0,33			
	Paguridae nd					0,33						
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL								0,33		0,33
Isopodi	<i>Gnathia</i> sp		0,33			0,33						0,33
Misidiacei	Misidiacea nd						0,33					
Ostracosi	Ostracoda nd									0,33		
Tanaidacei	<i>Apseudes spinosus</i>	HP					0,33					
	<i>Leptognathia</i> sp											0,33
<b>Echinodermi</b>												
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB			0,33		0,33					
Oloturoidei	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC						0,33				
<b>Molluschi</b>												
Bivalvi	<i>Abra nitida</i>	VTC					0,33					
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre								1,00		
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt			0,33							0,33
	<i>Corbula gibba</i>	MI							0,33			
	<i>Kellia suborbicularis</i>	DC		0,33								
	<i>Kelliella abyssicola</i>	Sm					0,33					
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim		0,33		0,33		0,33	0,33			
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim				0,67	0,33					
	<i>Parvicardium minimum</i>	Mixt				0,33						
	<i>Thyasira succisa</i>	Lim		0,33								0,33
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre		0,33			0,33				0,33	
Caudofoveat	<i>Falcidens gutturosus</i>	Lim						0,33	0,33			
Gastropodi	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC		1,33	0,33	2,67			0,33			
	<i>Turritella communis</i>	VTC			0,33	0,33	1,00		0,33	0,33		
<b>Nemertini</b>												
	Nemertea nd		0,33		0,67	1,33	1,67	0,33	1,00		0,33	1,00
<b>Pantopodi</b>												
	<i>Pycnogonida</i> nd					0,33						

Tab. 3-XXIV – Continuo.

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Polichei</b>											
<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,33	0,67	0,33	1,33	0,67			0,33		0,67
Ampharetidae nd		0,33		0,33	0,67	0,33	0,33		1,67	0,67	0,67
<i>Ancystrosyllis groenlandica</i>	VB			0,67	0,33	0,33			0,33		0,33
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	0,67	1,67	1,00	2,00	2,00	0,33	1,00	1,00	0,67	1,33
<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,67	0,67		2,33	1,67		0,33	0,33		2,33
<i>Aponuphis brementi</i>	Lim								0,33		
Capitellidae nd			0,67			0,33		0,33	0,33		
<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim		0,33								
<i>Chirimia biceps</i>	MO				0,67						
Cirratulidae nd		0,33			0,33						0,67
<i>Drilonereis filum</i>	Lim			0,67					0,67		0,33
<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,33	0,33	0,33		0,67	0,33		0,33	0,33	
<i>Glycera</i> sp		1,00	1,33	0,33	0,33	2,67	0,67	0,33	0,33	0,67	2,00
<i>Glycera tessellata</i>	Sd			0,33							
<i>Harmothoe</i> sp						0,33					
<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd								0,33		
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab							0,33	0,33		
<i>Maldane glebiflex</i>	VTC				0,33						
Maldanidae nd						0,33		0,33			
<i>Marphysa bellii</i>	Lim	1,33		2,00	2,33	0,67	0,33	1,33	0,67	0,67	0,33
<i>Melinna palmata</i>	Minut								0,33	0,33	
<i>Minuspio cirrifera</i>	MO		0,33		0,33	0,33					0,33
<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC						0,33				
<i>Nephtys hystricis</i>	VTC				0,33	0,67	0,67		1,33	0,67	1,33
<i>Ninoe</i> sp				0,67	0,33	0,67	0,33				
<i>Notomastus aberans</i>	MO		2,00	1,33	0,33	2,00	0,33		1,33	1,00	2,33
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	0,33	9,00	4,33	5,00	7,33	2,00	7,33	5,67	4,67	7,00
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab				0,33	0,33				0,33	0,67
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC					0,33					0,33
<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	3,00	3,00	2,33	6,67	6,00	2,00	3,33	2,67	1,33	1,00
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,33	0,67	1,00	1,67	1,00				1,00	1,00
Paraonidae nd		12,67	13,33	9,00	28,00	12,33	12,33	13,00	13,33	4,00	12,67
<i>Phyllodoce</i> sp						0,33					
Phyllodocidae nd											0,33
<i>Phylo norvegica</i>	Lim	0,33									
Pilargidae nd		0,33			0,67	0,33	0,67	0,33	1,00		0,67
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab						0,33		0,33		
<i>Prionospio</i> sp		0,67	0,33		0,67			0,67		0,33	
Sabellidae nd			0,67				1,00	0,33	0,33	1,33	0,67
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim						0,33				
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt			0,33	0,33			0,33			
<i>Scoletoma</i> sp		0,67	0,33		0,33		0,33				
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre	0,33	0,67	1,00	1,00	1,00					1,33
<i>Sphaerodoridae</i> nd			0,33					0,33			
Spionidae nd			0,33	0,67	2,67	0,67		0,33	0,33	0,33	0,67
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC						0,33				
<i>Sternaspis scutata</i>	VTC				0,33						
Syllidae juv											0,33
<i>Syllis</i> sp					0,33						
Terebellidae nd							0,33				0,33
<i>Terebellides stroemi</i>	MO				0,67						
<b>Sipunculidi</b>											
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO						0,33			0,67	
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB		0,33		1,00		0,33			0,33	0,33
<i>Sipuncula</i> nd		2,00	0,67	1,33		1,33	0,67	0,67	0,67	1,00	1,67
<b>Densità totale</b>		27,67	42,33	30,33	73,00	54,67	26,00	35,33	38,33	22,00	48,00
<b>Ricchezza specifica totale</b>		24	32	25	45	44	28	29	32	24	41

**Tab. 3-XXV** – Lista e densità (n. ind./0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 4° survey post lavori. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXI.

Stazione		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>												
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Sd								0,67		0,33
	<i>Triticella flava</i>	Simbiosi	0,33	0,33					0,67	0,67		
<b>Cnidari</b>												
<b>Anthozoi</b>												
	Actinaria nd					0,33						
	Anthozoa nd		3,33	0,67		3,00	0,33	0,33		0,33		
	<i>Edwardsia claparedii</i>	SFBC								0,33		
	<i>Virgularia mirabilis</i>	VTC	0,33							0,33		0,33
	Idrozoi				0,33	0,33			0,33	0,33	0,33	0,67
<b>Crostacei</b>												
<b>Anfipodi</b>												
	<i>Acidostoma nodiferum</i>	Lre				0,33						
	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	0,33			0,33	0,33				0,67	
	<i>Corophium</i> sp			0,33								
	<i>Erichthonius brasiliensis</i>	Sd					0,33					
	<i>Gammaropsis</i> sp							0,33	0,67			
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC	1,00	0,33	1,00	1,33	2,67	1,00	0,67	0,33	0,33	0,33
	<i>Idunella nana</i>	SGCF		0,33								
	<i>Leucothoe illijeborgi</i>	MO										0,33
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC				0,33						
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt	0,67	0,67	0,67	0,33	0,33		1,00	0,33	1,33	0,33
	<i>Phtisica marina</i>	Lre							0,33	0,33		0,33
	Copepodi		0,33	0,33			0,33	0,33	1,33	1,33	0,33	0,67
	Cumacei			0,33		0,67		0,33	0,33	0,67		0,67
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt						0,33	0,67	0,67		
	<i>Leucon mediterraneus</i>	C				0,33				0,33	0,33	
	<i>Leucon siphonatus</i>	Lim										0,33
	<i>Alpheus glaber</i>	VTC								0,33		0,33
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	1,00			0,33		0,67	2,00	3,33	1,00	2,00
	<i>Calliax lobata</i>							0,67				
	<i>Chlorotocus crassicomis</i>	VB				0,33						
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,33	0,33					0,67	0,67		
	<i>Jaxea nocturna</i>	VTC	0,33	0,33		0,33						
	<i>Monodaeus couchi</i>	Lre		0,33	0,33							
	<i>Processa</i> sp								0,33			
	<i>Anthura gracilis</i>	Lim									0,33	
	<i>Astacilla</i> sp		0,33				0,33					
	<i>Gnathia</i> sp			0,67		1,33						
	Misidiacei										0,33	
	Ostracodi						0,33					
	Tanaidacei		0,33	0,33						0,67		
	<i>Leptognathia</i> sp								0,33			0,33
<b>Echinodermi</b>												
	Echinoidei						0,33		0,33		0,33	0,33
	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB										
<b>Molluschi</b>												
<b>Bivalvi</b>												
	<i>Abra prismatica</i>	DC					0,33		0,33			
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt						0,33				0,33
	<i>Corbula gibba</i>	MI		0,33								
	<i>Cuspidaria rostrata</i>	DL				0,33						
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd								0,33		
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim									0,33	
	<i>Parvicardium minimum</i>	Mixt		0,33								
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim	0,33	0,67	0,33		0,67		0,33	0,33		
	<i>Thyasira succisa</i>	Lim	0,67				0,33		0,33			0,33
	Caudofoveati											
	<i>Falcidens guttuosus</i>	Lim		1,67	0,33	0,33	1,00	0,33	0,67	0,33		
	Gasteropodi								0,33	0,67	0,33	
	<i>Alvania</i> sp		0,33									
	<i>Bela brachystoma</i>	Lre	0,33									
	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC	0,33		0,67	1,00		2,67	2,00	0,33	1,33	0,33
	<i>Turritella communis</i>	VTC						0,33	0,33			
<b>Nemertini</b>												
	Nemertea nd		2,67	1,33	1,33	1,33	1,67	2,00	1,67	2,33	2,00	2,33
<b>Pantopodi</b>												
	Picnogonidi		0,33									
	<i>Picnogonida</i> nd											
<b>Platelminti</b>												
	<i>Platelminta</i> nd											0,33
<b>Policheti</b>												
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC		0,33			0,33		0,67	1,67		1,00

Tab. 3-XXV – Continuo.

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>											
Ampharetidae nd		0,33	1,67	0,67	0,33				0,67	0,67	0,33
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	0,67	0,33	0,33		1,00		0,33		1,33	
<i>Aphelocheata filiformis</i>	MO	4,33	2,67	4,67	2,67	3,67	4,00	4,00	4,33	5,00	3,33
<i>Aphelocheata marioni</i>	MO	1,67	1,00	0,33	0,67	1,33	0,67	2,67	1,33	1,00	1,33
<i>Aponuphis bilineata</i>	SFBC				0,33						
<i>Aponuphis brementi</i>	Lim								0,33		
Capitellidae nd		0,33	0,33				0,67	0,33	1,00	1,00	0,33
<i>Chaetopteridae nd</i>					0,33		0,67				0,33
<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,33	0,33				0,33		0,33	0,67	0,33
Cirratulidae nd		1,00		1,00	0,33	0,67	0,33	0,33	1,00	0,67	1,00
<i>Ditrupa arietina</i>	MI		0,33								
<i>Dorvillea rudolphii</i>	HP			0,33							
<i>Drilonereis filum</i>	Lim	0,33			0,33	0,33		0,33	0,33	0,33	
<i>Glycera alba</i>	Lim	0,33	0,33	0,67		0,33		0,67	0,33		
<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,33		0,33	0,33				0,33	0,33	0,33
<i>Glycera sp</i>		1,33	1,00	0,67	1,00	0,67	2,33	1,33	2,00	0,33	1,67
<i>Glycera tessellata</i>	Sd		0,33								1,00
<i>Glycera tridactyla</i>	SFBC						0,33				
<i>Harmothoe sp</i>						0,33	0,33		0,33	0,33	
<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd								0,33		0,67
<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC							0,33			
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	0,33		0,33				0,67	0,67		
Maldanidae nd			0,67	0,33							
<i>Marphysa bellii</i>	Lim	1,00	2,67	1,67	2,00	1,33	0,67	0,67	1,00	2,67	1,00
<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,33	0,33					0,33	0,33		
<i>Minuspio cirrifera</i>	MO			0,33			0,33	1,33	0,67	0,67	1,33
<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt								0,33		
<i>Nephtys hystericis</i>	VTC		0,67	0,33	0,33	0,33	1,00	0,67	0,33	0,67	0,67
<i>Ninoe sp</i>		0,67	0,67	0,67	1,67	1,00		0,67	0,33	0,33	0,67
<i>Notomastus aberans</i>	MO	2,00	0,67	0,67	0,33		2,33	2,33	1,00	3,00	1,00
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	4,67	9,67	6,33	4,33	5,00	10,67	12,67	10,00	9,33	10,67
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	0,33	0,33	0,33	0,67	1,00	0,33	0,67	0,67	0,33	0,67
Orbiniidae nd								0,33			
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC							0,33	0,33		0,33
<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	3,00	8,33	2,67	8,33	1,67	1,33	3,00	2,00	2,67	1,33
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,33	1,33	1,33	0,67		1,67	2,33	1,67	0,67	1,00
Paraonidae nd		30,00	34,00	31,00	31,33	29,67	20,33	29,67	43,33	24,67	31,67
<i>Paraprionospio pinnata</i>	VTC					0,33		0,33		0,33	0,33
<i>Phyllodocidae nd</i>		0,33				0,33			0,67	0,33	
<i>Phylo norvegica</i>	Lim							0,67			
Pilargidae nd		1,67	0,33	0,67	0,33	0,33	0,67	1,33	1,67	1,67	0,67
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab			0,67							
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC			0,33	0,33			0,33		0,67	0,33
<i>Praxillella gracilis</i>	Lim				0,33	0,67					0,33
<i>Prionospio ehlersi</i>	Mixt								0,33		
<i>Prionospio sp</i>		0,33	0,67			0,33		0,67	1,00		
Sabellidae nd			1,00	0,67	0,33	0,33		0,33	1,00	0,33	0,67
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim				0,33		0,33	0,33		0,33	
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt					0,33					
<i>Scoletoma sp</i>		0,67	0,67	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	1,33
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre	0,67	2,67	1,67	0,33	1,00	2,33	3,67	1,67	4,00	1,67
<i>Serpula vermicularis</i>	AP				0,33			0,33			
Serpulidae nd					0,33						
<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt	0,33									
<i>Sphaerodoridae nd</i>								0,33			
Spionidae nd		5,67	4,00	2,33	3,33	1,67	2,00	5,33	3,33	2,00	2,00
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC							0,67	0,33		0,33
<i>Sternaspis scutata</i>	VTC			0,33							
Syllidae juv									0,33		
<i>Syllis sp</i>					0,33						
Terebellidae nd		0,33	0,33	0,33	0,33			0,33	0,33	0,33	1,00
<i>Terebellides stroemi</i>	MO		0,33				0,33			0,33	
<b>Poriferi</b>											
Porifera nd									0,33		
<b>Sipunculidi</b>											
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO										0,33
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	0,33	0,33	1,33	2,33	1,67		0,33	1,00	1,00	1,33
Sipuncula nd		0,67	1,00		0,33	0,33	1,67	1,33	2,67	2,33	2,33
<b>Densità totale</b>		<b>75,33</b>	<b>92,00</b>	<b>69,67</b>	<b>78,00</b>	<b>65,67</b>	<b>65,33</b>	<b>98,67</b>	<b>108,00</b>	<b>80,33</b>	<b>85,33</b>
<b>Ricchezza specifica totale</b>		<b>47</b>	<b>51</b>	<b>40</b>	<b>49</b>	<b>42</b>	<b>37</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>49</b>	<b>54</b>

**Tab. 3-XXVI** – Lista e densità (n. ind./0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 5° survey post lavori. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXI.

Stazione		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>												
	Briozoa nd						0,33					
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Sd	0,33								0,33	
	<i>Triticella flava</i>					0,33						
	<i>Tubulipora</i> sp											
<b>Cnidari</b>												
	Anthozoi		0,33		0,67	0,67	1,00	0,67				0,67
	<i>Epizoanthus</i> sp					0,33						
	<i>Virgularia mirabilis</i>	VTC								0,33		
	Idrozozi		0,67	1,00	0,33	0,67		0,33	0,33		0,33	0,33
	Hydroidea nd											
<b>Crostacei</b>												
	Anfipodi											
	<i>Acidostoma nodiferum</i>	Lre				0,33						0,33
	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	0,67	0,67	0,33	1,00		0,33	0,33	0,33		0,33
	<i>Carangoliopsis spinulosa</i>	VTC		2,00	3,33	0,33		0,67	0,33			
	<i>Corophium</i> sp			0,67				0,33	0,67			
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB									0,33	
	<i>Gammaropsis</i> sp			0,33								0,33
	<i>Harpinia antennaria</i>	Lim	0,33		0,33						0,33	
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC		0,33	0,67	0,33			1,00		0,67	
	<i>Idunella nana</i>	SGCF								0,33		
	<i>Leptocheirus guttatus</i>	Sm		0,33				0,33	0,33			0,33
	<i>Leucothoe incisa</i>	SFBC						0,33			0,33	
	<i>Lysianassa</i> sp			0,33								
	<i>Othomaera schmidtii</i>	VB						0,33	1,67		0,67	0,33
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33		0,33			2,00
	<i>Periculodes longimanus</i>	SFBC								0,33		
	<i>Phtisica marina</i>	Lre	0,33									
	Cumacei			1,67	0,33	0,33		0,67	0,33			1,00
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt										
	Decapodi							0,33	0,33			0,67
	<i>Alpheus glaber</i>	VTC										
	<i>Athanas nitescens</i>	C									0,33	
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	0,67	0,33	1,33	1,00	1,00	1,00	1,67	3,00	3,33	1,67
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,33	0,67	0,33	0,67	1,00	0,67	1,00	0,67	1,33	0,67
	<i>Monodaeus couchi</i>	Lre				0,33						
	<i>Processa</i> sp									0,33		
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB	0,33									
	Isopodi			0,33								
	<i>Anthura gracilis</i>	Lim				0,67						
	<i>Astacilla</i> sp											
	<i>Gnathia</i> sp		0,33		0,33				0,33			
	Tanaidacei			0,33								
	<i>Leptocheilia savignyi</i>	C										
	<i>Leptognathia</i> sp				0,33							
<b>Echinodermi</b>												
	Echinoidei					0,33	0,33		0,33			0,33
	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB										
	Ofiuroidei							0,33				0,33
	<i>Amphipura chiajei</i>	VTC										
	Oloturoidei					0,33						
	<i>Holothurioidea</i> nd											
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC	0,33				0,33		0,33			
<b>Molluschi</b>												
	Bivalvi											
	<i>Abra prismatica</i>	DC	0,33	0,33		0,33	0,33					
	<i>Anodontia fragilis</i>	SFBC	1,00									
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt										0,33
	<i>Corbula gibba</i>	MI		0,33		0,33						
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim		1,00				0,33	0,33			
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim										0,67
	<i>Pteria hirundo</i>	Mixt										0,33
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim		0,67				0,67				
	<i>Thyasira succisa</i>	Lim		0,67	0,33	1,00			0,67	0,33		
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre			0,33							
	Caudofoveati		0,67	0,33	1,33		0,33					
	<i>Falcidens gutturosus</i>	Lim										
	Gasteropodi							0,33				
	<i>Alvania</i> sp											
	<i>Hyala vitrea</i>	VTC		2,00	0,33	0,67	2,33	1,33	1,67	0,67	0,67	1,67
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm			0,33							
	<i>Turritella communis</i>	VTC	0,33		1,33			0,33				0,33
<b>Nemertini</b>												
	Nemertea nd		1,00	1,67	2,00	1,00	1,00	1,67	2,00	1,67	1,00	1,33

Tab. 3-XXVI – Continuo.

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>											
<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC				0,33				0,33	0,33	
Ampharetidae nd		0,67	2,33	0,33	1,67		0,33		1,33	0,67	1,00
<i>Ancystrosyllis groenlandica</i>	VB	0,33	0,33	0,67	0,67	0,33	0,67	0,33	0,33		
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	5,00	4,67	7,00	6,67	4,67	6,00	2,00	5,33	3,00	5,33
<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	1,00	1,33	2,00	1,00		0,67	1,33	0,33	1,33	0,33
<i>Aponuphis brementi</i>	Lim								0,33		
Capitellidae nd			1,33	0,67	1,33		0,67	1,00	1,00	1,00	1,33
Chaetopteridae nd			0,33							0,33	
<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,67	1,33	1,00	1,00		0,67	0,33	0,67	0,33	0,67
Cirratulidae nd		0,33	0,33					0,33	0,33		0,33
<i>Driloneis filum</i>	Lim	0,33				0,33	0,33	0,67			0,33
<i>Glycera alba</i>	Lim		0,67	0,67		0,33	0,33	0,67			0,33
<i>Glycera rouxii</i>	MO									0,33	
<i>Glycera sp</i>		1,67	2,00	1,67	1,00	0,33	1,00	1,33	1,67	0,33	0,67
<i>Glycera tessellata</i>	Sd	0,33	0,33	1,00	0,33		0,67	0,33	1,33	0,33	0,67
<i>Harmothoe sp</i>						0,33		0,33	0,67	0,33	0,33
<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC				0,33					0,33	
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab				0,33	0,33	0,33		0,33		0,33
Maldanidae nd			0,67			0,33					0,67
<i>Marphysa bellii</i>	Lim	2,00	2,67	3,33	0,67	1,00	1,33	1,00	1,33	1,00	2,67
<i>Melinna palmata</i>	Minut		0,33	0,33	0,67	0,33			1,00	0,33	
<i>Minuspia cirrifera</i>	MO	0,33									
<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC								0,33		
<i>Nephtys hystricis</i>	VTC	0,33	0,67	0,67	0,33	1,67	1,00	0,67	0,33	1,33	0,67
<i>Ninoe sp</i>		0,67	0,33	1,00	1,00	0,33	0,67	0,33	0,33	0,67	1,67
<i>Notomastus aberans</i>	MO	1,00	1,00	0,33	0,67	0,33	1,67	1,67	1,33	3,33	1,00
<i>Ophelia cylindricaudata</i>	Lim	11,67	13,67	7,00	6,00	2,67	8,67	3,67	10,33	6,33	8,33
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab		0,67	0,33			0,33	0,33		1,00	
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC									0,33	
<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	9,67	3,33	1,33	4,33	0,33	5,00	2,00	5,33	5,00	4,33
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,67	2,67	2,67	2,33	1,33	2,33	4,33	1,33	2,67	1,67
Paraonidae nd		53,33	38,33	35,67	36,00	25,33	42,67	28,67	38,00	37,67	47,00
<i>Phylo norvegica</i>	Lim									0,33	
Pilargidae nd		1,00	0,67		0,67		0,33	0,67	3,00	2,00	2,00
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab	0,33			0,67		1,33				0,33
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC	0,33	0,67								
<i>Prionospio sp</i>		0,67	0,33	0,33	1,00	0,33	0,67	1,00	0,33	1,00	0,33
Sabellidae nd			0,33	0,33	0,33						0,33
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim	0,33	1,00						0,33		
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt							0,33			
<i>Scoletoma sp</i>		0,33			0,33		0,33				
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre	2,33	3,00	2,67	1,00	3,00	5,00	1,67	3,00	5,67	5,00
<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt			0,67							
Sphaerodoridae nd		0,67	0,33				0,67	0,33			
Spionidae nd		0,67	5,00	4,67	3,00	0,67	1,67	1,33	1,00	3,33	1,33
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC	0,33			0,33		0,33			0,67	0,33
<i>Syllis sp</i>		0,33									
Terebellidae nd				0,33			0,33				0,33
<b>Sipunculidi</b>											
<i>Nephasoma sp</i>							0,33				
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	1,00	1,67	0,33	0,33	1,33	0,67	1,00	2,00	1,00	0,67
Sipuncula nd		1,67	1,67	2,33	4,00	0,33	1,33	1,00	2,00	3,67	1,67
<b>Densità totale</b>		<b>108,67</b>	<b>111,33</b>	<b>94,00</b>	<b>89,67</b>	<b>55,00</b>	<b>99,00</b>	<b>72,67</b>	<b>93,33</b>	<b>95,67</b>	<b>106,33</b>
<b>Ricchezza specifica totale</b>		<b>47</b>	<b>54</b>	<b>46</b>	<b>51</b>	<b>35</b>	<b>50</b>	<b>47</b>	<b>40</b>	<b>43</b>	<b>52</b>

**Tab. 3-XXVII** – Lista e densità (n. ind./0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 6° survey post lavori. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXI.

