

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

**SERVIZI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
CAMPO CLARA NW**

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

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

**3° ANNO**

**RAPPORTO FINALE**

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

**RAPPORTO n. 13**

**OPERATORE SCIENTIFICO:  
CNR – IRBIM SEDE DI 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  
LUCA MONTAGNINI**

**ANCONA, 2020**



# INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	1
2.	MATERIALI E METODI.....	4
2.1.	CAMPIONAMENTO IN MARE.....	4
2.1.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI E SULLA COMUNITÀ BENTONICA .....	4
2.1.2.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI E BIOACCUMULO IN ORGANISMI MARINI .....	7
2.2.	ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI.....	8
2.2.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI .....	8
2.2.2.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI E BIOACCUMULO IN ORGANISMI MARINI .....	11
2.2.2.1	<i>Dunaliella tertiolecta</i> .....	11
2.2.2.2	<i>Vibrio fischeri</i> (sistema Microtox®) .....	13
2.2.2.3	<i>Corophium orientale</i> .....	13
2.2.2.4	<i>Crassostrea gigas</i> .....	14
2.2.2.5	Ricerca di metalli pesanti in <i>Hediste diversicolor</i> .....	15
2.2.3.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA .....	17
3.	RISULTATI.....	21
3.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI.....	21
3.1.1.	GRANULOMETRIA .....	21
3.1.2.	IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI .....	25
3.1.3.	IDROCARBURI TOTALI .....	31
3.1.4.	METALLI PESANTI.....	33
3.1.5.	SOSTANZA ORGANICA.....	50
3.1.6.	TOTAL ORGANIC CARBON (TOC).....	53
3.2.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI E BIOACCUMULO IN ORGANISMI MARINI.....	55
3.2.1.	<i>DUNALIELLA TERTIOLECTA</i> .....	55
3.2.2.	<i>VIBRIO FISCHERI</i> (SISTEMA MICROTOX®) .....	56
3.2.3.	<i>COROPHIUM ORIENTALE</i> .....	56
3.2.4.	<i>CRASSOSTREA GIGAS</i> .....	58
3.2.5.	RICERCA DI METALLI PESANTI IN <i>HEDISTE DIVERSICOLOR</i> .....	59
3.3.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA .....	65
3.3.1.	DENSITÀ (N) E BIOMASSA (P) .....	65
3.3.2.	AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE.....	86
3.3.3.	DOMINANZA .....	88
3.3.4.	RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S) .....	91
3.3.5.	RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA ( $S_M$ ) .....	92
3.3.6.	DIVERSITÀ SPECIFICA (H') .....	94
3.3.7.	MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS).....	95
3.3.8.	VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE .....	97
3.3.8.1	Indice W di Clarke.....	97
3.3.8.2	Indice AMBI.....	97

3.3.8.3	Indice BENTIX .....	100
3.3.8.4	Stato ecologico .....	101
4.	CONCLUSIONI.....	104
5.	BIBLIOGRAFIA.....	108
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	CNR - IRBIM 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. 0000227 del 17/09/2014 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 Clara NW e della condotta sottomarina collegante tale piattaforma alla già esistente Calipso.

Clara NW è installata in Adriatico centrale, a circa 45 km in direzione Est dalla costa marchigiana, al largo di Ancona, su un fondale di circa 74-75 m, nella zona siltosa del largo. La condotta collegante le piattaforme Clara NW e Calipso si estende per circa 13 km in direzione ESE-WNW e ricade nella stessa fascia sedimentologica di Clara NW.

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 e/o tuttora in corso dal CNR-IRBIM presso analoghe strutture situate in Adriatico centrale e settentrionale (Fabi *et al.*, 2001a; 2001b; 2002; 2003; 2004; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015; 2016; 2017; 2019a; 2019b; 2020), per quanto concerne il sea-line collegante Clara NW alla piattaforma Calipso si è ritenuto opportuno proporre un programma di monitoraggio comprendente le seguenti indagini:

1. caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti;
2. ecotossicologia dei sedimenti;
3. analisi di inquinanti in organismi marini (*Hediste diversicolor*);
4. caratteristiche delle comunità bentoniche.