Stazione		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)			100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>	<i>Triticella flava</i>				0,33			0,33		0,67		0,67
<b>Cnidari</b>												
Antozoi	<i>Edwardsia claparedii</i>	SFBC	0,33	0,67	0,33		0,33			0,33		0,33
Idrozoi	Hydroidea nd							0,67	0,67		0,67	0,33
<b>Crostacei</b>												
Anfipodi	<i>Acidostoma nodiferum</i>	Lre	0,33									
	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	1,00	1,00	1,00	0,67	0,67	0,33	0,33	0,33	0,67	0,67
	<i>Caprella</i> sp				1,33							
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC	2,00	1,67	1,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,67	0,33
	<i>Othomaera schmidtii</i>	VB									0,33	0,33
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt		0,67		0,67	0,33	1,33	0,33		1,00	0,33
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC		0,33								
	<i>Phtisica marina</i>	Lre			0,33			0,33	0,33			0,33
	<i>Pseudolyrius kroyerii</i>	SFBC		0,33	1,00							
	<i>Stenothoe tergestina</i>	C			2,33							
Cumacei	Cumacea nd		0,67	0,33		0,33	0,67					
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt			0,33	0,33		0,33	0,33	0,33	0,33	0,67
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC			0,33		0,33		0,67	0,33		
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	0,33	0,67	2,00	2,33	1,00	0,33	1,67	1,33	1,00	1,00
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC		0,33	0,67	0,67		0,33	0,67	1,00	0,33	1,00
	Paguridae nd		0,33									
	<i>Processa</i> sp			0,33							0,33	
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL									0,33	
Isopodi	<i>Sphaeroma serratum</i>	DC	0,33									
Tanaidacei	<i>Leptognathia</i> sp		0,67		0,33						0,33	
<b>Echinodermi</b>												
Oloturoidei	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC	0,33	0,33					0,33	0,33		
<b>Molluschi</b>												
Bivalvi	<i>Anodontia fragilis</i>	SFBC							0,33			
	<i>Kellia suborbicularis</i>	DC				0,33						
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim			0,33			0,33			0,33	0,33
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim						0,33				0,33
	<i>Thyasira succisa</i>	Lim					0,33	0,33	0,33	0,33		
Caudofoveati	<i>Falcidens gutturosus</i>	Lim	1,67	2,33	0,33	0,33	1,00	0,33				0,33
Gasteropodi	<i>Cyllichna cylindracea</i>	SFBC	0,33									
	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC	3,00	0,33	1,33	0,33	1,00	1,67	4,33	0,33	0,67	
	<i>Turritella communis</i>	VTC			0,33					0,33	0,33	
<b>Nemertini</b>												
	Nemertea nd		0,67	1,67	2,00	1,00	1,00	1,67	1,67	1,67	1,67	
<b>Policheti</b>												
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC		0,33			0,33	1,67			2,00	1,33
	Ampharetidae nd		0,67		0,33	0,33			0,67	0,33	0,33	0,67
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim								0,33		
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	0,33		0,33	0,33	0,67		0,67	0,33	0,33	0,33
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	5,00	4,00	4,00	3,67	5,00	4,00	5,67	4,33	8,33	6,67
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,67	0,33	0,67	1,00	0,33	0,67	1,33	1,33	1,00	0,67
	<i>Aponuphis bilineata</i>	SFBC	0,33		1,33	0,67						
	<i>Aponuphis brementii</i>	Lim	0,33	0,33	0,33						0,33	
	Capitellidae nd				0,33					0,33	0,33	0,33
	Chaetopteridae nd		0,33									
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim						0,33			0,33	
	<i>Drilonereis filum</i>	Lim							0,33			
	Flabelligeridae nd		0,33	0,67				0,33				
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	1,00	0,67	1,00	0,33		1,00		0,33	0,67	
	<i>Glycera</i> sp		0,67	1,00	0,67	0,67	1,00	0,67	1,00	0,67	0,33	0,67
	<i>Glycera tessellata</i>	Sd										0,33
	<i>Harmothoe</i> sp			0,67			0,67		0,33	0,33	0,33	
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC									0,33	
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			1,00		1,00
	Maldanidae nd		0,33	0,33	0,67			0,33				0,33
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	1,00	0,67	2,33	1,33	2,00	1,33	1,00	0,67	0,67	1,33
	<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,33		0,33						0,67	
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	0,67		0,33			0,33	0,33	0,67	0,67	0,67
	<i>Nephtys hysiricis</i>	VTC		0,33		0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	1,00	0,33
	Nereididae nd						0,33					0,33
	<i>Ninoe</i> sp		0,33	0,33	0,67	1,33	0,33	0,67	1,00		0,67	0,67
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	0,33		2,33	0,67	1,33	1,00	0,67	1,00	0,67	0,67
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	3,00	17,67	12,00	6,00	10,33	11,33	14,00	11,33	8,33	5,67
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	0,67	1,00		1,00	1,00	0,67	0,33	0,67	1,33	0,67
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	4,33	2,00	5,00	3,33	2,67	2,67	3,00	2,00	6,00	3,67
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,00	1,00	0,33	1,33	0,67	1,33	2,00	1,33	0,67	1,33
	Paraonidae nd		33,33	39,33	40,33	37,67	39,00	31,33	42,67	32,33	33,67	36,67
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim			0,33	0,33						
	Pilargidae nd		0,67	0,67	0,67	1,00	1,00	0,33	0,67	0,33	1,33	2,00

Tab. 3-XXVII – Continuo.

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>											
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab						0,33		0,33		
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC										0,33
<i>Prionospio</i> sp				0,67	1,33		0,67	0,67	0,67		0,67
Sabellidae nd		1,00	1,00	0,33	0,33	0,67			0,33	0,33	0,67
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim		0,33						0,33		
<i>Scoletoma</i> sp		0,33	0,33	0,33		0,33			0,33	1,00	
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre	1,67	2,33	2,33	2,00	2,00	2,00	5,33	4,33	2,67	3,00
Sphaerodoridae nd								0,33	0,33		
Spionidae nd		3,00	0,33	0,33	1,67	1,00	2,33	1,00	1,00	1,33	1,33
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC								0,33	0,33	0,33
Syllidae juv		0,33									
Terebellidae nd					0,33	0,33	0,33				
<i>Terebellides stroemi</i>	MO	0,67				0,33	0,33	0,33	0,33		0,67
<b>Sipunculidi</b>											
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	0,33	2,00	1,00	1,33	0,67	1,33	1,33	1,33	1,33	0,33
<i>Sipuncula</i> nd		0,67	2,67	1,33	1,67	1,67	1,00	0,33	1,00	1,67	1,67
<b>Densità totale</b>		<b>76,67</b>	<b>92,33</b>	<b>97,67</b>	<b>79,00</b>	<b>83,33</b>	<b>78,33</b>	<b>98,33</b>	<b>78,33</b>	<b>88,00</b>	<b>82,33</b>
<b>Ricchezza specifica totale</b>		<b>45</b>	<b>40</b>	<b>47</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>43</b>	<b>39</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>45</b>

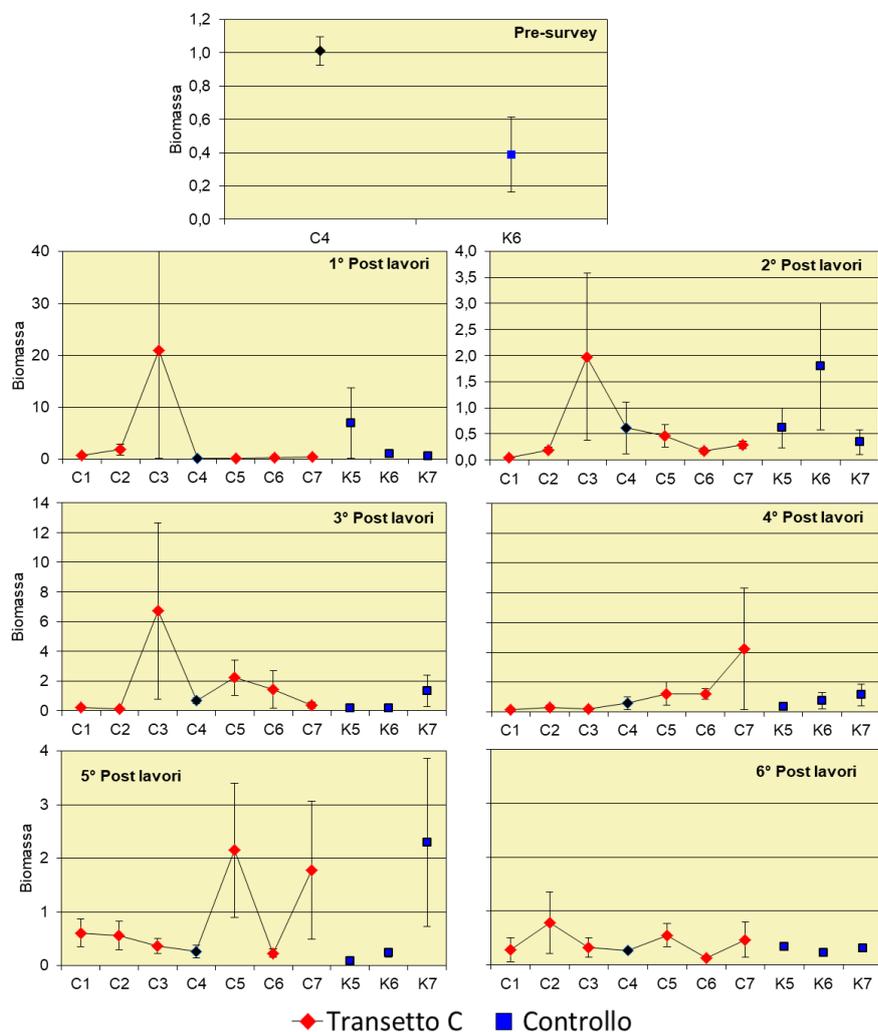


Fig. 3.9 – Biomassa (± e.s.) registrata nell'intero periodo di indagine.

**Tab. 3-XXVIII** – Lista e biomassa (gr/0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate durante il **pre-survey**. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina. \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>.

Stazione	C4	K6
Distanza dal futuro sea-line (m)	0	2000
<b>Crostacei</b>		
Anfipodi		
<i>Ampelisca diadema</i>	0,002	
Aoridae nd		*
<i>Hippomedon bidentatus</i>	0,001	
Decapodi		
<i>Callianassa subterranea</i>	0,003	0,016
<i>Goneplax rhomboides</i>	0,001	0,067
<i>Processa</i> sp	0,002	0,001
<b>Echinodermi</b>		
Echinoidei		
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>		0,161
Ofiuroidei		
<i>Amphiura chiajei</i>	0,031	
<b>Molluschi</b>		
Bivalvi		
<i>Abra alba</i>	0,103	0,008
<i>Myrtea spinifera</i>	0,279	
<i>Nucula nitidosa</i>	0,451	0,056
<i>Nucula sulcata</i>	0,004	
<i>Saccella commutata</i>	0,014	
<i>Thyasira succisa</i>	*	
Caudofoveata		
<i>Falcidens guttuosus</i>	0,003	
Gasteropodi		
<i>Hyala vitrea</i>	*	*
<i>Mangelia coarctata</i>	0,001	
<i>Turritella communis</i>	0,002	
<b>Nemertini</b>		
Nemertea nd	0,002	
<b>Policheti</b>		
<i>Ampharete acutifrons</i>		0,001
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>		*
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,002	*
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*	
Capitellidae nd		0,001
Chaetopteridae nd		*
<i>Chaetozone caputesocis</i>		0,004
<i>Chirimia biceps</i>	0,022	
<i>Glycera rouxii</i>	0,007	
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,001	0,001
<i>Marphysa bellii</i>	0,011	0,025
<i>Melinna palmata</i>	0,002	
<i>Minuspio cirrifera</i>	*	
<i>Nephtys hystricis</i>	0,013	0,009
<i>Ninoe</i> sp	0,017	0,001
<i>Notomastus aberans</i>		0,007
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001	0,002
<i>Ophiodromus flexuosus</i>		*
Orbiniidae nd		0,018
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,027	0,003
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	
Paraonidae nd	0,004	0,002
Pilargidae nd		*
<i>Pilargis verrucosa</i>	0,001	
<i>Prionospio ehlersi</i>		0,003
<i>Prionospio</i> sp	*	
<i>Scoletoma</i> sp		0,001
<i>Scoloplos armiger</i>		*
Spionidae nd	0,002	
<i>Syllis</i> sp	*	
Terebellidae nd	0,001	
<b>Sipunculidi</b>		
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	0,001	*
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,002	
<i>Sipuncula</i> nd	0,001	0,001
<b>Biomassa totale</b>	<b>1,012</b>	<b>0,388</b>

**Tab. 3-XXIX** – Lista e biomassa (gr./0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 1° survey post lavori. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina. \* = <0,001 gr. 0,095 m<sup>-2</sup>.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>										
Briozoa nd									0,005	*
<i>Triticella flava</i>										*
<b>Cnidari</b>										
Antozoi										
Actiniaria nd						0,087				
<i>Virgularia mirabilis</i>										0,005
Idrozoi										*
Hydroidea nd							0,008			
<b>Crostacei</b>										
Anfipodi										
<i>Ampelisca diadema</i>		0,001							*	
<i>Ampelisca intermedia</i>	*									
<i>Carangoliopsis spinulosa</i>				*						
<i>Gammaropsis</i> sp				*						
<i>Harpinia dellavallei</i>			*	*						
<i>Othomaera schmidtii</i>								*		
<i>Paraphoxus oculatus</i>		*	*			*				*
<i>Rhachotropis</i> sp		*								
Cumacei										
Cumacea nd	*			*						
<i>Eudorella truncatula</i>						*				
<i>Leucon siphonatus</i>							*			*
Decapodi										
<i>Alpheus glaber</i>		0,053			0,018	0,028			0,009	
<i>Anapagurus bicorniger</i>										0,014
<i>Callianassa subterranea</i>	0,019	0,001	0,002	0,001	0,001	0,006	0,009	0,021	0,006	0,048
<i>Goneplax rhomboides</i>	0,016	0,136		0,012	0,003	0,014	0,159		0,009	0,006
<i>Jaxea nocturna</i>						0,001				
Paguridae nd									*	
<i>Processa</i> sp									*	
<i>Solenocera membranacea</i>									0,524	
<i>Upogebia deltaura</i>									0,016	0,416
Isopodi										0,003
Bopyridae nd							*			
<i>Eurydice</i> sp										
<i>Gnathia</i> sp		*			*				*	
Misidiacei									0,001	
Misidiacea nd										
Tanaidacei										
<i>Apeudes spinosus</i>	*									
<i>Leptognathia</i> sp	*									
<b>Echinodermi</b>										
Echinodermi										
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>		0,838	20,580					6,288		*
Oloturoidei										
Holothuriodea nd		*	0,001	*				*		*
<i>Labidoplax digitata</i>		0,298								
<i>Trachythione elongata</i>							0,165			
<b>Molluschi</b>										
Bivalvi										
<i>Anomia ephippium</i>									0,010	
<i>Azorinus chamasolen</i>	0,339									
<i>Nucula nitidosa</i>		0,002			*				0,002	
<i>Nucula sulcata</i>	0,188	0,002	0,235							
<i>Parvicardium minimum</i>										*
<i>Phaxas adriaticus</i>								0,484		
<i>Saccella commutata</i>	0,011				0,006	0,007				
<i>Thyasira biplicata</i>		0,019	0,002							
<i>Timoclea ovata</i>						*	*		*	*
Caudofoveati										
<i>Falcidens guttuosus</i>	0,001	0,001	0,001	*	0,001		0,001	*		
Gasteropodi										
<i>Hyala vitrea</i>			0,001	0,001	0,001	*		*		
<i>Symola fasciata</i>										
<i>Turritella communis</i>						0,121			0,232	
<b>Nemertini</b>										
Nemertea nd	*	*	*	0,049	*		*		*	
<b>Platelminti</b>										
Platelminta nd						*				
<b>Policheti</b>										
<i>Ampharete acutifrons</i>	*						*	*		*
Ampharetidae nd	*	*			0,001		*	0,003	0,002	0,001
<i>Amphicteis gunneri</i>										
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	*				0,001	*				
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,001	0,001	0,001	0,001	*	0,003	*	*	0,051	0,001
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*		*	*			*		*	
<i>Aponuphis brementi</i>	0,003								0,013	0,007

Tab. 3-XXIX – Continuo.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>										
<i>Capitella capitata</i>							*			
Capitellidae nd	*			0,001	*	*	0,003	*		0,001
Chaetopteridae nd			0,038		0,026				*	
<i>Chaetozone caputesocis</i>		0,001				0,001				
<i>Chirimia biceps</i>							*			
Cirratulidae nd		0,002			*					
<i>Glycera alba</i>	0,001									
<i>Glycera rouxii</i>	0,003					0,013			0,006	0,004
<i>Glycera</i> sp	*	*	*	*	*	*	0,001	*	0,001	*
<i>Glycera tessellata</i>	*			0,002				*	*	0,001
<i>Goniada maculata</i>					*					
<i>Harmothoe</i> sp									*	
<i>Inermonephtys inermis</i>								*		
<i>Labioleanira yhleni</i>	0,002				0,057		0,013			
<i>Lumbrineris gracilis</i>						0,001	0,001		*	
Maldanidae nd	*									
<i>Marphysa bellii</i>	0,152	0,045	0,044	0,068	0,048	0,031		0,093	0,028	0,109
<i>Melinna palmata</i>	0,001		0,002			0,001	*		0,001	
<i>Micronephtys sphaerocirrata</i>		*								
<i>Minuspio cirrifera</i>	*			*						
<i>Nephtys hystrixis</i>			0,001	0,006	0,009	0,001	0,033		0,010	0,017
Nereididae nd				*						
<i>Ninoe</i> sp	0,009	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001			
<i>Notomastus aberans</i>	0,004		*	0,001	0,020	0,011	0,012	0,010	0,007	0,011
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
<i>Ophiodromus flexuosus</i>								*	*	*
<i>Owenia fusiformis</i>				*						
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	*	0,001	0,003	0,001
Paraonidae nd	0,001	0,003	0,001	0,003	0,003	0,030	0,002	0,001	0,003	0,001
<i>Paraprionospio pinnata</i>									0,002	
Phyllococidae nd					*					
Pilargidae nd		*		*	*		0,001		*	*
<i>Pilargis verrucosa</i>		*					0,001	*		
<i>Prionospio</i> sp	0,001				0,001	*	*		*	*
Sabellidae nd									*	*
<i>Scalibregma inflatum</i>		0,001		*	0,001				*	*
<i>Scoletoma</i> sp	*		0,002	0,010	*	0,002	0,002		*	*
<i>Scoloplos armiger</i>		*	*	*	*	*	*	*		*
Sphaerodoridae nd					*				*	*
Spionidae nd				0,001	*		*	*	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>			*	*					*	*
<i>Sternaspis scutata</i>		0,413								
<i>Syllis parapari</i>									0,002	
<i>Syllis</i> sp							*			
Terebellidae nd					0,001					
<i>Terebellides stroemi</i>	0,021					0,002			*	
<i>Trachytrypane jeffreysii</i>					0,001					
<b>Sipunculidi</b>										
<i>Aspidosiphon muelleri</i>					0,012				0,029	
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,001	0,001			0,001	0,001	0,001			
<i>Phascolion strombus</i>									0,030	
Sipuncula nd	0,001	0,003	0,006	*	0,001	0,001	0,017	*	0,002	*
<b>Biomassa totale</b>	<b>0,781</b>	<b>1,831</b>	<b>20,920</b>	<b>0,161</b>	<b>0,221</b>	<b>0,367</b>	<b>0,437</b>	<b>6,904</b>	<b>1,009</b>	<b>0,649</b>