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 (Leonori *et al.*, 2016).
- c. Fase di esercizio: le indagini sono state condotte per 3 anni dopo la fine dei lavori di installazione con cadenza semestrale (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 sulle comunità bentoniche. 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 a) (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 esercizio 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 della condotta 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 conclusivo sono descritti i risultati conseguiti per il sea-line nel periodo di indagini compreso tra il pre-survey e il 3° anno post lavori di installazione.

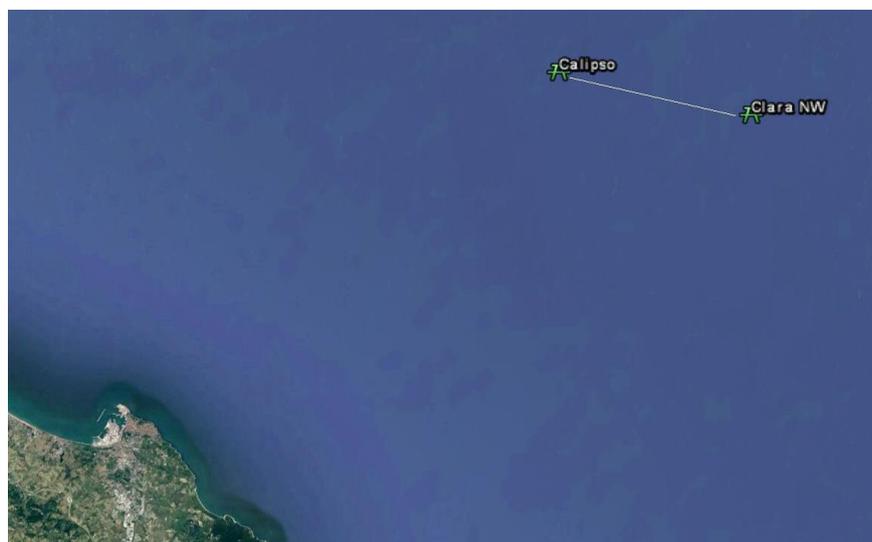
**Tab. 1-I** – Survey previsti durante il programma di monitoraggio ambientale presso il sea-line Clara NW - Calipso. In giallo quelli effettuati.

<b>Fase</b>	<b>Comparti d'indagine</b>	<b>Sealine</b>
<b>Ante operam</b>	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentoniche	1 survey
<b>Cantiere</b>	Rilevamento cetacei	*
<b>Esercizio</b>	Sedimenti	3 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti e ricerca di inquinanti in <i>H. diversicolor</i>	3 anni
	Comunità bentoniche	3 anni
<b>Pre smantellamento</b>	Colonna d'acqua	1 survey
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti e ricerca di inquinanti in <i>H. diversicolor</i>	1 survey
	Comunità bentoniche	1 survey
<b>Post smantellamento</b>	Colonna acqua	1 survey
	Sedimenti	1 anno
	Ecotossicologia dei sedimenti e ricerca di inquinanti in <i>H. diversicolor</i>	1 anno
	Comunità bentoniche	1 anno

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

## 2. MATERIALI E METODI

La condotta collegante le piattaforme Clara NW e Calipso si estende per circa 13 km in direzione ESE-WNW (fig. 2.1). I lavori di installazione sono terminati nel marzo 2016.



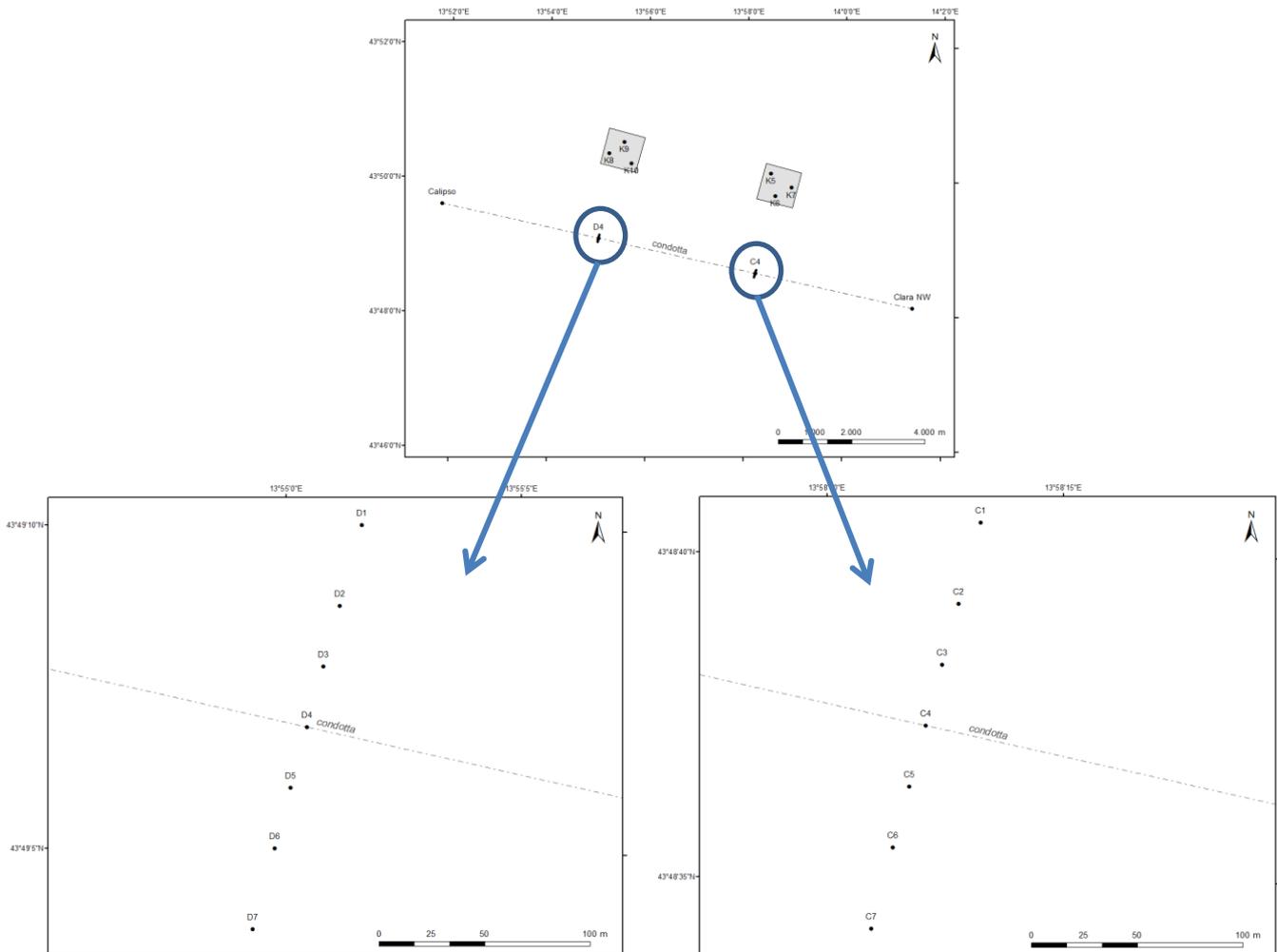
**Fig. 2.1** - Sea-line collegante le piattaforme Clara NW e Calipso.

### 2.1. CAMPIONAMENTO IN MARE

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

Nell'estate 2018 è stato condotto il 6° e ultimo survey post lavori di installazione. Come nei monitoraggi precedenti (Fabi *et al.*, 2018 e 2019c), i prelievi sono stati effettuati lungo due transetti perpendicolari alla condotta stessa e quindi orientati in direzione NNE-SSW, posti rispettivamente alla distanza di 4,3 km e 8,6 km dalla piattaforma Clara NW (fig. 2.2).

Su ciascun transetto sono state posizionate 7 stazioni, di cui 1 nelle immediate vicinanze del sea-line, 3 a distanze crescenti da esso in direzione NNE e 3 a distanze crescenti verso SSW. Inoltre sono stati campionati 3 siti di controllo per ciascun transetto posti in modo random all'interno di aree (1000x1000 m) prive di strutture artificiali situate a circa 2000 m dalla condotta in direzione NNE. Le coordinate delle singole stazioni campionate nell'estate 2018 sono riportate in Tab. 2-I.