**Tab. 3-XXX** – Lista e biomassa (gr./0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 2° survey post lavori. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina. \* = <0,001 gr. 0,095 m<sup>-2</sup>.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal futuro sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>										
Briozoa nd									0,004	
<b>Cnidari</b>										
Idrozoi		*						*	0,006	0,009
<b>Crostacei</b>										
Anfipodi	0,004		*		*		*	0,001	0,001	
<i>Ampelisca diadema</i>					*					
<i>Corophium</i> sp					*					
<i>Eriopisa elongata</i>		0,001							*	
<i>Harpinia dellavallei</i>				0,001						*
<i>Leucothoe incisa</i>									*	
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>						*				*
<i>Metaphoxus simplex</i>		*			*					*
<i>Orchomene grimaldii</i>		*								*
<i>Paraphoxus oculatus</i>		*	*	*		*			*	*
<i>Phtisica marina</i>										*
Copepodi										*
Copepoda nd										*
Cumacei			*							*
Cumacea nd			*							*
<i>Eudorella truncatula</i>								*		*
Decapodi										
<i>Alpheus glaber</i>								0,049	0,003	
<i>Callinassa subterranea</i>		*	0,010	0,003	0,006	0,001	0,012	0,006	0,022	0,023
<i>Goneplax rhomboides</i>				0,405	0,019		0,006			
<i>Processa</i> sp	*									0,002
<i>Upogebia deltaura</i>		*								0,002
<i>Leptognathia</i> sp		*							*	
Tanaidacei										
<b>Echinodermi</b>										
Echinoidei										
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>					0,245			0,348	1,351	
Oloturoidei										
Holothurioidea nd	0,001	*	0,001	*		*		*		
<b>Molluschi</b>										
Bivalvi										
<i>Abra nitida</i>								0,011		
<i>Abra prismatica</i>			*							
<i>Loripes lacteus</i>		0,010								
<i>Nucula nitidosa</i>			1,728				0,036			
<i>Nucula sulcata</i>			0,128					0,081		
<i>Plagiocardium papillosum</i>										*
<i>Thyasira biplicata</i>				0,023						
<i>Thyasira succisa</i>									*	
<i>Timoclea ovata</i>		*							0,001	
Caudofoveati	*	0,001	*		*	*	*	*		
<i>Falcidens guttuosus</i>										
Gasteropodi		*								
<i>Hyalia vitrea</i>			0,001				0,001	*	*	0,001
<i>Turritella communis</i>					0,052		0,135		0,060	
<b>Nemertini</b>										
Nemertea nd	0,003		0,002	0,117	*				*	0,002
<b>Pantopodi</b>										
Picnogonidi							*			
Pycnogonida nd										
<b>Policheti</b>										
<i>Ampharete acutifrons</i>	*		0,001	*	*			0,002	*	*
Ampharetidae nd	*		0,001			*		*	*	*
<i>Ancystrosyllis groenlandica</i>			*		*	*	*			
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	*	0,001	*	*	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001
<i>Aphelochaeta marioni</i>			*			*	*	*	*	*
<i>Aponuphis brementi</i>										0,012
Capitellidae nd		*	0,007	*		*	*		0,020	0,002
<i>Chaetozone caputesocis</i>								0,002		
<i>Ditrupa arietina</i>							0,001			
<i>Dorvillea rubrovittata</i>									*	
<i>Drilonereis filum</i>				0,001			*	0,001	*	
<i>Glycera alba</i>			*							
<i>Glycera rouxii</i>	0,001	0,001	0,002		0,006	0,082	*		0,035	0,225
<i>Glycera</i> sp	*	*	0,002	0,001	0,001	0,006	0,001	*	0,002	*
<i>Glycera tessellata</i>							*	0,002	0,024	
<i>Glycera tridactyla</i>						0,024				
Cirratulidae nd		0,001		*		*		*	0,025	0,001

Tab. 3-XXX – Continuo.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal futuro sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>										
<i>Hamothoe</i> sp		0,005				0,004		*		
<i>Hydroides norvegicus</i>			*					*		
<i>Labioleanira yhleni</i>		0,021				0,001				
<i>Lumbrineris gracilis</i>							0,001	0,002		0,001
<i>Macroclymene santanderensis</i>									0,069	
Maldanidae nd			0,004				0,004	0,085		*
<i>Marphysa bellii</i>	0,001	0,125	0,005	0,044	0,117	0,043	0,026	0,002	0,068	0,002
<i>Melinna palmata</i>		0,001	*	0,002	*		*	*	*	
<i>Minuspio cirrifera</i>		*		*				*	*	
<i>Nephtys hombergi</i>		0,007						0,001		0,003
<i>Nephtys hystricis</i>		0,001		*	0,001	0,003	0,052	*	0,002	0,029
Nereididae nd	*	*				*			0,001	
<i>Ninoe</i> sp	0,001	0,001	0,001	0,002	*		0,001			
<i>Notomastus aberans</i>	0,007	0,005	0,017	0,001		0,006	0,003	0,005	0,039	0,011
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001	0,001	0,001	*	*	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	0,001	*				*	*	*	*	
<i>Owenia fusiformis</i>							*			
<i>Panthalis oerstedii</i>			0,047							
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,011	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	*	0,001	*		*	*	0,001	0,002	*
Paraonidae nd	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	*	0,002	0,003	0,002	0,002
Phyllodocidae nd					*					
<i>Phylo norvegica</i>				0,008						
Pilargidae nd		*	*	*				0,001	*	*
<i>Pilargis verrucosa</i>			*	*						
<i>Pista cristata</i>								0,001		
<i>Poecilochetus serpens</i>								0,001		
<i>Prionospio</i> sp	*			*	*		*	0,001	*	*
Sabellidae nd			*	*				*	*	*
<i>Scoletoma impatiens</i>										*
<i>Scoletoma</i> sp	0,013	0,006	0,002	0,001					0,001	0,001
<i>Scoloplos armiger</i>	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>Serpula vermicularis</i>	*	*			*					
Serpulidae nd		*								
Sphaerodoridae nd						*				
Spionidae nd		0,001	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Spiophanes bombyx</i>				*				*		
<i>Syllis parapari</i>			*							
<i>Syllis</i> sp			*							
Terebellidae nd								0,001	*	*
<i>Terebellides stroemi</i>	*								0,019	0,001
<b>Sipunculidi</b>										
<i>Aspidosiphon muelleri</i>			0,001		0,009	0,005			0,028	0,001
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>		0,002	0,001		*		0,001	0,002	0,001	0,001
<i>Phascolion strombus</i>			0,005							
Sipuncula nd		*	0,003	0,001	*	*	0,001	0,003	0,005	0,005
<b>Biomassa totale</b>	<b>0,048</b>	<b>0,194</b>	<b>1,978</b>	<b>0,615</b>	<b>0,462</b>	<b>0,178</b>	<b>0,290</b>	<b>0,616</b>	<b>1,794</b>	<b>0,342</b>

**Tab. 3-XXXI** – Lista e biomassa (gr. 0,095 m<sup>-2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 3° survey post lavori. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina. \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal futuro sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>										
<i>Scrupocellaria scruposa</i>				*				0,001		
<b>Cnidari</b>										
Antozoi										
Actinaria nd	*						0,005	0,025		
Anthozoa nd					*	*	*			0,003
Idrozoi										0,000
Hydroidea nd					0,012	*				
<b>Crostacei</b>										
Anfipodi										
<i>Ampelisca diadema</i>		*		*					*	*
<i>Corophium</i> sp	*			*			*			
<i>Harpinia dellavallei</i>			*	*	*					*
<i>Leptocheirus mariae</i>					*					*
<i>Leucothoe incisa</i>										*
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>						*				
<i>Paraphoxus oculatus</i>				*	*					
Cumacei										
Cumacea nd		*					*			*
<i>Eudorella truncatula</i>	*									
Decapodi										
<i>Alpheus glaber</i>	0,015	0,012		0,131			0,074		0,045	
<i>Callinassa subterranea</i>	*	0,001		0,005	0,001			0,015		0,022
<i>Goneplax rhomboides</i>		0,011						0,002	0,004	0,065
<i>Jaxea nocturna</i>						0,001				
<i>Monodaeus couchi</i>							*			
Paguridae nd				*						
<i>Upogebia deltaura</i>								0,002		0,008
Isopodi										
<i>Gnathia</i> sp		*		*						*
Misidiacei							*			
Misidiacea nd										
Ostracosi								*		
Ostracoda nd										
Tanaidacei										
<i>Apeudes spinosus</i>					0,001					
<i>Leptognathia</i> sp										*
<b>Echinodermi</b>										
Echinoidei										
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>			5,426		1,046					
Oloturoidei										
<i>Labidoplax digitata</i>						0,156				
<b>Molluschi</b>										
Bivalvi										
<i>Abra nitida</i>					0,008					
<i>Anomia ephippium</i>								*		
<i>Azorinus chamasolen</i>			0,708							1,013
<i>Corbula gibba</i>							0,002			
<i>Kellia suborbicularis</i>		*								
<i>Kelliella abyssicola</i>					*					
<i>Nucula nitidosa</i>		*		0,016		*	0,001			
<i>Nucula sulcata</i>				0,227	0,304					
<i>Parvicardium minimum</i>				*						
<i>Thyasira succisa</i>		*								*
<i>Timoclea ovata</i>		0,001				0,003			0,006	
Caudofoveat										
<i>Falcidens gutturosus</i>						*	0,001			
Gastropodi										
<i>Hyalia vitrea</i>		0,001	*	0,003			*			
<i>Turritella communis</i>			0,106	0,001	0,690		0,249	0,001		
<b>Nemertini</b>										
Nemertea nd	*		0,309	0,004	0,001	0,009	0,005		*	0,002
<b>Pantopodi</b>										
Pycnogonida nd				0,000						

Tab. 3-XXXI – Continuo.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal futuro sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policei</b>										
<i>Ampharete acutifrons</i>	0,001	0,001	*	0,001	*			*		*
Ampharetidae nd	*		*	0,001	*	*		*	*	*
<i>Ancystrosyllis groenlandica</i>			*	*	*			*		*
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*	*		*	*		*	*		*
<i>Aponuphis brementi</i>								0,007		
Capitellidae nd		0,003			0,002		*	*		
<i>Chaetozone caputesocis</i>		0,001								
<i>Chirimia biceps</i>				0,012						
Cirratulidae nd	*			*						0,001
<i>Drilonereis filum</i>			*					0,001		0,001
<i>Glycera rouxii</i>	0,032	0,053	0,008		*	0,050		0,015	0,001	
<i>Glycera</i> sp	*	*	0,001	*	0,001	0,001	*	*	*	*
<i>Glycera tessellata</i>			*							
<i>Harmothoe</i> sp					*					
<i>Hydroides norvegicus</i>								0,004		
<i>Lumbrineris gracilis</i>							*	*		
<i>Maldane glebiflex</i>				0,001						
Maldanidae nd					*		0,008			
<i>Marphysa bellii</i>	0,096		0,152	0,079	0,140	0,007	0,010	0,050	0,064	0,043
<i>Melinna palmata</i>								0,001	0,001	
<i>Minuspio cirrifera</i>		*		*	*					*
<i>Nephtys hombergi</i>						0,006				
<i>Nephtys hystricis</i>				0,001	0,004	0,024		0,054	0,009	0,043
<i>Ninoe</i> sp			0,002	*	*	*				
<i>Notomastus aberans</i>		0,023	0,011	*	0,007	0,032		0,008	0,009	0,107
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	*	0,001	*	*	0,001	*	*	*	*	0,001
<i>Ophiodromus flexuosus</i>				*	*		*		*	*
<i>Owenia fusiformis</i>					*					*
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,001	0,002	0,002	0,008	0,005	0,001	0,002	0,003	*	0,001
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	*	*	0,001	*				0,001	*
Paraonidae nd	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
<i>Phyllodoce</i> sp					*					
Phyllodocidae nd										*
<i>Phylo norvegica</i>	0,017									
Pilargidae nd	*			*	*	*	*	*		*
<i>Pilargis verrucosa</i>						0,001		*		
<i>Prionospio</i> sp	0,001	*		*			0,001		*	
Sabellidae nd		*			*	*	*	*	*	*
<i>Scalibregma inflatum</i>					*					
<i>Scoletoma impatiens</i>			0,002	*			0,001			
<i>Scoletoma</i> sp	0,002	*		*		0,008				
<i>Scoloplos armiger</i>	*	*	*	*	*					*
<i>Sphaerodoridae</i> nd		*					*			
Spionidae nd		*	*	*	*		*	*	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>					*					
<i>Sternaspis scutata</i>				0,192						
Syllidae juv										*
<i>Syllis</i> sp				*						
<i>Terebellidae</i> nd						1,125				*
<i>Terebellides stroemi</i>				*						
<b>Sipunculidi</b>										
<i>Aspidosiphon muelleri</i>						0,008			0,045	
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>		*		*		*			*	*
<i>Sipuncula</i> nd	0,034	0,001	*		0,002	0,003	0,003	*	0,003	0,005
<b>Biomassa totale</b>	<b>0,201</b>	<b>0,114</b>	<b>6,728</b>	<b>0,688</b>	<b>2,232</b>	<b>1,434</b>	<b>0,366</b>	<b>0,191</b>	<b>0,190</b>	<b>1,318</b>

**Tab. 3-XXXII** – Lista e biomassa (gr. 0,095 m<sup>-2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 4° survey post lavori. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina. \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>.

Stazione		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>											
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>								0,010		*
	<i>Triticella flava</i>	*	*					*	*		
<b>Cnidari</b>											
Antozoi	Actiniaria nd				*						
	Anthozoa nd		0,004	*	0,001	*	*		*		
	<i>Edwardsia claparedii</i>								0,001		
	<i>Virgularia mirabilis</i>		*								*
Idrozoi	Hydroidea nd			*	*			0,001	*	*	0,001
<b>Crostacei</b>											
Anfipodi	<i>Acidostoma nodiferum</i>				0,001						
	<i>Ampelisca diadema</i>	*			*	0,001				*	
	<i>Corophium</i> sp		*								
	<i>Erichthonius brasiliensis</i>					*					
	<i>Gammaropsis</i> sp						*	*			
	<i>Harpinia dellavallei</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Idunella nana</i>		*								
	<i>Leucothoe liljeborgi</i>									*	
	<i>Orchomene grimaldii</i>				*						
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	*	*	*	*	*		*	*	*	*
	<i>Phtisica marina</i>							*	*	*	*
Copepodi	Copepoda nd	*	*			*	*	*	*	*	*
Cumacei	Cumacea nd		*		*		*	*	*	*	*
	<i>Eudorella truncatula</i>							*	*	*	*
	<i>Leucon mediterraneus</i>				*				*	*	
	<i>Leucon siphonatus</i>										*
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>								0,062		0,026
	<i>Callinassa subterranea</i>	0,008			0,002		0,002	0,015	0,027	0,002	0,020
	<i>Calliax lobata</i>						0,243				
	<i>Chlorotocus crassicomis</i>				0,326						
	<i>Goneplax rhomboides</i>	0,040	0,051					0,085	0,083		
	<i>Jaxea nocturna</i>	0,003	0,129		0,022						
	<i>Monodaeus couchi</i>		0,032	0,038							
	<i>Processa</i> sp							0,001			
Isopodi	<i>Anthura gracilis</i>									*	
	<i>Astacilla</i> sp	*				*					
	<i>Gnathia</i> sp		*		*						
Misidiacei	Misidiacea nd									0,001	
Ostracodi	Ostracoda nd					*					
Tanaidacei	<i>Leptochelia savignyi</i>	*	*						*		
	<i>Leptognathia</i> sp							*			*
<b>Echinodermi</b>											
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>					0,877		3,825		0,270	0,729
<b>Molluschi</b>											
Bivalvi	<i>Abra prismatica</i>					0,001		0,001			
	<i>Azorinus chamasolen</i>						0,607				0,081
	<i>Corbula gibba</i>		0,003								
	<i>Cuspidaria rostrata</i>				0,040						
	<i>Hiatella arctica</i>								*		
	<i>Nucula sulcata</i>									0,278	
	<i>Parvicardium minimum</i>		*								
	<i>Thyasira biplicata</i>	*	0,017	0,004		0,039		*	*		
	<i>Thyasira succisa</i>	*				*		*	*		*
Caudofoveati	<i>Falcidens gutturosus</i>		0,002	*	*	0,001	*	*	*		
Gasteropodi	<i>Alvania</i> sp							*	0,001	*	
	<i>Bela brachystoma</i>	*									
	<i>Hyalia vitrea</i>	*		0,001	0,001		0,002	0,002	*	0,001	*
	<i>Turritella communis</i>						0,023	0,145			
<b>Nemertini</b>											
	Nemertea nd	0,012	0,009	*	0,010	0,126	0,006	0,001	*	0,003	0,021
<b>Pantopodi</b>											
Picnogonidi	Pycnogonida nd	*									
<b>Platelminti</b>											
	Platelminta nd										0,001

Tab. 3-XXXII – Continuo.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>										
<i>Ampharete acutifrons</i>		*			0,001		*	*		*
Ampharetidae nd	*	0,002		*				*	*	*
<i>Ancystrosyllis groenlandica</i>	*	*	*		0,001		*		0,001	
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	*	*	0,001	*	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	*
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*
<i>Aponuphis bilineata</i>				*						
<i>Aponuphis brementi</i>								0,013		
Capitellidae nd	*	*				0,001	*	0,001	0,001	*
<i>Chaetopteridae nd</i>				0,004		0,011				0,059
<i>Chaetozone caputesocis</i>	0,002	0,004				0,002		0,004	0,004	0,001
Cirratulidae nd	0,043		*	*	*	0,079	*	*	0,024	*
<i>Ditrupa arietina</i>		*								
<i>Dorvillea rudolphii</i>			*							
<i>Drilonereis filum</i>	*			0,003	0,001		0,001	0,003	0,001	
<i>Glycera alba</i>	0,001	0,001	0,001		0,003		0,001	0,001		
<i>Glycera rouxii</i>	0,001		0,004	0,057				*	*	0,005
<i>Glycera sp</i>	0,004	*	*	*	0,001	0,003	0,001	0,001	*	0,001
<i>Glycera tessellata</i>		0,001								0,001
<i>Glycera tridactyla</i>						0,054				
<i>Harmothoe sp</i>					*	0,005		0,001	0,002	*
<i>Hydroides norvegicus</i>								*		*
<i>Labioleanira yhleni</i>							0,030			
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,001		*				0,001	0,002		
Maldanidae nd		0,006	*							
<i>Marphysa bellii</i>	0,024	0,017	0,091	0,080	0,133	0,126	0,060	0,077	0,078	0,131
<i>Melinna palmata</i>	0,001	*					*	0,002		*
<i>Minuspio cirrifera</i>			*			*	*	*	*	*
<i>Nematonereis unicornis</i>								*		
<i>Nephtys hystricis</i>		0,007	0,004	*	*	0,001	0,010	*	0,001	0,017
<i>Ninoe sp</i>	0,013	*	0,002	0,004	0,006		*	*	*	0,004
<i>Notomastus aberans</i>	0,009	0,001	0,002	0,002		0,008	0,014	0,007	0,051	0,010
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Orbiniidae nd							*	*	*	*
<i>Owenia fusiformis</i>							*	*	*	*
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,002	0,009	0,002	0,014	0,001	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,001	*	0,001	*		*	0,001	*	*	*
Paraonidae nd	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004	0,003	0,003
<i>Paraprionospio pinnata</i>					0,001		*	*	0,001	*
Phyllodocidae nd	*				*		*	*	*	*
<i>Phylo norvegica</i>							0,004			
Pilargidae nd	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pilargis verrucosa</i>			0,001							
<i>Poecilochetus serpens</i>			*	0,002			*	*	*	*
<i>Praxillella gracilis</i>				0,017	0,021					0,013
<i>Prionospio ehlersi</i>								*	*	*
<i>Prionospio sp</i>	*	*			*		*	*	*	*
Sabellidae nd		*	*	*	*		*	*	*	*
<i>Scalibregma inflatum</i>				0,001		*	*	*	*	*
<i>Scoletoma impatiens</i>					*					
<i>Scoletoma sp</i>	0,001	0,002	*	*	0,006	0,001	*	0,012	0,002	0,005
<i>Scoloplos armiger</i>	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	0,001
<i>Serpula vermicularis</i>							*	*	*	*
Serpulidae nd				*						
<i>Sigambra tentaculata</i>	*									
<i>Sphaerodoridae nd</i>							*	*	*	*
Spionidae nd	0,001	*	0,001	0,001	*	*	0,001	0,001	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>							*	*	*	*
<i>Sternaspis scutata</i>			0,014					*		
Syllidae juv								*		
<i>Syllis sp</i>				*						
Terebellidae nd	0,001	*	0,012	*			*	0,001	0,013	0,006
<i>Terebellides stroemi</i>		*				0,001			0,002	

**Tab. 3-XXXII – Continuo.**

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
Poriferi								*		
Porifera nd										
Sipunculidi										
<i>Aspidosiphon muelleri</i>										*
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,001	*	0,001	0,003	0,001		*	0,001	0,002	0,002
Sipuncula nd	*	0,001		0,001	*	0,008	0,001	0,014	0,005	0,004
<b>Biomassa totale</b>	0,174	0,306	0,185	0,597	1,227	1,190	4,213	0,337	0,754	1,148

**Tab. 3-XXXIII** – Lista e biomassa (gr. 0,095 m<sup>-2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 5° survey post lavori. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina. \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>.