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

**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 i punti corrispondenti al sea-line.

	Distanza dal sea-line (m)	Posizione rispetto al sea-line	Coordinate geografiche	Profondità (m)
C1	100	NNE	43°48'725N 13°57'983E	75,2
C2	60	NNE	43°48'697N 13°58'004E	75,2
C3	30	NNE	43°48'672N 13°58'037E	75,2
C4	0	-	43°48'642N 13°58'096E	75,2
C5	30	SSW	43°48'619N 13°58'088E	75,3
C6	60	SSW	43°48'596N 13°58'144E	75,4
C7	100	SSW	43°48'572N 13°58'159E	75,4
K5	2000	NNE	43°50'174N 13°58'428E	74,9
K6	2000	NNE	43°49'945N 13°58'470E	75,0
K7	2000	NNE	43°49'729N 13°58'622E	74,8
D1	100	NNE	43°49'198N 13°54'945E	74,6
D2	60	NNE	43°49'160N 13°54'958E	74,8
D3	30	NNE	43°49'140N 13°55'010E	74,8
D4	0	-	43°49'127N 13°54'989E	74,6
D5	30	SSW	43°49'106N 13°55'004E	74,6
D6	60	SSW	43°49'090N 13°55'006E	74,8
D7	100	SSW	43°49'067N 13°55'012E	74,7
K8	2000	NNE	43°50'725N 13°55'228E	74,7
K9	2000	NNE	43°50'602N 13°55'310E	74,4
K10	2000	NNE	43°50'425N 13°55'110E	74,1

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

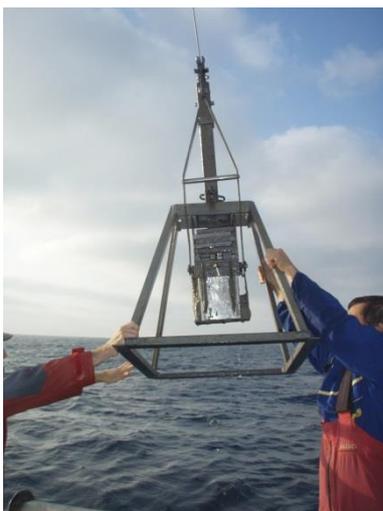
In situ sono stati rilevati i seguenti parametri:

- 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 (IPA);
- Idrocarburi totali;
- metalli pesanti: alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco; sono stati ricercati anche manganese, magnesio, titanio, gallio, zirconio, stagno e zirconio come da esplicita richiesta da parte di ARPAM (nota del 11/09/2015 - Prot. 0030430)
- 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  $+4^{\circ}\text{C}$ .



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

**Indagini sulle comunità bentoniche** - 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 E BIOACCUMULO IN ORGANISMI MARINI**

I prelievi dei sedimenti sono stati effettuati tramite box-corer presso 3 stazioni di campionamento lungo ciascun transetto: 1 corrispondente al sea-line (C4 e D4) e 2 poste a 60 m da esso in direzione NNE (C2 e D2) e SSW (C6 e D6). E' stato campionato anche un sito di controllo come riferimento per ogni transetto (K6 e K9).

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 a 10 gg);
- *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, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco, manganese, magnesio, titanio, gallio, zirconio, stagno e 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.

**IPA** - Per la determinazione degli IPA ogni campione è stato scongelato e privato dell'eventuale frazione più grossolana (> 2 mm); in seguito, l'estrazione e l'analisi sono state compiute su un'aliquota di circa 5 g.

I componenti della miscela di estrazione (IPA), sono stati separati tra loro e rilevati tramite tecnica GC-MS-MS (Gascromatografo associato ad uno spettrometri di massa a triplo quadrupolo; All. A2-VI), per la quantificazione degli IPA presenti nei sedimenti.

Il limite di rilevabilità corrisponde a 0,2  $\mu\text{g}/\text{kg}$  di campione s.s.

Sono stati ricercati nei siti di campionamento i 16 IPA indicati dall'EPA come contaminanti di interesse prioritario, espressi in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  di sostanza secca: Naftene, Ace-

naftalene, Acenaftene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(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 elaborate con la tecnica dello standard interno.

**Idrocarburi totali** - Per gli idrocarburi leggeri ( $C < 12$ ) sono stati seguiti i metodi EPA 5021A e EPA 8015D. 5 g di sedimento sono 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. A1-VII).

Gli idrocarburi pesanti ( $C > 12$ ) sono stati determinati seguendo il metodo ISO 16703. 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, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco, manganese, magnesio, titanio, gallio, zirconio, stagno 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  $HNO_3$ , 1 ml di  $HCl$  e 4 ml di  $H_2O$ .