Stazione		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>											
	Briozoa nd					*					
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>	0,001								*	
	<i>Triticella flava</i>					*					
	<i>Tubulipora</i> sp				0,003						
<b>Cnidari</b>											
<b>Antozoi</b>											
	Anthozoa nd	*		0,001	*	*	0,018				0,045
	<i>Epizoanthus</i> sp				0,005						
	<i>Virgularia mirabilis</i>								0,002		
<b>Idrozoi</b>											
	Hydroidea nd	0,028	*	*	*		*	*		*	0,002
<b>Crostei</b>											
<b>Anfipodi</b>											
	<i>Acidostoma nodiferum</i>				*						*
	<i>Ampelisca diadema</i>	0,002	*	*	*		*	0,002	*		0,001
	<i>Carangolopsis spinulosa</i>		*	*	*		*	*			
	<i>Corophium</i> sp		*				*	*			
	<i>Eriopisa elongata</i>									*	
	<i>Gammaropsis</i> sp		*								*
	<i>Harpinia antennaria</i>	*		*						*	
	<i>Harpinia dellavallei</i>		*	*	*			*		*	
	<i>Idunella nana</i>								*		
	<i>Leptocheirus guttatus</i>		*				*	*			*
	<i>Leucothoe incisa</i>						*			*	*
	<i>Lysianassa</i> sp		*								
	<i>Othomaera schmidtii</i>						0,001	0,003		0,001	0,004
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	*	*	*	*	*		*			*
	<i>Periculodes longimanus</i>								*		
	<i>Phtisica marina</i>	*									
<b>Cumacei</b>											
	<i>Eudorella truncatula</i>		0,001	*	*		*	*			*
<b>Decapodi</b>											
	<i>Alpheus glaber</i>					0,064		0,056			0,076
	<i>Athanas nitescens</i>									0,007	
	<i>Callinassa subterranea</i>	*	0,001	*	0,006	0,003	0,004	0,021	0,015	0,061	0,031
	<i>Goneplax rhomboides</i>	0,019	0,262	0,004	0,010	0,236	0,010	0,012	0,014	0,020	0,017
	<i>Monodaeus couchi</i>				0,001						
	<i>Processa</i> sp								0,001		
	<i>Solenocera membranacea</i>	0,079									
<b>Isopodi</b>											
	<i>Anthura gracilis</i>		*								
	<i>Astacilla</i> sp				*						
	<i>Gnathia</i> sp	*		*				0,001			
<b>Tanaidacei</b>											
	<i>Leptocheilia savignyi</i>		*								
	<i>Leptognathia</i> sp			*							
<b>Echinodermi</b>											
<b>Echinoidei</b>											
	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>				0,003	1,033		1,392			0,257
<b>Ofiuroidei</b>											
	<i>Amphiura chiajei</i>						*				*
<b>Oloturoidei</b>											
	Holothurioidea nd				0,020						
	<i>Labidoplax digitata</i>	*				0,113		0,137			
<b>Molluschi</b>											
<b>Bivalvi</b>											
	<i>Abra prismatica</i>	0,002	0,001		0,019	0,061					
	<i>Anodontia fragilis</i>	*									
	<i>Azorinus chamasolen</i>										1,651
	<i>Corbula gibba</i>		0,001		0,003						
	<i>Nucula nitidosa</i>		0,004				0,007	0,003			
	<i>Nucula sulcata</i>										0,001
	<i>Pteria hirundo</i>										0,001
	<i>Thyasira biplicata</i>		0,003				0,003				
	<i>Thyasira succisa</i>		*	*	*			*	*		
	<i>Timoclea ovata</i>			*							
<b>Caudofoveati</b>											
	<i>Falcidens gutturosus</i>	*	*	0,002		*					
<b>Gasteropodi</b>											
	<i>Alvania</i> sp						*				
	<i>Hyala vitrea</i>		0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
	<i>Mangelia coarctata</i>			0,001							
	<i>Turritella communis</i>	0,074		0,147			0,037				0,088
<b>Nemertini</b>											
	Nemertea nd	0,026	0,002	*	*	*	0,031	0,001	*	*	0,001

Tab. 3-XXXIII – Continuo.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>										
<i>Ampharete acutifrons</i>				*				0,006	*	
Ampharetidae nd	*	*	*	*		*		*	*	0,001
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	*	*	*	*	*	0,001	*	*		
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,198	0,001	0,001	0,001	*	*	*	*	0,001	0,001
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*	*	*	*		*	*	*	*	*
<i>Aponuphis brementi</i>								0,006		
Capitellidae nd		0,001	0,003	0,016		0,003	0,001	*	0,008	0,001
Chaetopteridae nd		0,219							0,003	
<i>Chaetozone caputesocis</i>	*	0,010	0,001	0,001		*	0,001	0,001	*	0,001
Cirratulidae nd	*	*					0,001	*		*
<i>Drilonereis filum</i>	0,001				0,193	0,001	0,002			*
<i>Glycera alba</i>		0,012	0,014		0,403	0,013	0,004			0,008
<i>Glycera rouxii</i>									*	
<i>Glycera sp</i>	*	0,002	0,005	0,001	*	*	0,001	*	*	*
<i>Glycera tessellata</i>	0,002	*	0,003	*		0,002	*	0,003	0,001	0,001
<i>Harmothoe sp</i>					*		0,001	0,002	*	0,001
<i>Labioleanira yhleni</i>				0,029					0,042	
<i>Lumbrineris gracilis</i>				0,001	*	*		*		0,001
Maldanidae nd		*		*						0,028
<i>Marphysa bellii</i>	0,118	0,010	0,139	0,012	0,005	0,014	0,105	0,010	0,009	0,043
<i>Melinna palmata</i>		0,003	0,001	0,002	*			0,004	0,001	
<i>Minuspia cirrifera</i>	*									
<i>Nephtys hombergi</i>								*		
<i>Nephtys hystricis</i>	*	0,005	0,001	0,016	0,028	0,003	0,002	0,002	0,013	0,008
<i>Ninoe sp</i>	0,007	*	0,005	0,004	0,001	0,006	0,004	*	0,002	0,012
<i>Notomastus aberans</i>	0,030	0,005	0,005	0,001	0,003	0,009	0,011	0,007	0,037	0,002
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001	0,002	0,001	0,001	*	*	*	*	0,001	0,001
<i>Ophiudromus flexuosus</i>		*	*			*	*		*	
<i>Owenia fusiformis</i>									*	
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,009	0,003	*	0,004	*	0,003	0,001	0,002	0,006	0,004
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	0,001	0,001	0,001	*	0,001	0,002	*	0,001	*
Paraonidae nd	0,003	0,003	0,004	0,002	0,001	0,003	0,002	0,003	0,003	0,004
<i>Phylo norvegica</i>									0,003	
Pilargidae nd	*	*		*		*	*	*	*	*
<i>Pilargis verrucosa</i>	*			0,001		*				*
<i>Poecilochetus serpens</i>	0,002	*								
<i>Prionospio sp</i>		*	0,001	0,001	0,001	*	0,002	*	0,001	*
Sabellidae nd		*	*	*						*
<i>Scalibregma inflatum</i>	0,001	0,001						*		
<i>Scoletoma impatiens</i>								*		
<i>Scoletoma sp</i>	*			*		0,003				
<i>Scoloplos armiger</i>	*	*	0,003	0,005	*	0,001	*	*	0,001	*
<i>Sigambra tentaculata</i>			*							
Sphaerodoridae nd	*	*				*	*			
Spionidae nd	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>	*			*		*			*	*
<i>Syllis sp</i>	0,001									
Terebellidae nd			0,011			0,007				0,001
<b>Sipunculidi</b>										
<i>Nephasoma sp</i>						0,036				
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,001	0,001	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	*	*
Sipuncula nd	0,001	0,003	0,001	0,087	*	0,002	0,005	0,004	0,005	0,001
<b>Biomassa totale</b>	<b>0,608</b>	<b>0,563</b>	<b>0,359</b>	<b>0,259</b>	<b>2,151</b>	<b>0,225</b>	<b>1,776</b>	<b>0,087</b>	<b>0,231</b>	<b>2,295</b>

**Tab. 3-XXXIV** – Lista e biomassa (gr. 0,095 m<sup>-2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 6° survey post lavori. C4 = sito posto in corrispondenza della condotta sottomarina. \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>										
<i>Triticella flava</i>			*			*		*		*
<b>Cnidari</b>										
Antozoi <i>Edwardsia claparedii</i>	0,040	0,028	0,003		0,002			0,037		0,022
Idrozoi Hydroidea nd						*	0,004		0,004	0,003
<b>Crostacei</b>										
Antipodi										
<i>Acidostoma nodiferum</i>	*									
<i>Ampelisca diadema</i>	*	*	0,001	*	0,002	*	*	*	*	0,001
<i>Caprella</i> sp			0,001							
<i>Harpinia dellavallei</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Othomaera schmidtii</i>									0,004	0,003
<i>Paraphoxus oculatus</i>				*	*	*	*	*	*	*
<i>Photis longicaudata</i>		*								
<i>Phtisica marina</i>			*			*	*			*
<i>Pseudolyrius kroyerii</i>		*	*							
<i>Stenothoe tergestina</i>			*							
Cumacei										
Cumacea nd	*	*		*	*					
<i>Eudorella truncatula</i>			*	*		*	*	*	*	*
Decapodi										
<i>Alpheus glaber</i>			0,002		0,092		0,037	0,053		
<i>Callinassa subterranea</i>	0,003	0,009	0,027	0,025	0,004	0,001	0,010	0,018	0,012	0,004
<i>Goneplax rhomboides</i>		0,624	0,047	0,015		0,010	0,006	0,039	0,011	0,044
Paguridae nd	*									
<i>Processa</i> sp		0,003							0,001	
<i>Upogebia deltaura</i>									0,004	
Isopodi										
<i>Sphaeroma serratum</i>	*									
Tanaidacei										
<i>Leptognathia</i> sp	*								*	
<b>Echinodermi</b>										
Oloturoidei										
<i>Labidoplax digitata</i>	0,193	0,003					0,340	0,054		
<b>Molluschi</b>										
Bivalvi										
<i>Anodontia fragilis</i>							*			
<i>Kellia suborbicularis</i>				*						
<i>Nucula sulcata</i>			0,132			0,009			0,007	0,015
<i>Thyasira biplicata</i>						0,002				0,002
<i>Thyasira succisa</i>					*	*	*	*		
Caudofoveati										
<i>Falcidens guttuosus</i>	0,005	0,002	*	*	0,003	*				*
Gasteropodi										
<i>Cylichna cylindracea</i>	0,001									
<i>Hyla vitrea</i>	0,001	*	0,002	*	*	0,002	*	*	0,001	
<i>Turritella communis</i>			0,003					0,030	0,072	
<b>Nemertini</b>										
Nemertea nd	0,001	0,015	0,002	0,001	0,019	0,007	0,002	*	*	
<b>Policheti</b>										
<i>Ampharete acutifrons</i>		0,001			*	*			0,001	0,001
Ampharetidae nd	*		*	*		*	*	*	*	*
<i>Amphicteis gunneri</i>								0,001		
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	*		*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,001	*	0,001	*	0,001	0,001	*	0,001	0,002	0,002
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*
<i>Aponuphis bilineata</i>	*		0,004	0,001						
<i>Aponuphis brementi</i>	0,001	0,006	0,002						0,021	*
Capitellidae nd			*				0,002			
Chaetopteridae nd	0,002									
<i>Chaetozone caputesocis</i>						*			0,001	
<i>Drilonereis filum</i>							0,001			
Flabelligeridae nd	0,001	*				0,002				
<i>Glycera rouxii</i>	0,004	0,012	0,003	0,003		0,009		0,003	0,007	
<i>Glycera</i> sp	0,001	0,002	0,004	0,001	0,002	0,002	*	*	*	0,001
<i>Glycera tessellata</i>										0,003
<i>Harmothoe</i> sp		0,002			0,003		0,001	0,001	*	
<i>Labioleanira yhleni</i>									0,030	
<i>Lumbrineris gracilis</i>	0,001	*	*	0,001	*			0,001		0,004
Maldanidae nd	0,002	0,034	0,006			*				0,001
<i>Marphysa bellii</i>	0,007	0,004	0,044	0,159	0,221	0,053	0,040	0,059	0,020	0,170
<i>Melinna palmata</i>	0,002		*					*	0,001	
<i>Minuspio cirrifera</i>	*		*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Nephtys hystricis</i>		0,024		0,018	0,028	0,003	0,002	0,010	0,006	0,002
Nereididae nd					0,007					*
<i>Ninoe</i> sp	0,001	0,001	0,004	0,006	0,001	0,003	0,005		0,002	0,002
<i>Notomastus aberans</i>	0,001		0,014	0,001	0,012	0,003	0,007	0,006	0,005	0,008
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	*	0,002	*	*	*	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	*		*	*	0,001	0,001	*	*	*	*
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	0,001	0,001	0,001	*	*	*	0,001	*	*
Paraonidae nd	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,002	0,004	0,004	0,003	0,003
<i>Phylo norvegica</i>			0,002	0,020						
Pilargidae nd	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tab. 3-XXXIV – Continuo.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Distanza dal sea-line (m)	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>										
<i>Pilargis verrucosa</i>						*		*		
<i>Poecilochetus serpens</i>										*
<i>Prionospio</i> sp			*	0,002		*	*	*		*
Sabellidae nd	*	*	*	*	*			*	*	*
<i>Scalibregma inflatum</i>		*						0,001		
<i>Scoletoma</i> sp	*	*	0,002		*			*	0,003	
<i>Scoloplos armiger</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sphaerodoridae nd							*	*		
Spionidae nd	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>								*	*	*
Syllidae juv	*									
Terebellidae nd				0,003	0,001	0,001				
<i>Terebellides stroemi</i>	0,004				0,001	0,004	0,002	0,006		0,004
<b>Sipunculidi</b>										
<i>Onchesoma steenstrupi</i>	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	*
<i>Sipuncula</i> nd	*	0,005	0,001	0,001	0,141	*	*	0,001	0,001	0,003
<b>Biomassa totale</b>	<b>0,279</b>	<b>0,784</b>	<b>0,319</b>	<b>0,267</b>	<b>0,548</b>	<b>0,121</b>	<b>0,465</b>	<b>0,333</b>	<b>0,227</b>	<b>0,302</b>

### 3.3.2. AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE

Come già evidenziato in tutti i survey condotti sinora (Tabb. 3-XXXVa e 3-XXXVb), anche nell'estate 2018 i popolamenti rinvenuti sono risultati quasi esclusivamente composti da organismi di fondo mobile, in particolare Limicoli (Lim), nettamente dominanti ovunque per numero di taxa e densità. A seguire gli organismi indicatori di Materia Organica (MO), risultati secondi per importanza in tutte le stazioni, e i sabulicoli (Sab), sostituiti dai misticoli (Mixt) in C4 (in numero di specie) e nel controllo K6 (specie e densità).

Tutti gli altri gruppi biocenotici sono risultati poco rappresentati in tutti i siti.

Tab. 3-XXXV – Numero di taxa (a) e di individui (b; n/0,095 m<sup>2</sup>) rinvenuti nell'intero periodo determinati a livello di specie suddivisi in base alla loro affinità biocenotica. In giallo sono indicati i gruppi più numerosi. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXI.

a)

Pre-Survey

	C4	K6
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)	1	
Limicoli (Lim, VTC, VB)	16	13
Sabulicoli (Sab, SFBC)	2	2
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	2	1
Fondi mobili instabili (MI)		
Minuticoli (Minut)	1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	8	3
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)		
Larga ripartizione ecologica (Lre)		1

1° Post lavori

	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)										
Limicoli (Lim, VTC, VB)	13	16	11	11	16	14	11	8	12	11
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1	2		2		1	2	3	3	1
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	2	2	1		1	3		1	2	3
Fondi Mobili Instabili (MI)										
Minuticoli (Minut)	1		1			1	1		1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	7	2	4	5	4	5	6	3	7	4
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	2			1				2	1	1
Larga ripartizione ecologica (Lre)		1	1	1	1	2	2	1	3	2

Tab. 3-XXXV – Continuo.

2° Post lavori	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)										
Limicoli (Lim, VTC, VB)	5	10	13	11	12	8	13	17	14	11
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1	4	2	2	1	2	3	3	3	2
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	1	2	4	1	1	1	1	2	2	5
Fondi Mobili Instabili (MI)							1			
Minuticoli (Minut)		1	1	1	1		1	1	1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	5	5	6	4	3	7	5	4	8	8
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	1	1	1		1		1	2	2	
Larga ripartizione ecologica (Lre)	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1

3° Post lavori	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)					1					
Limicoli (Lim, VTC, VB)	7	11	10	16	13	9	8	11	7	12
Sabulicoli (Sab, SFBC)				1	3	2	1	2	1	3
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	1	2	2	4	2		1	1	1	3
Fondi Mobili Instabili (MI)							1			
Minuticoli (Minut)								1	1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	4	6	4	7	6	5	2	4	5	5
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)			1	1	1			2		
Larga ripartizione ecologica (Lre)	1	2	1	1	2		1	1	1	1

4° Post lavori	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)										
Limicoli (Lim, VTC, VB)	15	15	13	16	16	11	23	17	17	18
Sabulicoli (Sab, SFBC)	2	1	3	2	1	2	4	5	1	3
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	3	3	1	3	4	1	3	4	2	2
Fondi Mobili Instabili (MI)		2								
Minuticoli (Minut)	1	1					1	1		
Indicatori di Materia Organica (MO)	5	5	6	5	2	6	5	6	8	7
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	1	2	1	1	1		1	5	1	3
Larga ripartizione ecologica (Lre)	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2

5° Post lavori	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)		1	1			1	1			1
Limicoli (Lim, VTC, VB)	17	20	17	16	15	18	20	15	16	17
Sabulicoli (Sab, SFBC)	3	1	1	3	1	5	1	3	4	4
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)	3	4	4	4	2	2	4	2		5
Fondi Mobili Instabili (MI)		1		1						
Minuticoli (Minut)		1	1	1	1			1	1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	5	4	4	4	3	4	4	4	5	4
Substrato duro (C, Sd)	2	2	1	1		1	1	1	3	1
Larga ripartizione ecologica (Lre)	2	1	2	3	1	1	1	1	1	2

6° Post lavori	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)										
Limicoli (Lim, VTC, VB)	11	15	15	12	13	15	14	16	17	15
Sabulicoli (Sab, SFBC)	5	4	4	3	3	2	2	5	2	4
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)	2	2	2	4	2	3	3	2	4	3
Fondi Mobili Instabili (MI)		1		1						
Minuticoli (Minut)	1		1						1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	7	4	6	6	6	7	6	7	6	6
Substrato duro (C, Sd)			1							1
Larga ripartizione ecologica (Lre)	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2

Tab. 3-XXXV – Continuo.

b)

Pre-Survey

	C4	K6
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)	0,33	
Limicoli (Lim, VTC, VB)	42,67	14,00
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1,00	0,67
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	1,33	0,33
Fondi mobili instabili (MI)		
Minuticoli (Minut)	0,33	
Indicatori di Materia Organica (MO)	9,33	2,00
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)		
Larga ripartizione ecologica (Lre)		1,00

1° Post lavori

	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)										
Limicoli (Lim, VTC, VB)	19,00	20,67	11,67	14,00	17,67	20,00	18,00	8,67	15,33	12,33
Sabulicoli (Sab, SFBC)	0,33	1,00		0,67		0,33	0,67	1,00	1,00	0,33
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	0,67	0,67	0,33		0,33	1,00		0,33	1,00	2,00
Fondi Mobili Instabili (MI)										
Minuticoli (Minut)	0,33		0,67			0,33	0,33		0,33	
Indicatori di Materia Organica (MO)	6,33	4,00	4,33	7,00	6,00	5,00	5,33	5,00	9,67	6,33
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	0,67			0,33				1,00	0,33	1,00
Larga ripartizione ecologica (Lre)		0,67	0,33	1,67	1,33	2,00	1,33	1,00	1,00	0,67

2° Post lavori

	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)										
Limicoli (Lim, VTC, VB)	32,67	16,33	21,67	12,67	7,33	19,33	27,67	20,33	22,33	13,33
Sabulicoli (Sab, SFBC)	0,33	1,67	1,00	1,00	0,33	0,67	1,33	2,33	1,00	1,00
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	0,33	1,00	1,67	0,33	0,33	0,67	0,33	1,00	0,67	2,67
Fondi Mobili Instabili (MI)							0,33			
Minuticoli (Minut)		0,33	0,33	1,00	0,33		0,33	0,67	0,33	
Indicatori di Materia Organica (MO)	3,33	6,00	9,00	3,00	1,67	6,33	6,33	5,00	15,00	6,33
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	0,33	0,33	0,33		0,33		0,33	2,00	1,33	
Larga ripartizione ecologica (Lre)	0,33	0,67	1,33	0,33	0,33	1,33	1,00	2,00	0,33	0,33

3° Post lavori

	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)					0,33					
Limicoli (Lim, VTC, VB)	6,00	16,33	11,67	24,00	19,33	6,67	13,67	13,67	8,33	13,67
Sabulicoli (Sab, SFBC)				0,33	1,00	0,67	0,33	0,67	0,33	1,33
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	0,33	0,67	0,67	2,33	1,00		0,33	0,33	0,33	1,00
Fondi Mobili Instabili (MI)							0,33			
Minuticoli (Minut)								0,33	0,33	
Indicatori di Materia Organica (MO)	2,00	5,67	3,67	8,00	7,67	1,67	1,33	3,00	3,67	7,33
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)			0,33	0,33	0,33			0,67		
Larga ripartizione ecologica (Lre)	0,33	1,00	1,00	1,00	1,33	0,00	0,33	1,00	0,33	1,33

4° Post lavori

	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)										
Limicoli (Lim, VTC, VB)	14,67	26,67	16,33	22,67	18,00	19,33	28,67	23,00	23,67	21,67
Sabulicoli (Sab, SFBC)	0,67	0,33	1,33	1,00	1,00	0,67	2,33	2,33	0,33	1,33
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	1,33	1,33	0,67	1,00	1,33	0,33	1,67	1,67	2,00	0,67
Fondi Mobili Instabili (MI)		0,67								
Minuticoli (Minut)	0,33	0,33					0,33	0,33		
Indicatori di Materia Organica (MO)	9,67	6,00	7,67	4,67	5,00	9,33	12,67	9,33	11,33	8,67
Substrato duro (AP, C, HP, Sd)	0,33	0,67	0,33	0,33	0,33		0,33	2,33	0,33	2,00
Larga ripartizione ecologica (Lre)	1,00	3,00	2,00	0,67	1,00	2,33	4,00	2,00	4,00	2,00

5° Post lavori

	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinv. in letter. (Sm)		0,33	0,33			0,33	0,33			0,33
Limicoli (Lim, VTC, VB)	29,67	34,33	24,33	18,33	13,67	24,33	19,67	26,33	23,33	24,67
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1,67	0,67	0,33	1,33	0,33	2,67	0,33	1,00	2,33	1,33
Misticoli (Mixt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC)	1,33	3,67	1,67	2,00	0,67	1,00	1,33	0,67		4,00
Fondi Mobili Instabili (MI)		0,33		0,33						
Minuticoli (Minut)		0,33	0,33	0,67	0,33			1,00	0,33	
Indicatori di Materia Organica (MO)	9,00	9,67	12,00	10,67	6,33	10,67	9,33	8,33	10,67	8,33
Substrato duro (C, Sd)	0,67	0,67	1,00	0,33		0,67	0,33	1,33	1,00	0,67
Larga ripartizione ecologica (Lre)	2,67	3,00	3,00	1,67	3,00	5,00	1,67	3,00	5,67	5,33

Tab. 3-XXXV – Continuo.

6° Post lavori	Sealine C							Controlli		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7
Substrato mobile non rinov. in letter. (Sm)										
Limicoli (Lim, VTC, VB)	16,67	29,67	28,00	17,33	22,00	23,33	29,33	21,33	24,33	17,00
Sabulicoli (Sab, SFBC)	2,67	3,00	3,67	2,67	2,33	1,00	0,67	2,67	1,67	2,33
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)	1,33	1,67	1,33	2,00	1,00	2,00	1,00	0,67	2,33	1,67
Fondi Mobili Instabili (MI)		0,33		0,33						
Minuticoli (Minut)	0,33		0,33						0,67	
Indicatori di Materia Organica (MO)	9,33	6,00	8,67	7,33	8,00	8,67	10,67	9,00	12,00	10,67
Substrato duro (C, Sd)			2,33							0,33
Larga ripartizione ecologica (Lre)	2,00	2,33	2,67	2,00	2,00	2,33	5,67	4,33	2,67	3,33

### 3.3.3. DOMINANZA

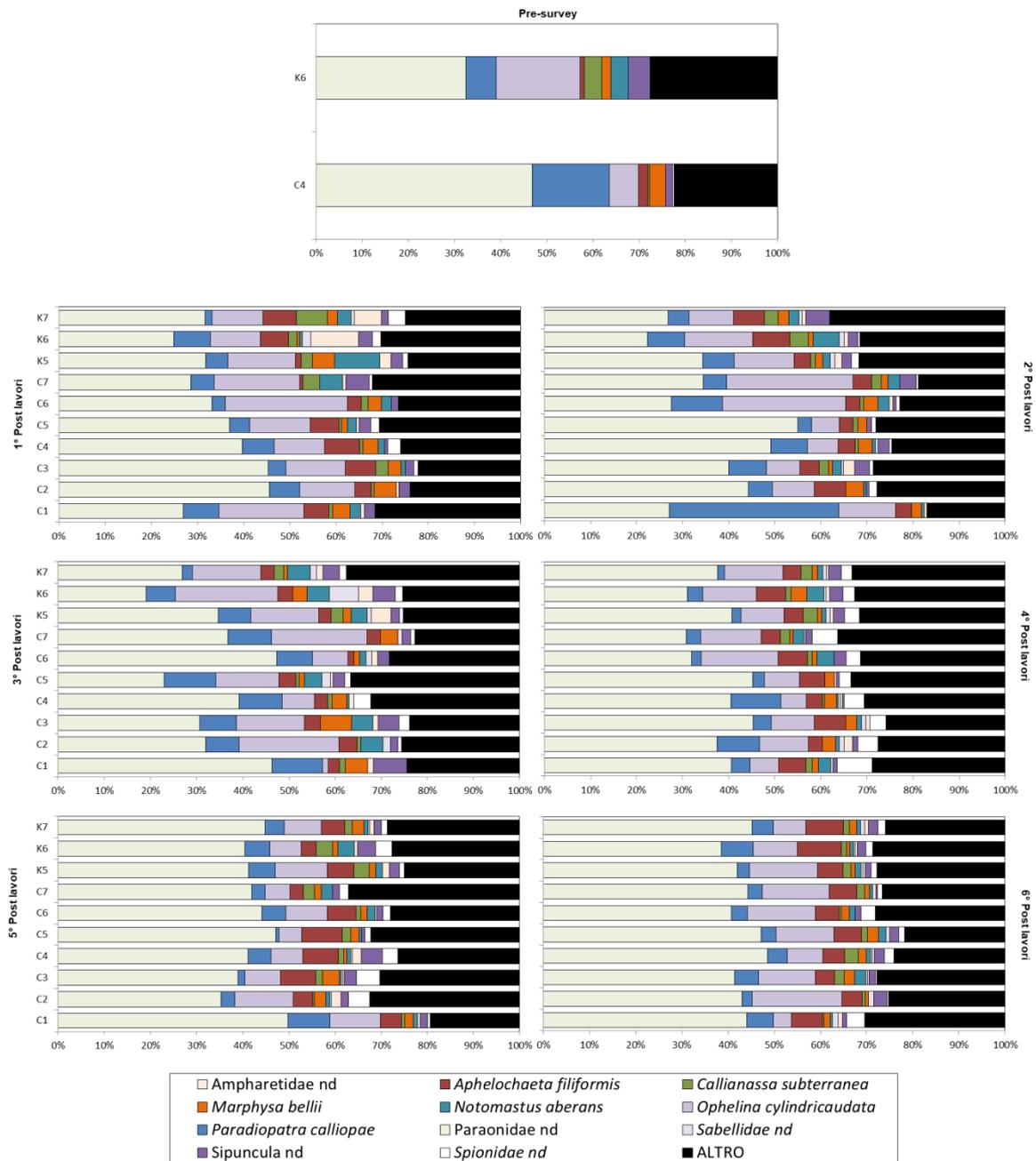
Per la rappresentazione grafica delle dominanze sono stati evidenziati gli 11 taxa che complessivamente hanno costituito tra il 69% (5° post lavori) e il 75% (pre-survey) delle comunità, includendo i rimanenti nella categoria “altro” (fig. 3.10).

Come riscontrato sin dal pre-survey, i policheti paraonidi sono risultati il taxon dominante in tutte le stazioni anche nell'estate 2018, con percentuali comprese tra 38,26% (K6) e 47,68% (C4). A seguire *O. cylindricaudata*, *P. calliope* e/o *A. filiformis*.

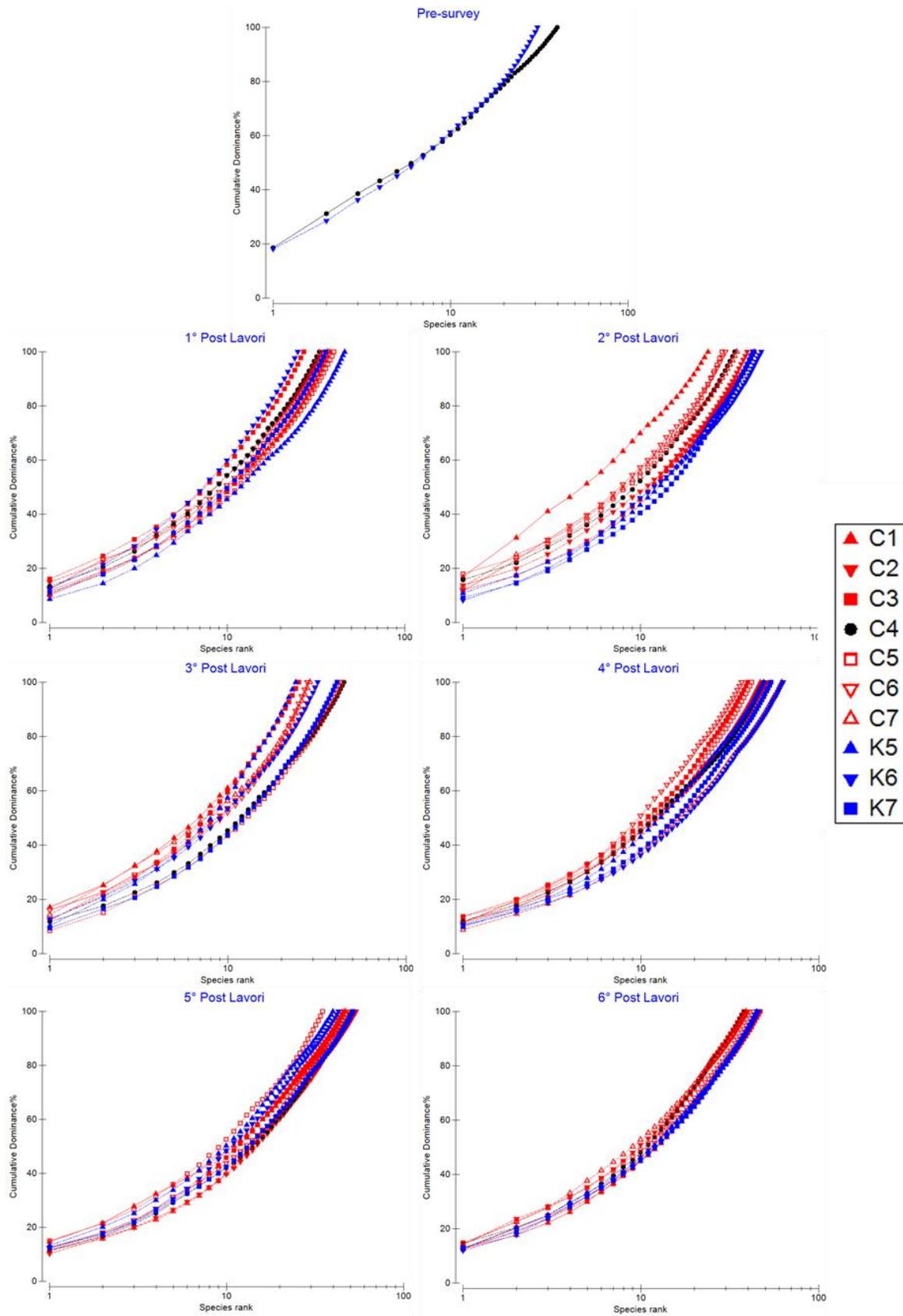
Come riscontrato in tutti i campionamenti precedenti, tutti gli altri taxa riportati in fig. 3.10 hanno presentato percentuali inferiori al 10%. La categoria “altro” è ancora una volta risultata discretamente rappresentata ovunque, con percentuali comprese tra 21,30% (C5) e 30,00% (C1).

Osservando nel complesso la fig. 3.10 è evidente che la situazione è rimasta abbastanza stabile, pur essendo lievemente aumentata l'importanza dei paraonidi, soprattutto ai controlli, e di *O. cylindricaudata*.

Sia le specie principali, sia quelle secondarie, sono risultate ripartite in modo simile nei popolamenti indagati, come evidenziato dall'andamento delle curve cumulative che, soprattutto nell'estate 2018, sono risultate estremamente sovrapposte le une alle altre (fig 3.11). Solo nel 2° survey post lavori di installazione si era leggermente distaccata la curva relativa al sito C2 per la maggiore dominanza delle tre specie principali rispetto alle altre stazioni.



**Fig. 3.10** - Valori percentuali di dominanza delle specie principali ottenuti nelle stazioni monitorate nell'intero periodo di indagine.



**Fig. 3.11** - Curve di dominanza cumulativa ottenute per le stazioni campionate nell'intero periodo di indagine.

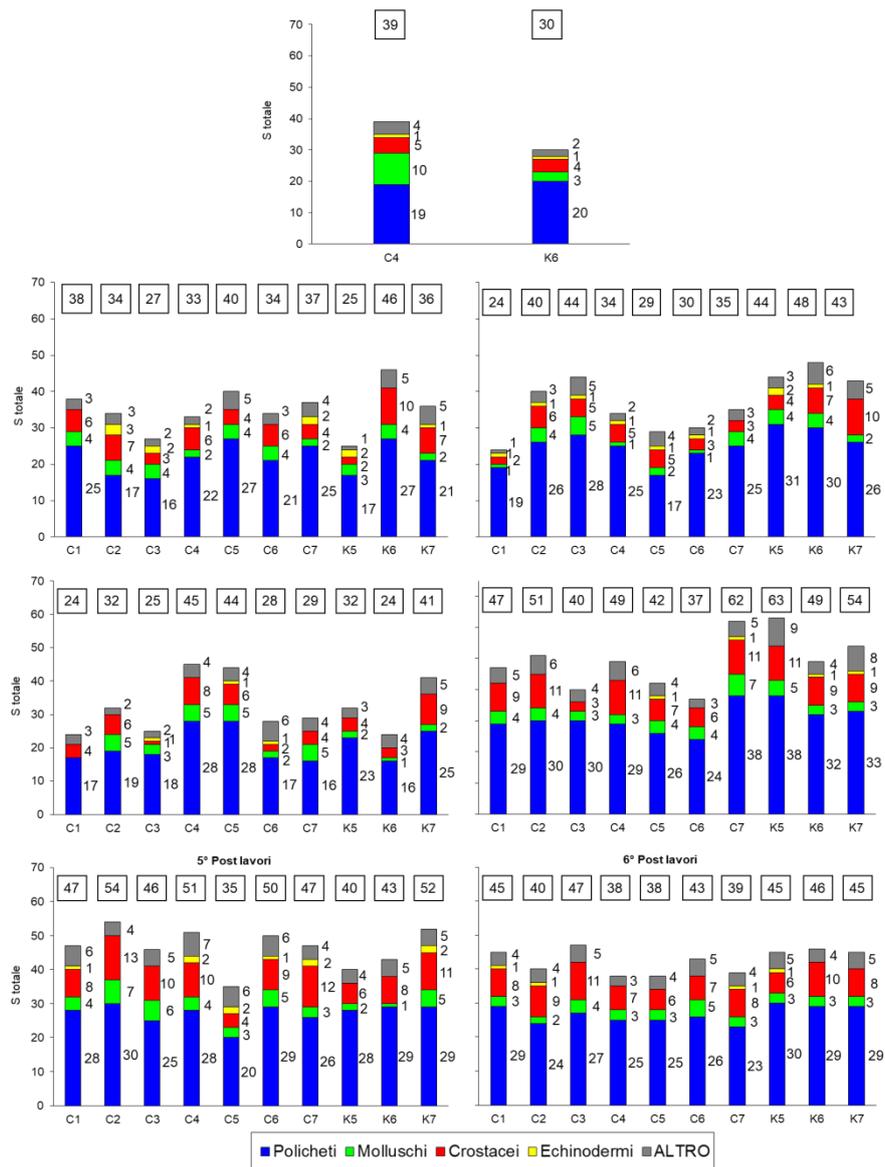
### 3.3.4. RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S)

Nell'estate 2018 sono stati rinvenuti complessivamente 83 taxa appartenenti principalmente a policheti, crostacei e molluschi come in precedenza (Tab. 3-XXXVI). Tenendo in considerazione solo la fase di post installazione, caratterizzata dallo stesso numero di stazioni campionate, dopo un decremento dal 1° al 3° survey e un esplosione di taxa nell'estate 2017, è avvenuta una riduzione piuttosto lineare che tende a indicare un processo di stabilizzazione delle comunità a fine periodo. Tale stabilizzazione è tanto più confermata dall'andamento dell'indice registrato nell'ultimo monitoraggio (fig. 3.12), quando è oscillato entro un range ristretto compreso tra 38 (C4 e C5) e 47 (C3). Nei survey precedenti l'intervallo dei valori era sempre risultato più ampio.

I policheti sono apparsi ancora una volta il gruppo più numeroso anche nelle singole stazioni, seguiti da crostacei e/o molluschi. Sono rimasti invece poco rappresentati gli echinodermi, censiti unicamente in C1 e C2, C7 e K5.

**Tab. 3-XXXVI** – Ripartizione secondo il phylum di appartenenza e totale dei taxa rinvenuti nei survey condotti prima (PS) e dopo (PL) l'installazione del sea-line.

	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
Briozoi		2	1	1	2	4	1
Cnidari		3	1	3	5	4	2
Crostacei	6	26	19	21	31	29	20
Echinodermi	2	4	2	2	1	4	1
Molluschi	10	13	12	14	14	15	9
Nemertini	1	1	1	1	1	1	1
Pantopodi			1	1	1		
Platelminti		1			1		
Policheti	31	55	58	51	63	48	47
Poriferi					1		
Sipunculidi	3	4	4	3	3	3	2
<b>Totale</b>	<b>53</b>	<b>109</b>	<b>99</b>	<b>97</b>	<b>123</b>	<b>108</b>	<b>83</b>



**Fig. 3.12** - Ripartizione secondo il phylum di appartenenza delle specie rinvenute nelle singole stazioni campionate nell'intero periodo di indagine. Sono anche riportati i valori della Ricchezza specifica totale ottenuti per i vari siti (riquadri).

### 3.3.5. RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA ( $S_M$ )

Anche la Ricchezza specifica media relativa all'ultimo monitoraggio ha presentato un andamento piuttosto lineare e valori molto simili tra l'area interessata dalla presenza della condotta e i controlli, essendo compresa tra  $23,67 \pm 2,73$  (C2, valore praticamente identico a quello di C7:  $23,67 \pm 2,96$ ) e  $27,67 \pm 0,67$  (C1) e tra  $25,00 \pm 0,58$  (K7; in K5  $25,00 \pm 1,73$ ) e  $28,67 \pm 0,88$  (K6; fig. 3.13).

Rispetto ai campionamenti precedenti si è assistito anche per questo indice a una notevole omogeneizzazione, mentre precedentemente erano state sempre rilevate delle oscillazioni a

volte piuttosto importanti, soprattutto lungo il transetto.

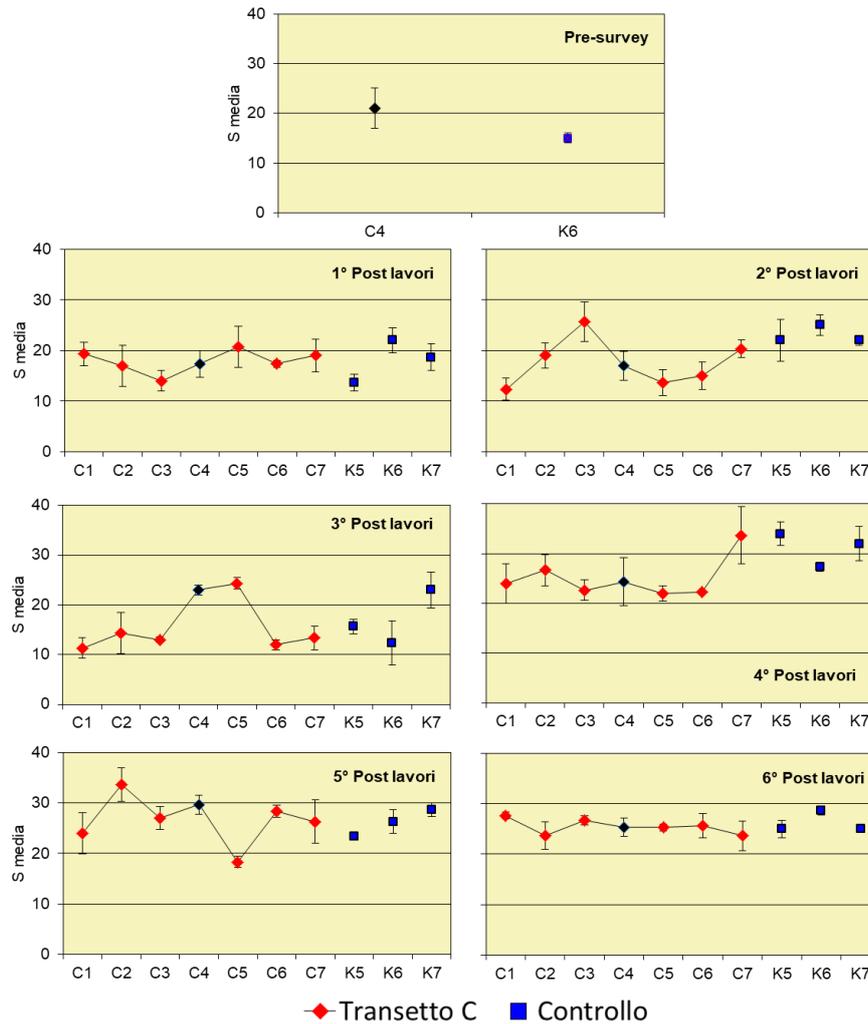


Fig. 3.13 - Ricchezza specifica media ( $\pm$  e.s.) registrata nell'intero periodo di indagine.

### 3.3.6. DIVERSITÀ SPECIFICA ( $H'$ )

Per la Diversità specifica (fig. 3.14) valgono le stesse considerazioni fatte per gli indici già descritti. L'andamento ottenuto lungo il transetto nell'estate 2018 è apparso piuttosto regolare a differenza di quanto osservato nei monitoraggi precedenti e i valori, variabili tra  $2,181 \pm 0,117$  (C7) e  $2,435 \pm 0,188$  (C1), tutti compresi nell'intervallo dei controlli ( $2,271 \pm 0,086 \leq H' \leq 2,476 \pm 0,129$ ).

Le variazioni osservate nel tempo sono state sempre una conseguenza delle oscillazioni dei tre taxa principali (Paraonidae nd *O. cylindricaudata*, e *P. calliopae*).

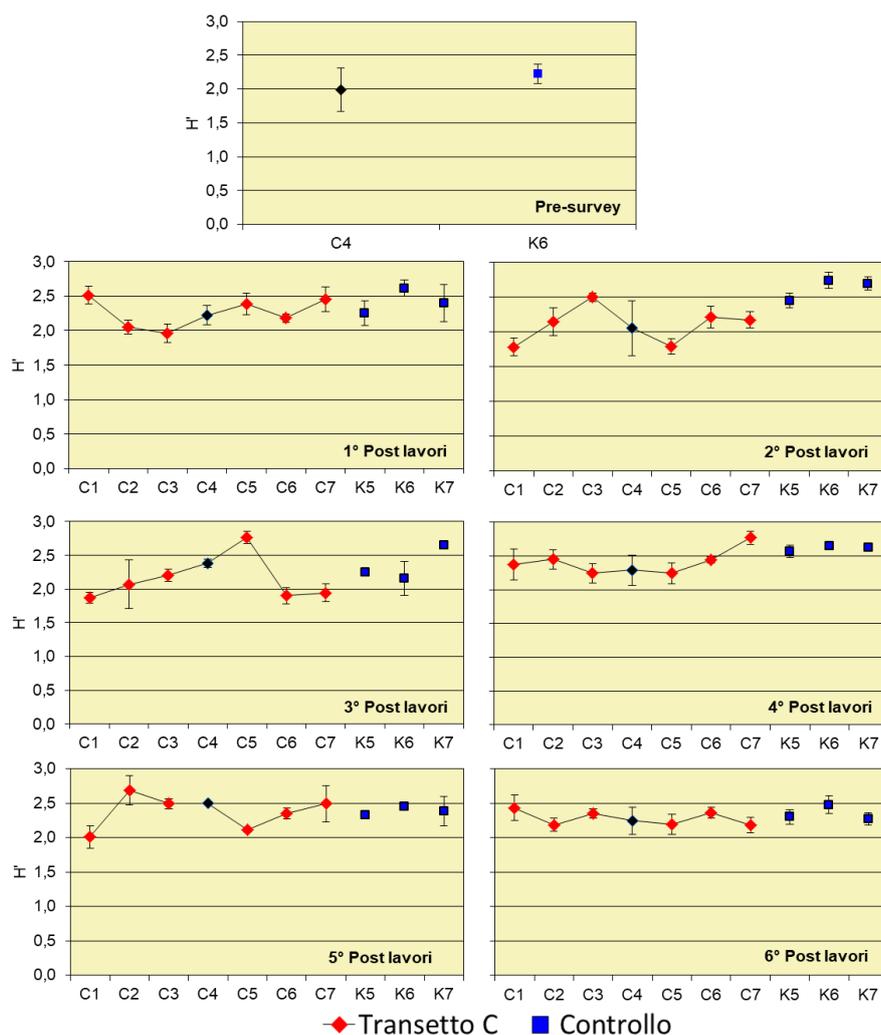
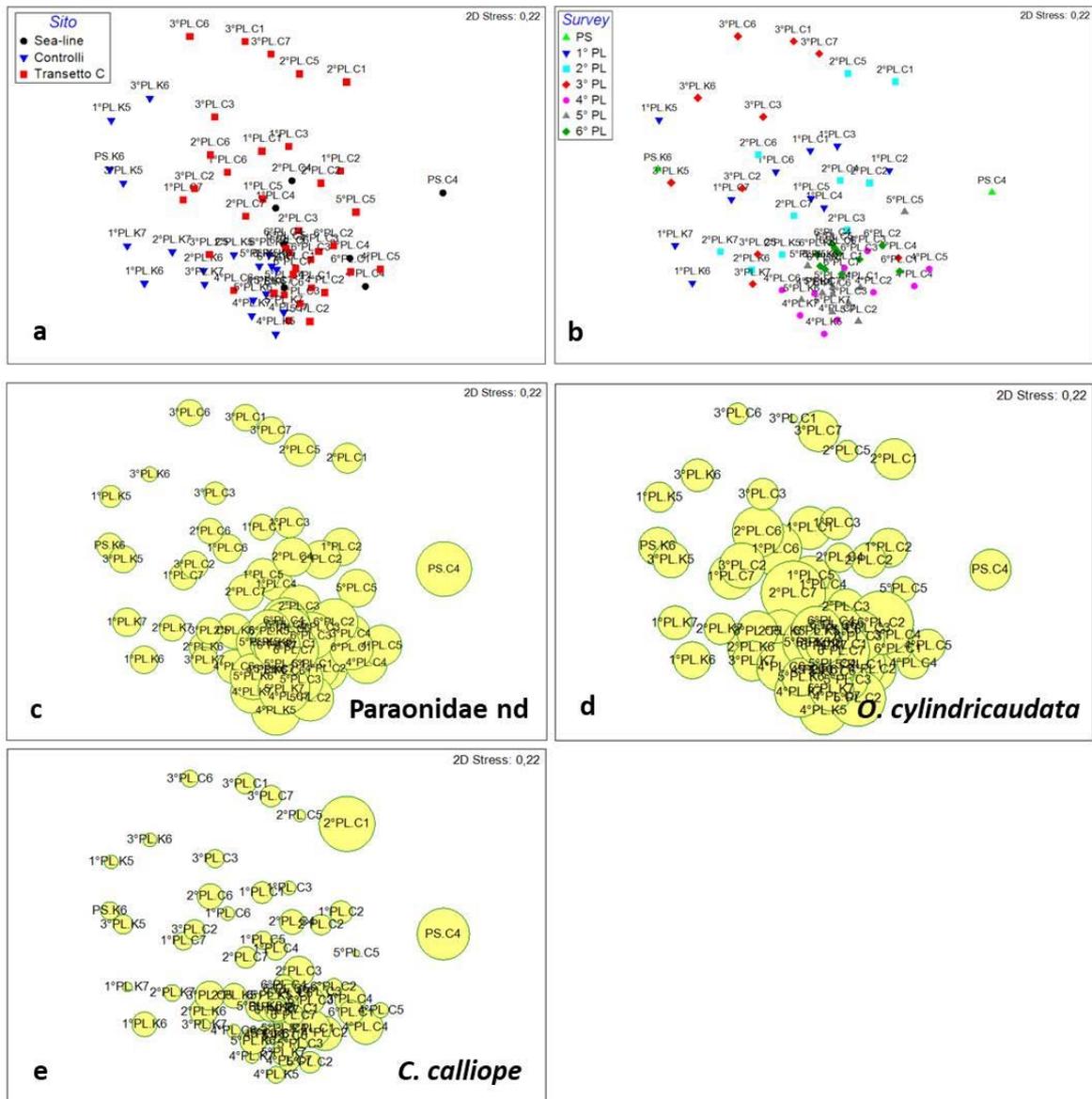


Fig. 3.14 - Diversità specifica ( $\pm$  e.s.) registrata nell'intero periodo di indagine.