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 ed amalgamazione (DMA-80 Analizzatore Diretto del Mercurio FKV; All. A1-VIII) 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-IX), 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-X) 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-XI) 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.

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

**TOC** - Il TOC 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.

**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	Mn	Mg	Ti	Ga	Zn	St
Accuratezza (minima accettabilità del recupero)	25%	nd	25%	25%	25%	nd	nd	nd	nd	nd
Incertezza (%)	21	nd	20	20	20	nd	nd	nd	nd	nd
LOQ (mg/kg)	0,3	5	1,2	1,2	12	170	1,2	1,2	0,6	1,2
LOD (mg/kg)	0,07	205	0,07	0,6	0,1	12	0,1	0,4	0,1	0,6

## 2.2.2. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI E BIOACCUMULO IN ORGANISMI MARINI

### 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-o4-E1. Esso 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 diminuzioni significative 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, qualora la tossicità del campione lo consenta, in termini di  $\text{EC}_{50}$  o  $\text{EC}_{20}$ . L' $\text{EC}_{50}$  e l' $\text{EC}_{20}$  si calcolano utilizzando il foglio Excel sviluppato dalla DTU (Danmarks Tekniske Universitet) denominato "KOK457T3" 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% ed 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  $\text{EC}_{50}$ , 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  $\text{ml}^{-1}$ );

- 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®.

Critério	Tossicità
$EC_{20} \geq 90\%$	Assente
$EC_{20} < 90\%$ e $EC_{50} \geq 90\%$	Bassa
$20\% \leq EC_{50} < 90\%$	Media
$EC_{50} < 20\%$	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 percentuale 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:  $36 \pm 2\%$
- 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 ( $\pm$  deviazione standard) 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
$15\% < M \leq 30\%$	Bassa
$30\% < M \leq 60\%$	Media
$M > 60\%$	Alta

#### 2.2.2.4 *Crassostrea gigas*

Il test di embriotossicità con *C. 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 percentuale 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:

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

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

### 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  $36\pm 2\%$ , 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 lt. 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 ( $36\pm 2\%$ ). 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. Il sedimento di controllo non contiene contaminanti o li contiene in concentrazioni molto basse. 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  $\geq 20\%$ .

### 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:

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

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

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 ( $S_m$ ): *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 sono state ricercate per tutti i taxa determinati a livello di specie.

Con i dati di densità dei singoli taxa rilevati in ciascun monitoraggio sono state calcolate le curve di dominanza cumulativa utilizzando il pacchetto software PRIMER (Clarke e Warwick, 2001).

Per comprendere l'evoluzione temporale dei popolamenti bentonici con i dati di densità è stata effettuata un'analisi statistica multivariata (MDS) previa trasformazione in  $\sqrt{2}$ , mediante il pacchetto software PRIMER.

Infine, per valutare lo stato ecologico dell'area, sono stati confrontati i risultati di tre differenti indici (W di Clarke, AMBI e 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 delle singole specie. 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. Nelle comunità disturbate vengono invece favorite le specie con “strategia di tipo r”, dette anche opportuniste, caratterizzate da un ciclo vitale breve e piccola taglia corporea, generalmente 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-VI.

**Tab. 2-VI** - 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) a 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 luglio 2017) 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-VII.

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.

**Tab. 2-VII** - Classificazione della qualità dell'ambiente in base all'indice AMBI (Borja *et al.*, 2000).

Environmental Classification	AMBI
Ambiente non inquinato	0,0 < AMBI ≤ 1,2
Ambiente leggermente inquinato, di transizione	1,2 < AMBI ≤ 3,3
Ambiente moderatamente inquinato	3,3 < AMBI ≤ 5,0
Ambiente fortemente inquinato	5,0 < AMBI ≤ 6,0
Ambiente estremamente inquinato	Azoico

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-VIII. In Tab. 2-IX 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-VIII** - 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