### 3.3.7. MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS)

Il MultiDimensional Scaling applicato ai dati di densità dei singoli taxa campionati nell'intero periodo di indagine ha messo in evidenza un cambiamento nei popolamenti bentonici che ha interessato sia l'area della condotta sottomarina, sia i controlli. Infatti, le stazioni campionate a partire dal pre-survey sino al 3° monitoraggio post lavori di installazione appaiono piuttosto distanziate tra loro e dislocate nella porzione superiore del plot (figg. 3.15a e 3.15b), mentre i siti degli ultimi tre campionamenti sono piuttosto ravvicinati tra loro e posizionati nella parte inferiore della rappresentazione grafica. I taxa principali discussi in precedenza sono in grado di fornire una spiegazione a tale andamento. Infatti, i paraonidi e *O. cylindricaudata* (figg. 3.15c e 3.15d) sono leggermente aumentati negli ultimi tre periodi. Le densità di *C. calliope*, invece, sono rimaste più stabili nel tempo ma hanno determinato il distacco di C4 campionato nel pre-survey. Anche questa analisi tende ad indicare il raggiungimento di una certa stabilità a fine periodo di

monitoraggio.



**Fig. 3.15** – Rappresentazione bidimensionale dei siti campionati nell'intero periodo di osservazione tramite il metodo del MultiDimensional Scaling. I cerchi gialli indicano i quantitativi in termini di densità dei singoli taxa.

### 3.3.8. VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE

#### 3.3.8.1 Indice W di Clarke

L'indice W di Clarke calcolato per l'estate 2018 ha evidenziato rispetto all'inverno un lieve peggioramento sia lungo il transetto che nei controlli essendo aumentato il numero di siti caratterizzati da un disturbo moderato, senza tuttavia differenze tra i due gruppi di stazioni (Tab. 3-XXXII). Questo indice ha mostrato lievi fluttuazioni nel tempo variando tra leggermente e moderatamente disturbato. Rispetto al pre-survey a fine periodo il sito

C4 corrispondente alla condotta non ha presentato variazioni, mentre è leggermente peggiorato il controllo K6.

**Tab. 3-XXXII** – Valori dell'indice W di Clarke ottenuti per i siti monitorati nell'intero periodo.

	Stazione	W	Classificazione ambientale		Stazione	W	Classificazione ambientale
PS	C4	0,210	Moderatamente disturbato				
	K6	0,300	Leggermente disturbato				
1° Post lavori	C1	0,390	Leggermente disturbato	2° Post lavori	C1	0,021	Moderatamente disturbato
	C2	0,402	Leggermente disturbato		C2	0,223	Moderatamente disturbato
	C3	0,595	Leggermente disturbato		C3	0,388	Leggermente disturbato
	C4	0,296	Moderatamente disturbato		C4	0,369	Leggermente disturbato
	C5	0,273	Moderatamente disturbato		C5	0,446	Leggermente disturbato
	C6	0,285	Moderatamente disturbato		C6	0,308	Leggermente disturbato
	C7	0,342	Leggermente disturbato		C7	0,270	Moderatamente disturbato
	K5	0,606	Leggermente disturbato	K5	0,332	Leggermente disturbato	
	K6	0,336	Leggermente disturbato	K6	0,358	Leggermente disturbato	
	K7	0,402	Leggermente disturbato	K7	0,360	Leggermente disturbato	
3° Post lavori	C1	0,417	Leggermente disturbato	4° Post lavori	C1	0,279	Moderatamente disturbato
	C2	0,316	Leggermente disturbato		C2	0,296	Moderatamente disturbato
	C3	0,556	Leggermente disturbato		C3	0,291	Moderatamente disturbato
	C4	0,409	Leggermente disturbato		C4	0,365	Leggermente disturbato
	C5	0,517	Leggermente disturbato		C5	0,440	Leggermente disturbato
	C6	0,509	Leggermente disturbato		C6	0,367	Leggermente disturbato
	C7	0,382	Leggermente disturbato		C7	0,485	Leggermente disturbato
	K5	0,339	Leggermente disturbato	K5	0,320	Leggermente disturbato	
	K6	0,390	Leggermente disturbato	K6	0,357	Leggermente disturbato	
	K7	0,509	Leggermente disturbato	K7	0,410	Leggermente disturbato	
5° Post lavori	C1	0,334	Leggermente disturbato	6° Post lavori	C1	0,256	Moderatamente disturbato
	C2	0,307	Leggermente disturbato		C2	0,286	Moderatamente disturbato
	C3	0,276	Moderatamente disturbato		C3	0,249	Moderatamente disturbato
	C4	0,248	Moderatamente disturbato		C4	0,277	Moderatamente disturbato
	C5	0,449	Leggermente disturbato		C5	0,321	Leggermente disturbato
	C6	0,219	Moderatamente disturbato		C6	0,182	Moderatamente disturbato
	C7	0,442	Leggermente disturbato		C7	0,298	Moderatamente disturbato
	K5	0,133	Moderatamente disturbato	K5	0,296	Moderatamente disturbato	
	K6	0,235	Moderatamente disturbato	K6	0,210	Moderatamente disturbato	
	K7	0,374	Leggermente disturbato	K7	0,260	Moderatamente disturbato	

### 3.3.8.2 Indice AMBI

L'indice AMBI ha fornito risultati più ottimistici rispetto a W come in tutti i monitoraggi precedenti, confermando anche nell'estate 2018 un disturbo lieve ovunque (Tab. 3-XXXIII). L'AMBI è stato sempre molto coerente; solo nei primi tre survey post lavori erano state rilevate delle situazioni di non disturbo. Per quanto riguarda il contributo delle diverse categorie di taxa proposte dall'indice, negli ultimi due monitoraggi è stata riscontrata una situazione del tutto analoga a quella del pre-survey con una preponderanza del III gruppo ecologico (specie tolleranti a un eccessivo arricchimento organico), seguito dal I gruppo (specie sensibili). Nei restanti periodi aveva prevalso, con rare eccezioni, il II gruppo (organismi indifferenti all'arricchimento organico).

**Tab. 3-XXXIII** – Suddivisione percentuale nei 5 gruppi ecologici (I = specie molto sensibili; II = specie indifferenti all’arricchimento organico; III = specie tolleranti; IV = specie opportuniste di II ordine; V = specie opportuniste di I ordine) delle specie rinvenute nei siti monitorati nei survey condotti sinora e classificazione del disturbo ambientale secondo l’indice AMBI. In giallo è riportato il gruppo ecologico più rappresentativo in ciascuna stazione.

	Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale
PS	C4	34,50	12,80	51,00	1,70	0	1,80	Leggermente disturbato
	K6	41,30	7,70	47,10	1,90	1,90	1,73	Leggermente disturbato
1° Post lavori	C1	43,75	40,63	10,94	3,91	0,78	1,16	Non disturbato
	C2	30,99	57,31	9,94	1,75	0	1,24	Leggermente disturbato
	C3	28,83	54,05	15,32	1,80	0	1,35	Leggermente disturbato
	C4	24,67	53,33	19,33	1,33	1,33	1,52	Leggermente disturbato
	C5	31,88	51,25	15,63	0,63	0,63	1,30	Leggermente disturbato
	C6	36,69	48,20	12,23	1,44	1,44	1,24	Leggermente disturbato
	C7	39,01	42,55	13,48	1,42	3,55	1,32	Leggermente disturbato
	K5	28,24	50,59	17,65	0	3,53	1,50	Leggermente disturbato
	K6	33,97	51,92	12,18	1,92	0	1,23	Leggermente disturbato
K7	25,00	51,56	22,66	0	0,78	1,50	Leggermente disturbato	
2° Post lavori	C1	57,23	36,42	6,36	0	0	0,74	Non disturbato
	C2	27,84	58,52	10,80	2,27	0,57	1,34	Leggermente disturbato
	C3	30,61	51,43	13,06	1,22	3,67	1,44	Leggermente disturbato
	C4	24,85	60,87	11,18	1,86	1,24	1,41	Leggermente disturbato
	C5	17,17	68,69	14,14	0	0	1,46	Leggermente disturbato
	C6	41,67	43,94	11,36	2,27	0,76	1,15	Non disturbato
	C7	39,00	48,00	11,50	0,50	1,00	1,15	Non disturbato
	K5	34,38	50,52	13,54	1,56	0	1,23	Leggermente disturbato
	K6	31,53	43,35	19,70	2,46	2,96	1,53	Leggermente disturbato
K7	36,64	45,80	13,74	2,29	1,53	1,29	Leggermente disturbato	
3° Post lavori	C1	24,69	64,20	7,41	3,70	0	1,35	Leggermente disturbato
	C2	40,48	42,06	12,70	3,18	1,59	1,25	Leggermente disturbato
	C3	31,87	50,55	17,58	0	0	1,29	Leggermente disturbato
	C4	28,11	55,30	12,44	4,15	0	1,39	Leggermente disturbato
	C5	36,81	41,72	17,18	3,68	0,61	1,34	Leggermente disturbato
	C6	34,62	61,54	3,85	0	0	1,04	Non disturbato
	C7	39,81	49,52	7,77	1,94	0,97	1,12	Non disturbato
	K5	37,72	48,25	12,28	0,88	0,88	1,18	Non disturbato
	K6	49,23	38,46	12,31	0	0	0,95	Non disturbato
K7	31,94	43,75	17,36	6,94	0	1,49	Leggermente disturbato	
4° Post lavori	C1	18,00	51,40	25,20	5,00	1	1,78	Leggermente disturbato
	C2	31,00	51,70	14,80	2,20	0,40	1,34	Leggermente disturbato
	C3	23,60	55,80	16,80	4	0	1,51	Leggermente disturbato
	C4	30,60	56,50	11,60	1,30	0	1,25	Leggermente disturbato
	C5	21,80	57,50	16,60	4,10	0	1,55	Leggermente disturbato
	C6	30,80	43,60	22,10	3	1	1,49	Leggermente disturbato
	C7	30,20	41,70	22,20	5,60	0,30	1,56	Leggermente disturbato
	K5	23,60	54,10	17,50	3,80	1,00	1,57	Leggermente disturbato
	K6	28,50	42,70	23,40	4	1	1,61	Leggermente disturbato
K7	27,60	50,40	16,50	5,10	0	1,51	Leggermente disturbato	
5° Post lavori	C1	28,09	9,57	60,19	2,16	0	2,05	Leggermente disturbato
	C2	30,15	11,08	53,23	4,31	1,23	2,03	Leggermente disturbato
	C3	18,08	15,13	60,89	5,17	0,74	2,33	Leggermente disturbato
	C4	25,19	9,92	59,54	3,82	1,53	2,20	Leggermente disturbato
	C5	17,68	14,02	67,07	1,22	0	2,28	Leggermente disturbato
	C6	22,79	11,57	62,59	2,38	0,68	2,20	Leggermente disturbato
	C7	21,30	15,28	56,94	5,09	1,39	2,25	Leggermente disturbato
	K5	27,86	10,00	59,29	1,79	1,07	2,07	Leggermente disturbato
	K6	25,87	9,09	61,19	2,80	1,05	2,16	Leggermente disturbato
K7	24,29	12,62	59,94	1,89	1,26	2,15	Leggermente disturbato	

Tab. 3-XXXIII – Continuo.

	Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale
6° Post lavori	C1	26,50	12,20	59,60	1,70	0	2,05	Leggermente disturbato
	C2	35,00	11,20	53,40	0,40	0	1,79	Leggermente disturbato
	C3	28,80	13,40	56,50	1,00	0,30	1,96	Leggermente disturbato
	C4	22,80	11,40	64,10	1,70	0	2,17	Leggermente disturbato
	C5	25,30	11,60	62,20	0,80	0	2,08	Leggermente disturbato
	C6	28,20	13,70	56,00	1,70	0,40	1,99	Leggermente disturbato
	C7	27,80	8,80	61,40	2,00	0	2,06	Leggermente disturbato
	K5	24,90	9,90	62,70	2,10	0,40	2,15	Leggermente disturbato
	K6	27,30	12,50	57,60	2,30	0,40	2,04	Leggermente disturbato
	K7	23,40	11,90	62,70	1,60	0,40	2,16	Leggermente disturbato

### 3.3.8.3 Indice BENTIX

L'indice BENTIX nell'estate 2018 ha classificato come leggermente disturbati i siti C2 e C3 mentre tutte le restanti stazioni, inclusi i controlli, sono risultate moderatamente impattate (Tab. 3-XXXIV).

Tab. 3-XXXIV – Valori dell'indice BENTIX ottenuti per i siti monitorati nell'intero periodo.

	Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale				
PS	C4	3,61	Leggermente disturbato				
	K6	3,92	Leggermente disturbato				
1° Post lavori	C1	3,95	Leggermente disturbato	2° Post lavori	C1	4,38	Leggermente disturbato
	C2	3,57	Leggermente disturbato		C2	3,42	Moderatamente disturbato
	C3	3,41	Moderatamente disturbato		C3	3,40	Moderatamente disturbato
	C4	3,26	Moderatamente disturbato		C4	3,32	Moderatamente disturbato
	C5	3,64	Leggermente disturbato		C5	3,20	Moderatamente disturbato
	C6	3,76	Leggermente disturbato		C6	4,09	Leggermente disturbato
	C7	3,93	Leggermente disturbato		C7	3,95	Leggermente disturbato
	K5	3,61	Leggermente disturbato		K5	3,59	Leggermente disturbato
3° Post lavori	K6	3,73	Leggermente disturbato	K6	3,80	Leggermente disturbato	
	K7	3,54	Leggermente disturbato	K7	3,90	Leggermente disturbato	
	C1	3,49	Moderatamente disturbato	4° Post lavori	C1	3,03	Moderatamente disturbato
	C2	3,64	Leggermente disturbato		C2	3,56	Leggermente disturbato
	C3	3,85	Leggermente disturbato		C3	3,12	Moderatamente disturbato
	C4	3,33	Moderatamente disturbato		C4	3,68	Leggermente disturbato
	C5	3,98	Leggermente disturbato		C5	3,30	Moderatamente disturbato
	C6	3,64	Leggermente disturbato		C6	3,47	Moderatamente disturbato
C7	3,87	Leggermente disturbato	C7		3,43	Moderatamente disturbato	
K5	3,88	Leggermente disturbato	K5		3,32	Moderatamente disturbato	
5° Post lavori	K6	4,12	Leggermente disturbato	K6	3,44	Moderatamente disturbato	
	K7	3,69	Leggermente disturbato	K7	3,44	Moderatamente disturbato	
	C1	3,37	Moderatamente disturbato	6° Post lavori	C1	3,10	Moderatamente disturbato
	C2	3,43	Moderatamente disturbato		C2	3,60	Leggermente disturbato
	C3	3,32	Moderatamente disturbato		C3	3,51	Leggermente disturbato
	C4	3,19	Moderatamente disturbato		C4	3,27	Moderatamente disturbato
	C5	2,96	Moderatamente disturbato		C5	3,28	Moderatamente disturbato
	C6	3,23	Moderatamente disturbato		C6	3,26	Moderatamente disturbato
C7	3,16	Moderatamente disturbato	C7		3,21	Moderatamente disturbato	
K5	3,49	Moderatamente disturbato	K5		3,22	Moderatamente disturbato	
K6	3,28	Moderatamente disturbato	K6	3,29	Moderatamente disturbato		
K7	3,34	Moderatamente disturbato	K7	3,06	Moderatamente disturbato		

Si evidenzia dunque un lieve miglioramento rispetto all'inverno precedente. Nel pre-survey sia C4 che K6 erano stati classificati come leggermente disturbati ed entrambi hanno mostrato, a fine periodo, il medesimo, lieve peggioramento.

### 3.3.8.4 Stato ecologico

In Tab. 3-XXXV è riportato lo stato ecologico derivato dalla combinazione dei tre indici per l'intero periodo di indagine.

Nell'ultimo monitoraggio le stazioni sul transetto hanno presentato uno stato tra buono/moderato e moderato, i controlli moderato, indicando comunque una buona omogeneità tra i due gruppi di siti; pertanto, non si ravvedono situazioni di criticità determinate dalla presenza della condotta. Rispetto al pre-survey è avvenuto un peggioramento sia in C4 che in K6, più accentuato nel riferimento.

**Tab. 3-XXXV** - Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione dei tre differenti indici.

		W	AMBI	BENTIX	Stato ecologico
		Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	
PS	C4	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	K6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
1° Post lavori	C1	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
	C2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	C3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	C4	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	C5	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	C6	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	C7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
2° Post lavori	K5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	C1	Moderatamente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
	C2	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	C3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	C4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
3° Post lavori	C5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	C6	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
	C7	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K6	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	4° Post lavori	C1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato
C2		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
C3		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
C4		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
C5		Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
C6		Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
C7		Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
4° Post lavori	K5	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K6	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
	K7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
	C1	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	C2	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	C3	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	C4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
C5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
C6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
C7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
4° Post lavori	K5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	K6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	K7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato

Tab. 3-XXXV - Continuo.

		W	AMBI	BENTIX	Stato ecologico
		Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	
5° Post lavori	C1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	C2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	C3	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	C4	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	C5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	C6	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	C7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
6° Post lavori	K5	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	K6	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	K7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
	C1	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	C2	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	C3	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
	C4	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
C5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato	
C6	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato	
C7	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato	
	K5	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	K6	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
	K7	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato

## 4. CONCLUSIONI

In riferimento al Decreto n. 0000222 del 09/09/2014 emesso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-IRBIM di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l'installazione della piattaforma Bonaccia NW e della condotta sottomarina collegante tale struttura alla piattaforma Bonaccia. Gli aspetti indagati contemplati in tale monitoraggio sono stati scelti in base: a) alle specifiche riportate nel Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; b) alle prescrizioni dell'ARPAM; c) alle conoscenze acquisite dal CNR-IRBIM di Ancona a partire dalla sua costituzione (1969) nel campo dell'oceanografia e della biologia marina in Adriatico e negli altri mari italiani; d) alle numerose esperienze effettuate dal CNR-IRBIM dal 1998 ad oggi presso altri impianti di estrazione off-shore installati in alto e medio Adriatico su diverse tipologie di fondale da 20 a 85 m di profondità (Regina, Anemone, Annalisa, Barbara NW, Calpurnia, Naomi-Pandora, PCMS-1, Calipso, Clara Est, Clara Nord, Naide, Tea, Annamaria B, pozzi sottomarini Bonaccia EST 2&3, Fauzia, Elettra; Fabi *et al.*, 2001a; 2001b; 2002; 2003; 2004; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015; 2016; 2017; 2019a; 2019b; 2020); d) alle caratteristiche idrologiche e sedimentologiche della zona in cui è installata Bonaccia NW.

Per la condotta sottomarina collegante le piattaforme Bonaccia NW e Bonaccia è stato proposto un monitoraggio comprendente indagini riguardanti i sedimenti (granulometria, IPA, idrocarburi totali, metalli pesanti, sostanza organica, TOC, ecotossicologia, bioaccumulo) e la composizione quali-quantitativa della comunità bentonica.

Il monitoraggio comprende 3 fasi:

- a. fase precedente alla posa in opera (pre-survey);
- b. fase di esercizio;
- c. fase di fine esercizio.

Data la lunghezza limitata del sea-line (2,5 km) le indagini sono state svolte lungo un transetto intersecante la struttura lungo il quale sono state posizionate a distanze crescenti 7 stazioni di campionamento e in tre controlli.

Nella presente relazione conclusiva sono riportati i risultati ottenuti nel periodo di indagine compreso tra il pre-survey e il 3° anno della fase di produzione della struttura (2018).

**Caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti** – Nell'indagine precedente ai lavori di installazione del sea-line era emersa una prevalenza della frazione sabbiosa. Nel tempo le

tre componenti granulometriche principali (sabbia, silt e argilla), hanno subito delle variazioni sia lungo il transetto che ai controlli e, a fine periodo, nell'area circostante la condotta sottomarina quasi tutti i sedimenti sono risultati costituiti da Loam (percentuali comparabili di sabbia, silt e argilla); i controlli e un sito a 100 m dalla struttura sono stati invece classificati come sabbia siltosa.

Le concentrazioni dei contaminanti organici (IPA e Idrocarburi totali) sono sempre state molto basse e spesso inferiori al limite di quantificazione, e comunque del tutto confrontabili tra tutti i siti indagati, indicando che la condotta non ha alcun ruolo nella loro distribuzione.