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

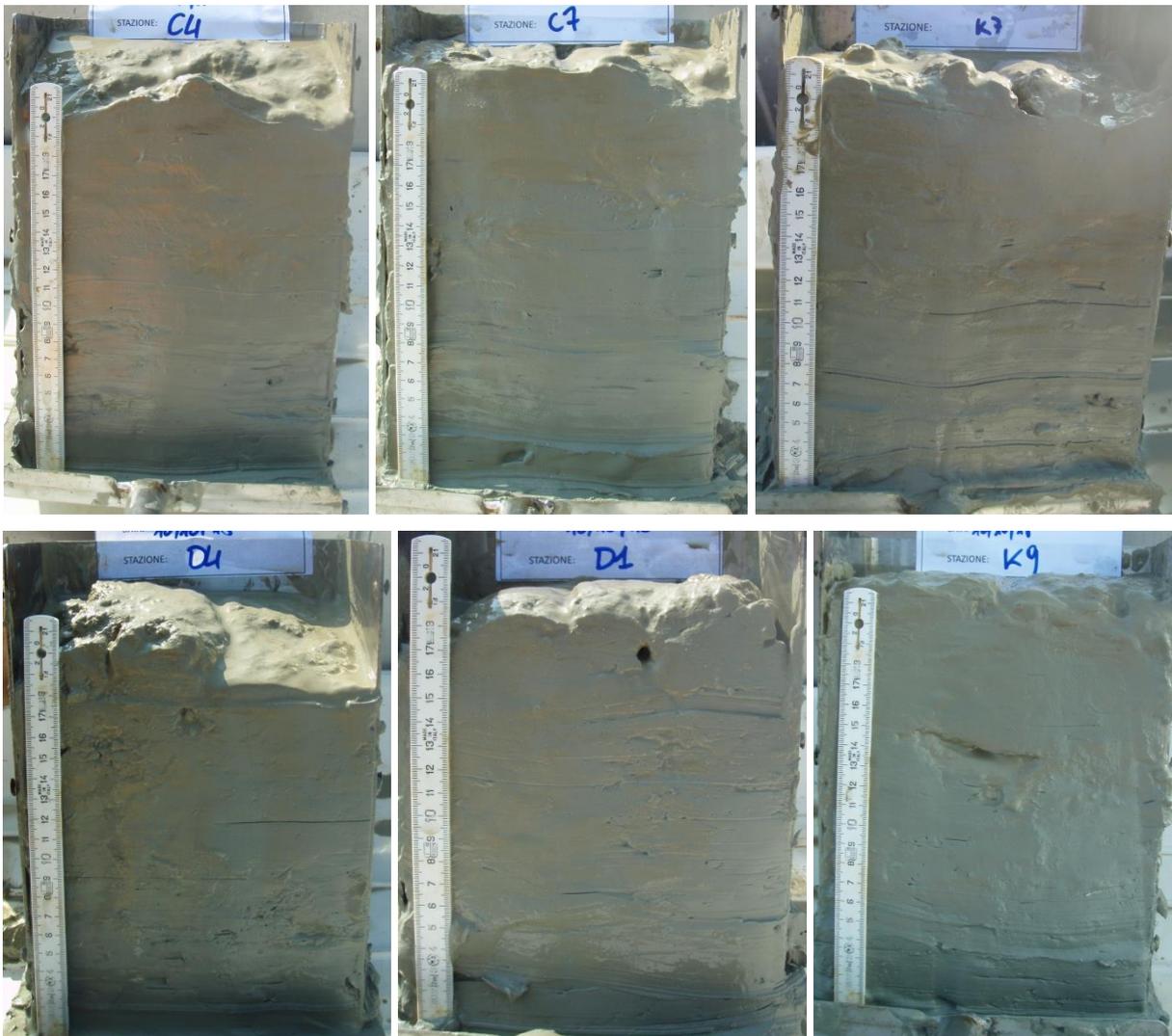
Indice n. 1	Indice n. 2	Indice n. 3	Stato ecologico
non disturbato	non disturbato	non disturbato	alto
non disturbato	non disturbato	leggermente disturbato	alto/buono
non disturbato	leggermente disturbato	leggermente disturbato	buono
leggermente disturbato	leggermente disturbato	leggermente disturbato	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

Come nei survey precedenti anche nell'estate 2018 all'analisi visiva tutti i sedimenti hanno presentato scarse differenze tra loro, essendo costituiti in prevalenza dalla frazione pelitica e caratterizzati da un colore nocciola; essi erano inoltre ben ossigenati e inodori, con uno strato ossidato di 2-3 cm di spessore (fig. 3.1).



**Fig. 3.1** – Campioni di sedimento prelevati nell'estate 2018. Per ciascun transetto sono riportati il campione prelevato in corrispondenza della condotta, uno a 100 m di distanza e un controllo.

Le analisi granulometriche eseguite sin dal pre-survey hanno evidenziato la predominanza siltosa dei sedimenti, caratterizzati anche da una piccola frazione di sabbia e da un contenuto di argilla intermedio agli altri due (Tab. 3-I e fig. 3.2).

Nel 1° survey post lavori di installazione era stata evidenziata una riduzione della sabbia sia in corrispondenza della condotta (C4, D4), sia nei controlli K6 e K9. In questi ultimi era stato rilevato un decremento anche di argilla non osservato in C4 e D4 dove, invece, questa componente era aumentata (maggiormente in C4) analogamente al silt.

Nel 2° post lavori la frazione sabbiosa si era ridotta ulteriormente praticamente ovunque, ma il decremento più cospicuo aveva riguardato l'argilla a vantaggio del silt. Un trend differente era stato osservato solo nei controlli K6 e K7 in cui era aumentata l'argilla a scapito del silt. Nell'inverno 2017 si era verificato un deciso decremento di silt e un aumento dell'argilla sia lungo i transetti, sia nei controlli, mentre la sabbia era rimasta pressoché invariata.

Come nei survey precedenti, anche nell'estate 2017 l'analisi granulometrica aveva confermato una composizione quasi esclusivamente pelitica della maggior parte delle stazioni, con una prevalenza di silt aumentato praticamente ovunque. Come conseguenza di questo incremento si era ridotta la componente argillosa mentre la sabbia era rimasta di nuovo pressoché invariata.

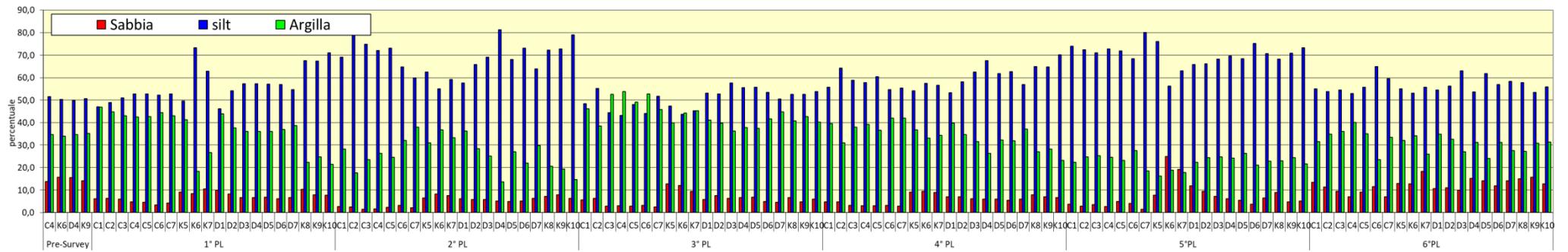
Nell'inverno 2018 (5° survey post lavori) la parte prevalente dei campioni era ancora costituita da pelite rappresentata soprattutto dal silt, mai inferiore al 50%. La frazione argillosa variava tra il 16,3% (K5) e il 27,5% (C6) seguita da quella sabbiosa che, tranne in K6 e K7, rappresentava una percentuale sempre inferiore al 10%. La quasi totalità dei campioni era stata classificata secondo Shepard come silt-argilloso, due come silt sabbioso (K6 e K7 dove la frazione sabbiosa aveva prevalso su quella argillosa), e tre come silt (C7, K5 e D6) rappresentando questa frazione oltre il 75% dei campioni.

Nell'estate 2018 il silt è rimasto ovunque la frazione dominante. Lungo il transetto C questa componente si è diffusamente ridotta a vantaggio dell'argilla (tranne C6) e in parte anche della sabbia, trend osservato anche in K5 e in minor misura in K7. In K6, invece, oltre al silt si è ridotta anche la sabbia a vantaggio dell'argilla. Il transetto D ha presentato lo stesso trend ma con differenze rispetto all'inverno meno accentuate. Tutte le stazioni dei due transetti e i sei controlli sono stati classificati come silt argilloso secondo Shepard (All. B).