Anche i metalli pesanti hanno in generale presentato concentrazioni tendenzialmente basse o comunque in linea con i controlli. La maggior parte degli elementi per cui esiste un Livello chimico nazionale di riferimento (LCRN; DM 173/2016) è stata sempre inferiore a tale limite, spesso in modo molto accentuato.

Anche nell'ultimo survey le concentrazioni della maggior parte metalli sono risultate complessivamente modeste e prive di anomalie. Si sottolineano tuttavia tre casi specifici: il primo riguarda il cromo i cui tenori sono apparsi maggiori nell'area circostante la struttura rispetto ai riferimenti come in quasi tutto il periodo di indagine, con il superamento dell'LCRN in tre siti del transetto. E' comunque da rilevare che il superamento di tale limite era avvenuto anche precedentemente e anche nei siti di controllo. Una considerazione del tutto analoga a quella del cromo va fatta anche per il nichel. Questo metallo, seppur nel complesso sia stato caratterizzato da valori modesti, ha mostrato la tendenza a essere maggiore lungo il transetto rispetto ai controlli sin dal pre-survey, quando l'LCRN era stato superato sia al controllo sia, più abbondantemente, nell'area della futura condotta. Pertanto, il superamento del Limite nell'ultimo survey lungo il transetto non deve destare particolare preoccupazione non essendo necessariamente correlabile alla struttura.

Infine, merita un cenno anche il bario che, pur non avendo mai mostrato tenori elevati in valore assoluto, ha sempre esibito concentrazioni maggiori lungo il transetto rispetto ai controlli. Tale differenza era stata già evidenziata nel pre-survey quando il tenore del metallo nell'area del futuro sea-line era risultato quasi doppio rispetto al controllo, ma è aumentata a seguito della posa. Nel complesso le concentrazioni rilevate nell'intero periodo sono risultate basse e non sufficienti per delineare uno stato di contaminazione dell'area, ma indicano un leggero disturbo dovuto alla presenza del sea-line.

La sostanza organica è rimasta nel tempo relativamente modesta e quasi sempre maggiore

nell'area attorno alla condotta sottomarina. In tutto il periodo si è registrata sostanzialmente una sola anomalia a 60 m dal se-line verso SW (sito C2) nell'inverno 2018. Infine, i tenori di TOC rilevati lungo il transetto sono rimasti in linea con quelli dei controlli per tutta la durata dello studio eccetto l'ultimo monitoraggio quando è stato registrato un incremento solo nell'area del sea-line, pertanto relazionabile alla presenza della struttura. Comunque, le concentrazioni raggiunte sono del tutto confrontabili con alcune registrate nelle stazioni di riferimento nei monitoraggi precedenti.

Alla luce di tutti i risultati ottenuti è possibile affermare che la presenza della condotta sottomarina oggetto del monitoraggio non ha alterato le caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti circostanti.

**Ecotossicologia dei sedimenti** – Nell'intero periodo di indagine non è stata rilevata alcuna tossicità nei confronti di *Dunaliella tertiolecta*, *Vibrio fischeri* e *Corophium orientale*, se si esclude per quest'ultimo organismo una tossicità bassa osservata in un sito a 60 m dalla condotta (C2) e nel controllo K6 nel 2° survey post lavori di installazione.

Per quanto concerne *Crassostrea gigas*, invece, il test condotto dopo l'installazione del sea-line ha sempre rilevato la presenza di tossicità bassa in tutte o quasi tutte le stazioni, controllo incluso. La presenza di tale fenomeno anche nel sito di riferimento in tutto il periodo post lavori (eccetto in inverno 2017) esclude un ruolo da parte della struttura anche se lo stato in corrispondenza al sea-line è leggermente peggiorato nell'ultimo monitoraggio.

La ricerca di metalli pesanti nei policheti appartenenti alla specie *Hediste diversicolor* ha evidenziato un bioaccumulo di arsenico nei due siti a 60 m dalla condotta (dove è stato accumulato anche mercurio) e al controllo, di bario presso la condotta e di magnesio nel sito di riferimento, presso il sea-line e nella stazione C6, indicando un peggioramento per questi metalli rispetto ai monitoraggi precedenti. E' stato rilevato invece un miglioramento per quanto riguarda il nichel che, per la prima volta, non è stato bioaccumulato, e per il mercurio relativamente al numero di siti coinvolti nel bioaccumulo. Comunque, per la maggior parte dei metalli ricercati non è mai stato evidenziato bioaccumulo indicando la predominanza delle loro forme non biodisponibili.

**Comunità bentonica** – Come riscontrato in tutti i survey sinora condotti, anche nell'ultimo i popolamenti rinvenuti in tutta l'area investigata sono apparsi caratterizzati da taxa tipici di fondo mobile, in particolare organismi limicoli, sempre seguiti da specie indicatrici della presenza di materia organica nei sedimenti. Le restanti categorie biocenotiche sono risultate ancora una volta poco rappresentate. In tutte le stazioni hanno

sempre prevalso i policheti, seguiti da molluschi e/o crostacei, mentre gli echinodermi sono stati sempre poco presenti; nell'ultimo survey, infatti, è stato rinvenuto, solo in pochi siti, esclusivamente l'oloturoideo *Labidoplax digitata*, anch'esso tipico di fondali fangosi appartenendo alla Biocenosi dei fanghi terrigeni costieri.

Nell'intero periodo di indagine la composizione dei popolamenti è risultata abbastanza simile essendo i taxa predominanti sempre gli stessi, pur con delle oscillazioni percentuali; si tratta dei policheti *O. cylindricaudata* e *P. calliopae*, specie sensibili a situazioni di stress e dei paraonidi e *A. filiformis*, taxa invece tolleranti, che da soli hanno costituito ovunque più del 50% dei popolamenti bentonici, arrivando sino al 79% nel 2° post lavori in corrispondenza del sito C1, posizionato a 100 m di distanza dalla condotta sottomarina in direzione SW.

Analizzando nel complesso quanto osservato, è emerso un processo evolutivo dei popolamenti dopo l'installazione della condotta che, a fine periodo, ha portato tutti gli indici biotici, precedentemente caratterizzati da andamenti discordanti, al più alto grado di omogeneità tra l'area interessata dalla presenza del sea-line e i controlli.

Tale omogeneità è stata confermata applicando ai dati di densità raccolti nell'intero periodo l'analisi multivariata multidimensional scaling.

Anche i tre indici utilizzati per giungere a un giudizio complessivo dello stato ambientale non hanno rilevato differenze tra transetto e controlli, classificando lo stato ambientale a fine periodo tra buono/moderato e moderato lungo il transetto e moderato ai controlli, con un lieve grado di peggioramento rispetto alla fase antecedente l'installazione sia in corrispondenza della condotta che, un po' più marcatamente, nel riferimento.

Alla luce dei risultati raggiunti a fine periodo di osservazione è possibile affermare che la comunità bentonica ha ben reagito all'installazione del sea-line; non si ravvisa pertanto alcuna criticità.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Bettencourt A., Bricker S.B., Ferriera J.G., Franco A., Marques J.C., Melo J.J., Nobre A., Ramos L., Reis C.S., Salas F., Silva M.C., Simas T., Wolff W. 2004. *Typology and reference conditions for Portuguese transitional and coastal waters*. Instituto da Agua. Instituto do Mar, Lisbon.
- Bianchi C.N., Ceppodomo I., Galli C., Sgorbini S., Dell'Amico F., Morri C. 1993. Benthos dei mari toscani. I: Livorno – Isola d'Elba (Crociera ENEA 1985). *ENEA Arcipelago Toscano – Serie Studi Ambientali*: 263-291.
- Borja A., Mader J. 2008. *Instructions for the use of the AMBI index software (version 4.1)*. AZTI-Tecnalia. 13 pp.
- Borja A., Franco J., Pérez V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environment. *Mar. Poll. Bull.*, 40(12): 1100-1114.
- Christensen E.R., Kusk, K.O., Nyholm N. 2009. Dose-response regressions for algal growth and similar continuous endpoint: calculation of effective concentrations. *Environ. Toxicol. Chem.*, 28: 826-835.
- Clarke K.R., Warwick R.M. 2001. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. 2nd Edition. PRIMER-E, Plymouth, Uk. 172 pp.
- Craeymeersch J.A. 1991. Applicability of the abundance/biomass comparison method to detect pollution effects on intertidal macrobenthic communities. *Hydrobiol. Bull.*, 24(2): 133-140.
- Fabi G., De Ranieri S., Grati F., Marini M., Spagnolo A. 2001. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Regina. III Anno di indagine. Rapporto finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 185 + XXVII pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Panfili M., Scarcella G., Spagnolo A. 2003. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annalisa. III Anno di indagine. Rapporto Finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 123 + XLVI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Scarcella G., Spagnolo A. 2004a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Barbara NW. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (2000 – 2002)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 228 + XLIX pp.
- Fabi G., Boldrin A., De Ranieri S., Manoukian S., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2005a. *Servizi di monitoraggio ambientale Piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Naomi-Pandora”. Rapporto conclusivo di due anni di indagine (2002-2003)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 201 + XXVIII pp.
- Fabi G., Ausili S., De Ranieri S., Nasci C., Spagnolo A. 2005b. *Servizi di monitoraggio ambientale piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Porto Corsini Mare Sud 1 (PCMS-1)”*. Rapporto conclusivo di due anni di indagine. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 95 + XI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Meneghetti F., Paschini E., Scarcella G., Spagnolo A. 2006. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Calipso. Rapporto finale di 4 anni di studio (2002-2005)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 224 + XLII pp.
- Fabi G. De Ranieri S., Grilli F., Nasci C., Spagnolo A. 2010a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Nord. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (estate 2005 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 240 + XLIII pp.
- Fabi G., Campanelli A., De Ranieri S., Nasci C., Polidori P., Punzo E. 2010b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Est. Rapporto conclusivo di tre anni di monitoraggio (estate 2005 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna.

353 + XLI pp.

- Fabi G., De Ranieri S, Manoukian S., Marini M., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2013. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Naide. Rapporto conclusivo di 4 anni di monitoraggio, dal pre-survey al terzo anno dopo la posa (estate 2004 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 397 + XLVI pp.
- Fabi G., De Biasi A.M., Gomiero A., Kozinkova L., Penna P.G., Polidori P., Spagnolo A. 2015. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea - Rapporto conclusivo dal pre-survey al terzo anno successivo alla posa in opera della piattaforma (2006-2010)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 251 + XLIV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A. De Biasi A.M., Gaetani A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Polidori P., 2016. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annamaria B - Piano Nazionale. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. Rapporto finale di sei anni di indagine (dal pre-survey al 3° anno post lavori di installazione)*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 258 + CXVIII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gaetani A., Gomiero A., Kozinkova L. 2017 *Monitoraggio ambientale Pozzi sottomarini Bonaccia Est 2 e Bonaccia Est 3. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione dei pozzi sottomarini e del sea-line collegante i pozzi con la piattaforma Bonaccia. Rapporto finale dal pre-survey al 3° anno post lavori di installazione (2009 - 2013)*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 236 + XCV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Ferrà Vega C., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Manarini T., Minelli A. 2019a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 5° anno della fase di produzione - Rapporto semestrale - Rapporto n. 15*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 198 + LV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gomiero A., Kozinkova L., Masnadi F., Minelli A., Montagnini L. 2019b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - 3° anno - Rapporto finale (gennaio – dicembre 2018)*. Rapporto n. 12. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 263 + LIII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Manarini T., Minelli A., Scanu M. 2020. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Elettra. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 5° anno della fase di produzione - Rapporto semestrale - Rapporto n. 15*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 179 + LVI pp.
- ICRAM. 2001. *Metodologie analitiche di riferimento. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003)*.
- ICRAM-APAT. 2007. *Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini*. 72 pp.
- Leonori I., Biagiotti I,m Costantini I. 2016. *Servizio di monitoraggio ambientale Sito Bonaccia NW. Progetto di monitoraggio cetacei durante la Costruzione della piattaforma Bonaccia NW*. Rapporto per ENI SpA., DICS. 133 pp.
- Losso C., Picone M., Arizzi Novelli A., Delaney E., Ghetti P.F., Volpi Ghirardini A. 2007. Developing toxicity scores for embryotoxicity tests on elutriates with the sea urchin *Paracentrotus lividus*, the oyster *Crassostrea gigas* and the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 53: 220–226.
- May R.M. 1979. Patterns of Species Abundance and Diversity. Pagg. 81-120, *in*: Cody M.L. and Diamond J.M. (Eds). *Ecology and Evolution of Communities*, 4.
- Muxika I., Borja A., Bald J. 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.*, 55: 13-29.

- Pianka E.R. 1970. On r- and k-selection. *Amer. Nat.*, 104: 592-597.
- Pielou E.C. 1974. *Population and Community Ecology: Principles and Methods*. Gordon and Breach Sci. Pubbl., New York. 424 pp.
- Simboura N., Zenetos A. 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystem, including a new biotic index. *Mediterr. Mar. Sci.*, 3: 77-111.
- Teixeira H., Salas F., Pardal M.A., Marques J.C. 2007. Applicability of ecological evaluation tools in estuarine ecosystem: a case of the lower Mondego estuary (Portugal). *Hydrobiologia*, 587: 101-112.
- Zenetos A., Bellou N., Abousamra F. 2004. *The use of BENTIX in Assessing Ecological Quality of coastal waters across the Mediterranean. Proceedings of an international workshop on the promotion and use of benthic tools for assessing the health of coastal marine ecosystems*. Intergovernmental Oceanographic Commission. Workshop Report n. 195: 19-22.

*ALLEGATO A*

**SCHEDE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE**

**UTILIZZATA NELLE INDAGINI**

# A1

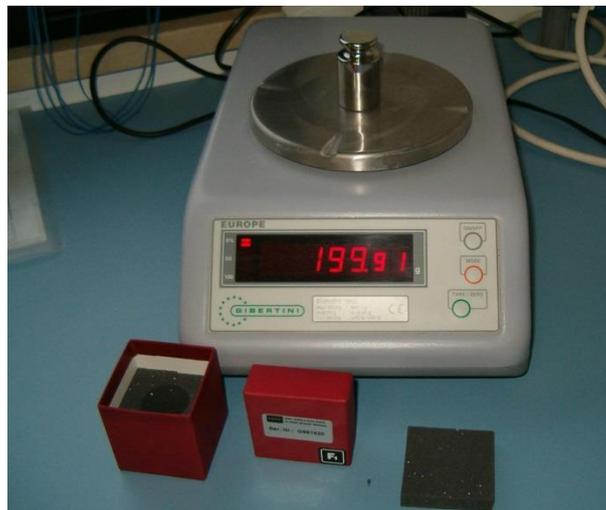
## INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

### A1-I BOX-CORER per il prelievo dei campioni



Materiale	Dimensione scatola campionatore (cm)
Ferro zincato	17x10x24,5h

### A1-II BILANCIA ELETTRONICA



Le bilance elettroniche sono sensibili all'accelerazione di gravità; pertanto, in accordo con la direttiva 90/384, devono essere calibrate nel luogo di utilizzo con masse tarate in classe F1 che corrispondono a un peso di 200 g.

Strumento	Costruttore	Modello	Sensibilità	Capacità
Bilancia elettronica	Gibertini Elettronica S.r.l.	EU 2000	±0,01 g	1000 g

### A1-III STUFA TERMOSTATA “HIGH PERFORMANCE”



Strumento	Costruttore	Modello	Capacità (litri)	Temperatura (°C)	Precisione (°C)
Stufa termostata	F.lli Galli G&P	2100	96	50 – 300	±2

Ogni sei mesi viene inserito un termometro per verificare che la temperatura della stufa resti costante. La lettura del termometro viene eseguita ogni 45 minuti per una durata totale della prova di 3 ore. E' accettata una variazione di 2°C rispetto alla temperatura iniziale.

### A1-IV SETACCI



Strumento	Costruttore	Serie	Materiale	Diametro (mm)	Dimensione delle maglie (μ)
Setacci normalizzati	Giuliani Teconologie S.r.l.	ASTM	acciaio inox	100 - 200	63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000

Periodicamente si verifica che le maglie abbiano mantenuto le dimensioni e la forma originaria e si testa la regolarità delle saldature.

## A1-V DENSIMETRO



Strumento	Costruttore	Serie	Scala (ml)	Divisione (ml)	Zavorra	Taratura (°F)
Densimetro per terreni	Vetrotecnica	Normale ASTM	0,995 – 1,040	0,001	piombo	68/68

Lo strumento non necessita di verifica e taratura. Viene sostituito quando la scala graduata non è più visibile.

## A1-VI GAS-CROMATOGRAFO DOPPIA COLONNA, RIVELATORE FID - PERKIN ELMER SIGMA3B – DUAL FID



Il controllo interno della taratura dello strumento viene effettuato preliminarmente all'avvio di ogni indagine commissionata. Il controllo esterno e l'eventuale taratura ordinaria sono condotti annualmente da un Tecnico incaricato dalla Ditta costruttrice, quando il controllo interno risulta sfavorevole.

### **A1-VII DMA 80 per la misurazione del MERCURIO**



Consente di effettuare analisi per la determinazione diretta del contenuto di mercurio su matrici di varia natura, senza che si rendano necessari trattamenti chimici del campione.

### **A1-VIII VARIAN SPECTRA AA-240 Z per la misurazione di CADMIO e PIOMBO E ARSENICO**

Spettrofotometro ad assorbimento atomico usato mediante l'impiego del fornello di grafite con piattaforma pirolitica. La correzione del rumore di fondo è assicurata dalla correzione di background trasversa "Zeeman" e dall'interpolazione polinomiale per la correzione delle interferenze. Al fine di ridurre il rumore di fondo e il limite di rivelabilità e di incrementare la sensibilità vengono utilizzate lampade monoelemento a catodo cavo.



**A1-IX      VARIAN ICP-720ES per la misurazione di ALLUMINIO, BARIO, FERRO, CROMO, NICHEL, RAME, SILICIO, VANADIO, ZINCO, MANGANESE, MAGNESIO, TITANIO, GALLIO, ZIRCONIO e STAGNO**



Spettrofotometro ad emissione atomica al plasma ad accoppiamento induttivo (ICP) e lettura sequenziale. Il sistema di raccolta della radiazione emessa dal plasma è di tipo assiale. Il generatore di radiofrequenze è 40 MHz. Per il raffreddamento del plasma viene impiegato argon ultrapuro.

**A1-X      ICP-MS Agilent Mod. 7700 per la misurazione dell'INDIO**



## A2

### INDAGINI SULLA COMUNITA' BENTONICA

#### A2-I BENNA VAN VEEN



Materiale	superficie di sedimento campionata (m <sup>2</sup> )
Acciaio	0,095

#### A2-II SETACCIO



Materiale	Lato maglia (mm)
Acciaio inox	0,5

#### A2-III MICROSCOPIO STEREO ZEISS STEMI 2000-C



Range dello zoom: 0,65x...5,0x.

## A2-IV MICROSCOPIO OTTICO ZEISS AXIOLAB



Obiettivi in dotazione: 10x, 40x, 100x.

## A2-V BILANCIA ANALITICA



<b>Strumento</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Modello</b>	<b>Risoluzione</b>	<b>Capacità</b>
Bilancia elettronica	Mettler Toledo	ML204	0,0001 g	220 g

# ***ALLEGATO B***

## **SCHEDE GRANULOMETRICHE DEI SITI POSTI LUNGO IL TRANSETTO C E DEI CONTROLLI K5-K7**

**6° SURVEY POST LAVORI DI INSTALLAZIONE**

**ESTATE 2018**



## Stazione C1 (100 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	46,2
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	5,38
Mediana	M <sub>d</sub>	4,83
Classazione	σ	3,01
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,23
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,79

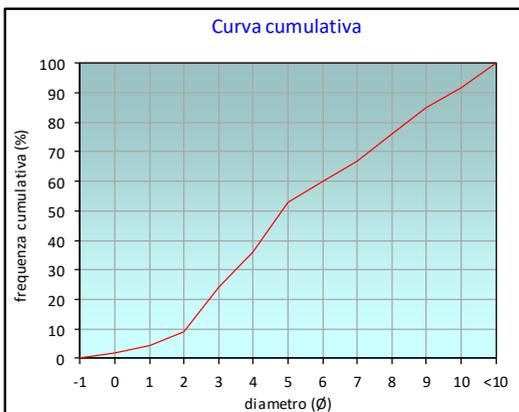
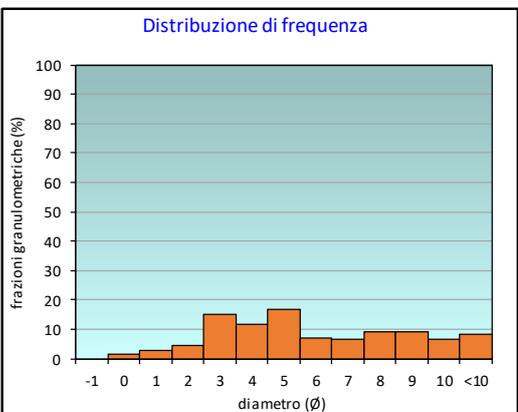
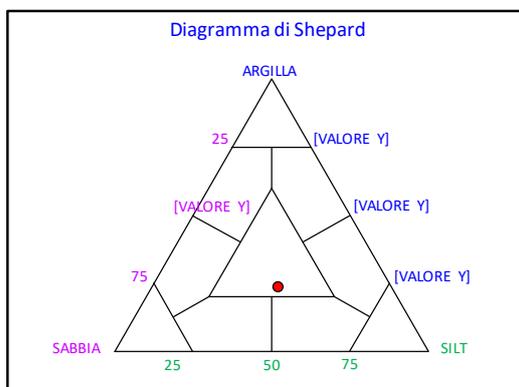
PERCENTILE	φ
5	1,11
16	2,46
25	3,06
50	4,83
75	7,88
84	8,87
95	10,39

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,7	1,7
SABBIA	1	500	2,7	4,5
	2	250	4,6	9,0
	3	125	15,3	24,3
	4	62,5	11,6	36,0
LIMO	5	31,2	17,0	52,9
	6	15,6	7,2	60,1
	7	7,8	6,8	66,9
	8	3,9	9,2	76,1
ARGILLA	9	2	9,0	85,2
	10	0,98	6,6	91,8
	<10	<0,98	8,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	36,0	40,2	23,9

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica positiva
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione C2 (60 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	41,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	5,15
Mediana	M <sub>d</sub>	4,38
Classazione	σ	2,87
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,37
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,78

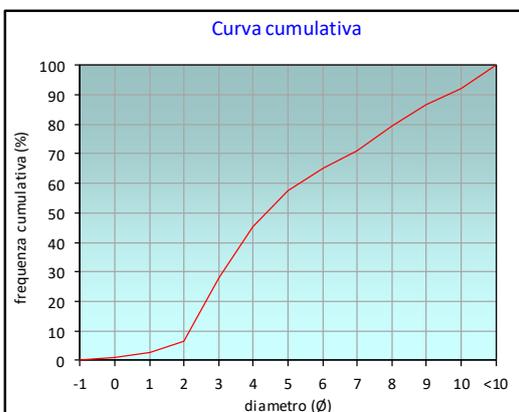
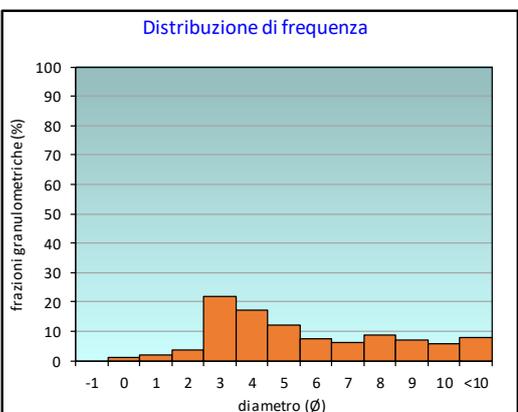
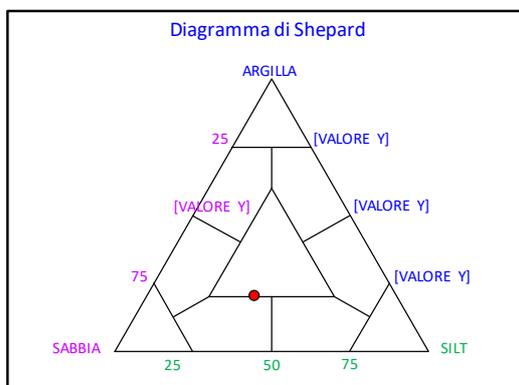
PERCENTILE	φ
5	1,60
16	2,44
25	2,85
50	4,38
75	7,47
84	8,63
95	10,36

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,0	1,0
SABBIA	1	500	1,8	2,8
	2	250	3,6	6,5
	3	125	21,8	28,2
	4	62,5	17,1	45,3
LIMO	5	31,2	12,2	57,6
	6	15,6	7,4	64,9
	7	7,8	6,0	70,9
	8	3,9	8,7	79,6
ARGILLA	9	2	7,0	86,6
	10	0,98	5,6	92,2
	<10	<0,98	7,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	45,3	34,3	20,4

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione C3 (30 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	42,2
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	5,18
Mediana	M <sub>d</sub>	4,49
Classazione	σ	2,99
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,29
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,79

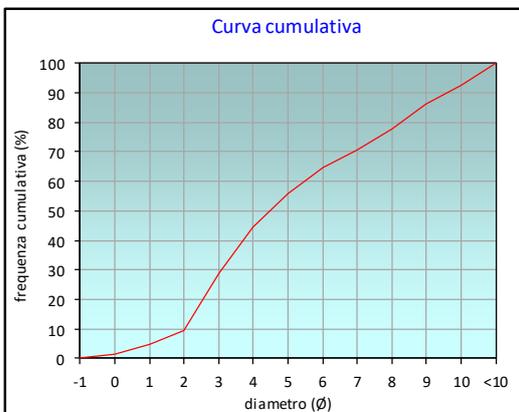
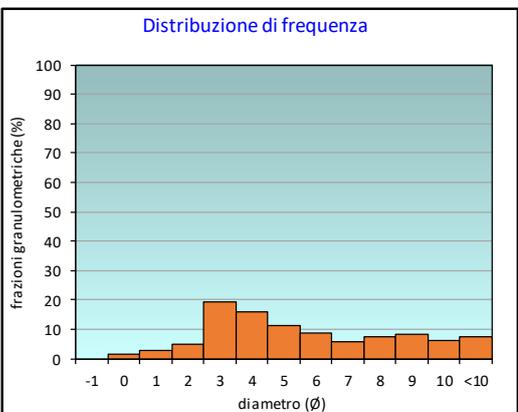
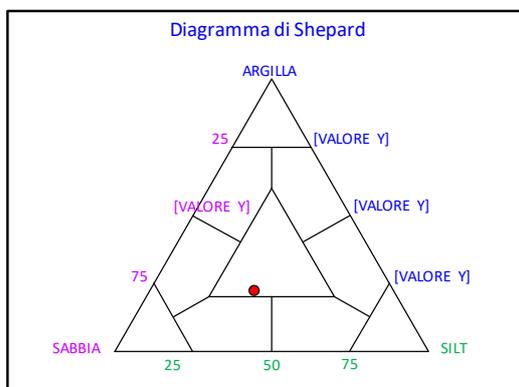
PERCENTILE	φ
5	1,08
16	2,34
25	2,81
50	4,49
75	7,61
84	8,72
95	10,32

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,6	1,6
SABBIA	1	500	3,0	4,6
	2	250	4,7	9,4
	3	125	19,3	28,7
	4	62,5	15,8	44,5
LIMO	5	31,2	11,4	55,9
	6	15,6	8,8	64,7
	7	7,8	5,9	70,6
	8	3,9	7,3	77,9
ARGILLA	9	2	8,5	86,4
	10	0,98	6,3	92,7
	<10	<0,98	7,3	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	44,5	33,4	22,1

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica positiva
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione C4 (SEA-LINE)

PARAMETRI FISICI		
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )		n.d.
Umidità (%)		39,9
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	5,13
Mediana	M <sub>d</sub>	4,41
Classazione	σ	2,96
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,32
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,81

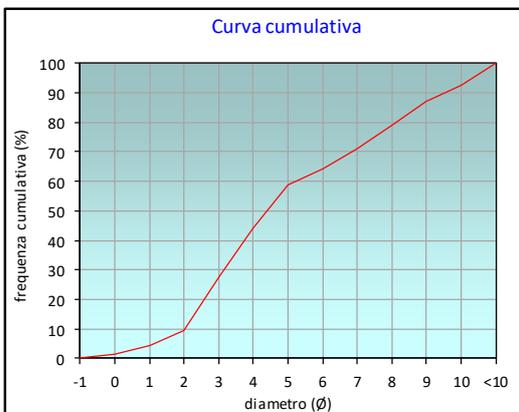
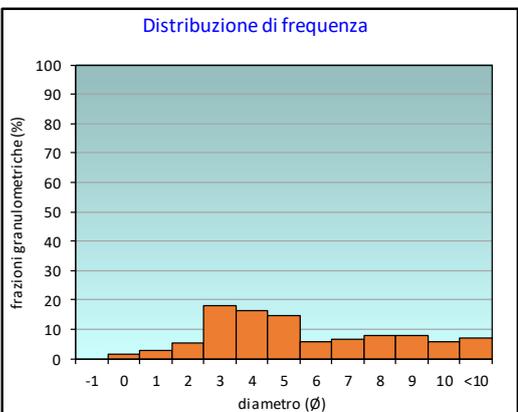
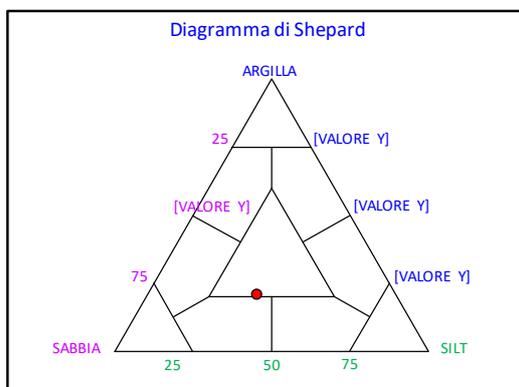
PERCENTILE	φ
5	1,13
16	2,36
25	2,85
50	4,41
75	7,50
84	8,63
95	10,31

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,4	1,4
SABBIA	1	500	2,9	4,3
	2	250	5,2	9,5
	3	125	18,2	27,7
	4	62,5	16,4	44,1
LIMO	5	31,2	14,6	58,7
	6	15,6	5,8	64,5
	7	7,8	6,5	70,9
	8	3,9	8,1	79,0
ARGILLA	9	2	7,9	87,0
	10	0,98	5,8	92,8
	<10	<0,98	7,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	44,1	35,0	21,0

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione C5 (30 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	44,3
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	5,30
Mediana	M <sub>d</sub>	4,67
Classazione	σ	2,97
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,27
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,82

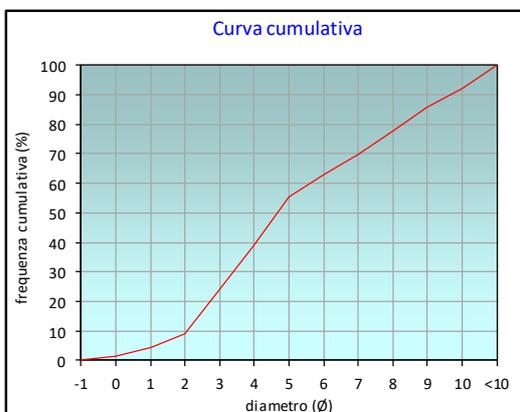
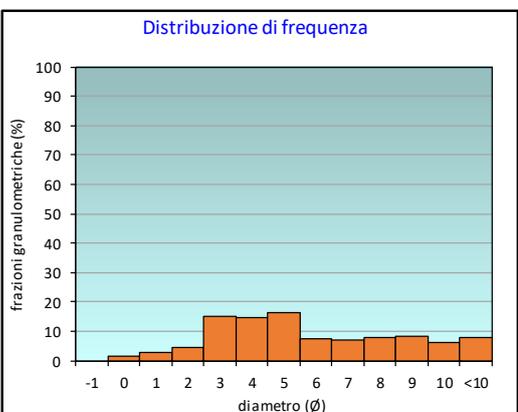
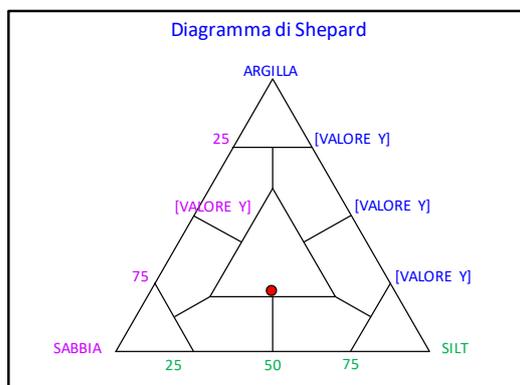
PERCENTILE	φ
5	1,15
16	2,46
25	3,05
50	4,67
75	7,66
84	8,76
95	10,36

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,5	1,5
SABBIA	1	500	2,9	4,3
	2	250	4,6	8,9
	3	125	15,3	24,2
	4	62,5	14,8	39,0
LIMO	5	31,2	16,4	55,5
	6	15,6	7,4	62,9
	7	7,8	7,0	69,9
	8	3,9	7,8	77,7
ARGILLA	9	2	8,3	86,0
	10	0,98	6,3	92,2
	<10	<0,98	7,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	39,0	38,7	22,3

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica positiva
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione C6 (60 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	39,9
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	5,31
Mediana	M <sub>d</sub>	4,47
Classazione	σ	2,76
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,42
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,79

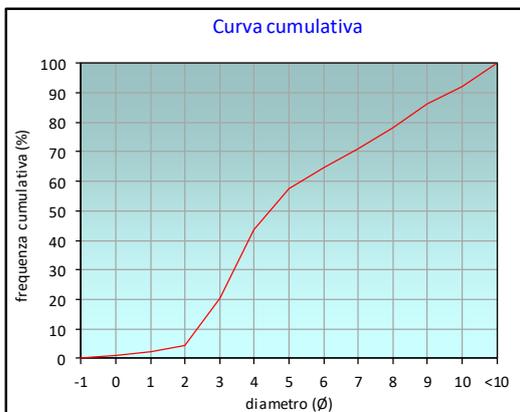
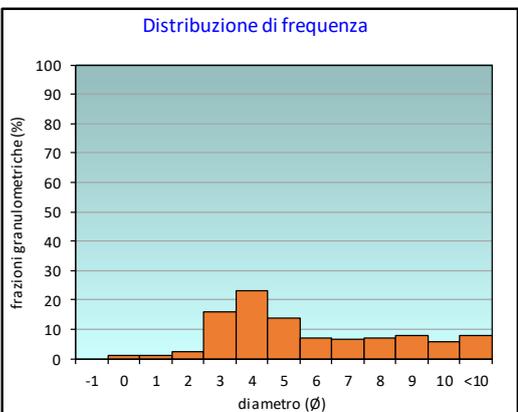
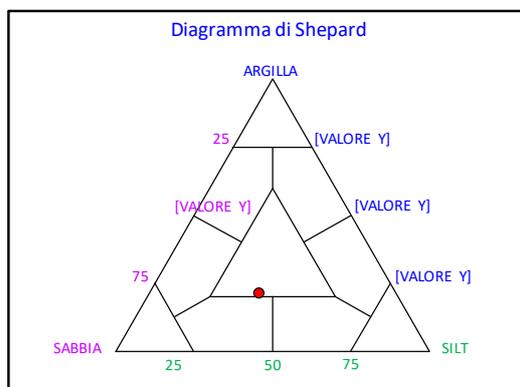
PERCENTILE	φ
5	2,04
16	2,73
25	3,21
50	4,47
75	7,52
84	8,72
95	10,36

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,1	1,1
SABBIA	1	500	1,0	2,1
	2	250	2,3	4,4
	3	125	15,9	20,2
	4	62,5	23,2	43,4
LIMO	5	31,2	14,0	57,5
	6	15,6	7,2	64,7
	7	7,8	6,5	71,3
	8	3,9	7,1	78,4
ARGILLA	9	2	7,7	86,2
	10	0,98	6,0	92,1
	<10	<0,98	7,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	43,4	35,0	21,6

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione C7 (100 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	39,1
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

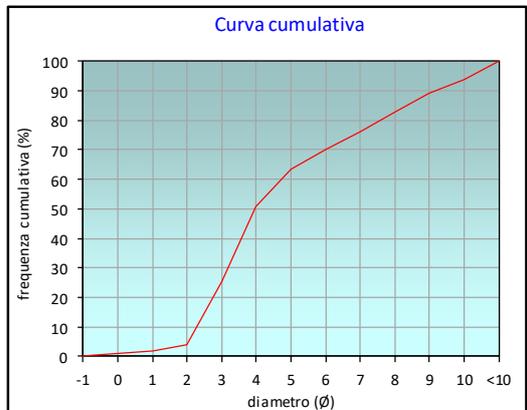
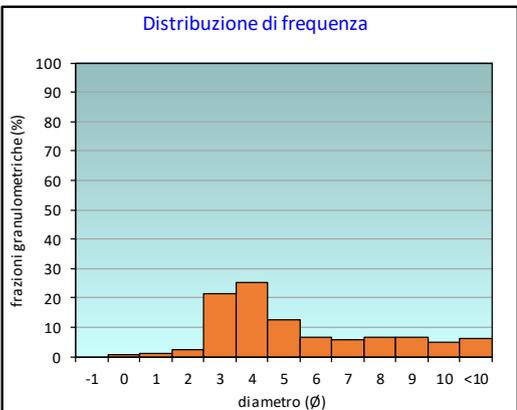
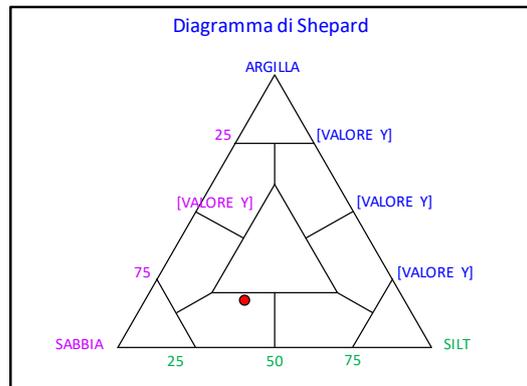
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	4,90	5	2,04
Mediana	M <sub>d</sub>	3,96	16	2,55
Classazione	σ	2,64	25	2,97
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,51	50	3,96
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,86	75	6,83
			84	8,19
			95	10,17

	Ø	µm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,8	0,8
SABBIA	1	500	1,1	1,9
	2	250	2,2	4,1
	3	125	21,4	25,6
	4	62,5	25,4	50,9
LIMO	5	31,2	12,5	63,5
	6	15,6	6,8	70,3
	7	7,8	5,6	76,0
	8	3,9	6,8	82,7
ARGILLA	9	2	6,5	89,2
	10	0,98	4,8	94,0
	<10	<0,98	6,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	50,9	31,8	17,3

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione K5

PARAMETRI FISICI		
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )		n.d.
Umidità (%)		32,3
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	4,57
Mediana	M <sub>d</sub>	3,69
Classazione	σ	2,63
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,49
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,19

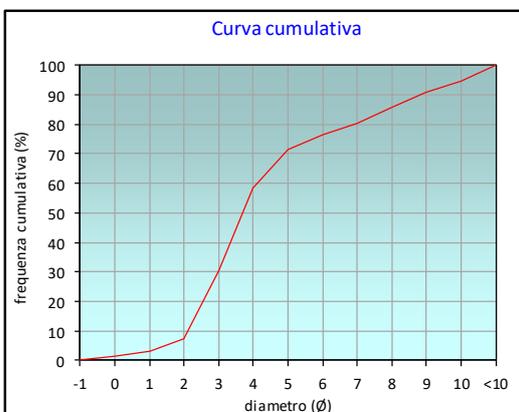
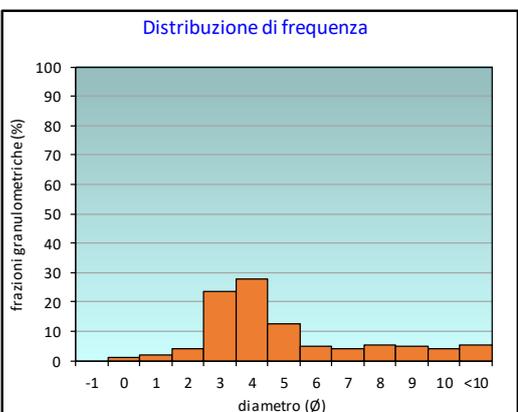
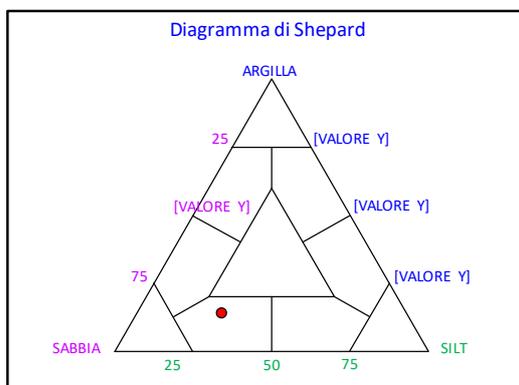
PERCENTILE	∅
5	1,43
16	2,37
25	2,75
50	3,69
75	5,73
84	7,66
95	10,07

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,3	1,3
SABBIA	1	500	1,9	3,2
	2	250	4,1	7,3
	3	125	23,4	30,7
	4	62,5	27,8	58,6
LIMO	5	31,2	12,7	71,3
	6	15,6	5,1	76,4
	7	7,8	4,1	80,5
	8	3,9	5,3	85,8
ARGILLA	9	2	4,9	90,7
	10	0,98	4,0	94,6
	<10	<0,98	5,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	58,6	27,2	14,2

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



## Stazione K6

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	32,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	4,46
Mediana	M <sub>d</sub>	3,57
Classazione	σ	2,50
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,54
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,45

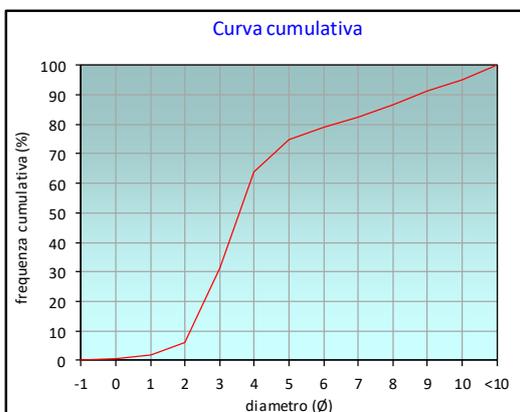
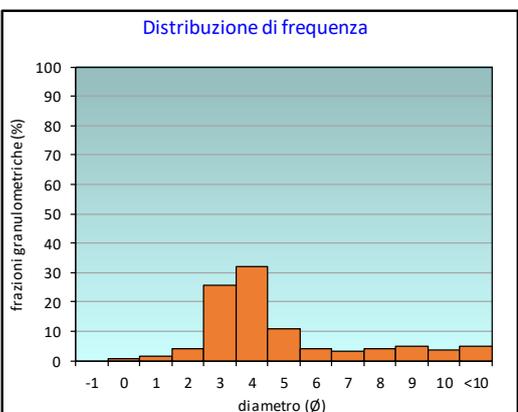
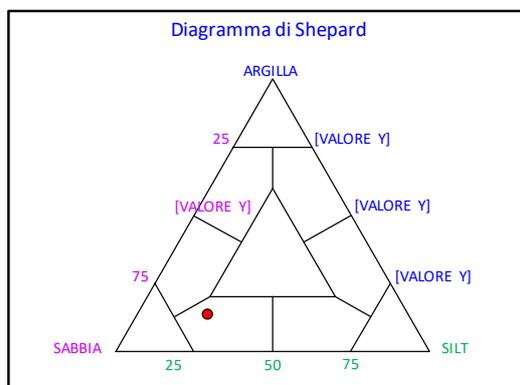
PERCENTILE	φ
5	1,74
16	2,39
25	2,74
50	3,57
75	5,07
84	7,41
95	9,93

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,6	0,6
SABBIA	1	500	1,4	2,0
	2	250	4,0	6,1
	3	125	25,5	31,6
	4	62,5	32,2	63,8
LIMO	5	31,2	10,9	74,7
	6	15,6	4,2	79,0
	7	7,8	3,3	82,3
	8	3,9	4,3	86,5
ARGILLA	9	2	5,0	91,5
	10	0,98	3,7	95,3
	<10	<0,98	4,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	63,8	22,7	13,5

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



## Stazione K7

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	36,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	4,79
Mediana	M <sub>d</sub>	3,82
Classazione	σ	2,65
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,51
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,98

PERCENTILE	φ
5	1,79
16	2,48
25	2,90
50	3,82
75	6,38
84	8,06
95	10,07

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,1	1,1
SABBIA	1	500	1,4	2,5
	2	250	3,2	5,7
	3	125	21,5	27,2
	4	62,5	27,8	54,9
LIMO	5	31,2	11,6	66,5
	6	15,6	6,2	72,7
	7	7,8	6,0	78,7
	8	3,9	5,0	83,7
ARGILLA	9	2	6,3	89,9
	10	0,98	4,7	94,6
	<10	<0,98	5,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	54,9	28,7	16,3

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Mesocurtica