A fine periodo le caratteristiche granulometriche sono risultate simili a quelle del pre-survey.

**Tab. 3-I** - Composizione percentuale delle principali classi granulometriche dei sedimenti analizzati nell'intero periodo. Le stazioni di campionamento poste in corrispondenza della condotta sottomarina sono evidenziate in rosso.

	Pre-Survey			1° Post Lavori			2° Post Lavori			3° Post Lavori			4° Post Lavori			5° Post Lavori			6° Post Lavori		
	Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite	
		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla
C1				6,22	46,96	46,82	2,59	69,15	28,26	5,59	48,36	46,06	4,70	55,70	39,60	3,73	74,03	22,24	13,39	55,04	31,57
C2				6,36	48,90	44,74	2,58	79,85	17,57	6,29	55,17	38,54	4,70	64,20	31,10	2,90	72,34	24,76	11,40	53,70	34,90
C3				5,91	51,00	43,09	1,52	74,88	23,60	2,92	44,47	52,61	3,20	58,90	37,90	3,60	71,07	25,32	9,50	54,42	36,08
C4	13,82	51,50	34,66	4,80	52,72	42,48	1,60	72,00	26,40	3,09	43,10	53,80	3,00	57,80	39,20	2,75	72,69	24,56	6,96	52,92	40,12
C5				4,60	52,68	42,72	2,37	73,11	24,52	2,81	48,04	49,15	3,10	60,40	36,50	5,00	71,84	23,15	9,13	55,78	35,09
C6				3,36	52,31	44,33	3,13	64,80	32,06	3,21	44,00	52,79	3,20	54,70	42,00	4,14	68,40	27,46	11,63	64,83	23,54
C7				4,31	52,72	42,97	2,09	59,92	37,99	2,50	51,75	45,75	2,80	55,30	41,90	1,47	80,10	18,43	7,08	59,44	33,47
K5				9,09	49,58	41,33	6,44	62,53	31,02	12,76	47,29	39,95	9,10	54,10	36,80	7,75	75,96	16,29	13,01	54,92	32,06
K6	15,71	50,37	33,92	8,43	73,32	18,25	8,20	55,04	36,76	12,09	43,69	44,22	9,40	57,50	33,10	24,95	56,22	18,83	12,77	53,09	34,14
K7				10,55	62,78	26,67	7,59	59,17	33,25	9,51	45,28	45,20	9,00	56,60	34,40	19,23	63,05	17,72	18,30	55,64	26,05
D1				9,95	46,16	43,89	6,19	57,64	36,17	5,85	53,08	41,07	7,00	53,20	39,70	11,90	65,81	22,28	10,70	54,50	34,80
D2				8,25	54,14	37,61	5,86	65,78	28,36	7,52	52,83	39,65	7,10	58,20	34,70	9,39	66,15	24,46	11,09	56,25	32,66
D3				6,66	57,23	36,10	5,72	69,13	25,15	6,25	57,55	36,20	6,20	62,40	31,50	7,13	68,15	24,71	10,00	62,93	27,07
D4	15,51	49,82	34,67	6,72	57,30	35,98	5,08	81,30	13,62	6,68	55,54	37,79	6,00	67,60	26,40	6,18	69,53	24,29	15,27	53,58	31,15
D5				6,78	57,12	36,10	4,96	68,00	27,04	6,89	55,67	37,44	6,00	61,80	32,20	5,44	68,32	26,24	14,11	61,85	24,04
D6				6,22	56,92	36,86	5,08	73,02	21,90	4,92	53,51	41,57	5,40	62,70	31,90	3,72	75,11	21,17	11,87	56,97	31,16
D7				6,73	54,63	38,63	6,35	63,92	29,73	4,67	50,51	44,83	6,00	56,90	37,10	6,54	70,70	22,76	14,06	58,38	27,56
K8				10,30	67,45	22,25	7,21	72,19	20,60	6,66	52,58	40,76	7,90	65,00	27,10	8,86	68,21	22,93	14,93	57,86	27,21
K9	14,10	50,65	35,22	7,84	67,35	24,81	7,92	72,73	19,35	4,81	52,54	42,65	7,00	64,70	28,30	4,76	70,90	24,33	15,69	53,42	30,89
K10				7,63	70,94	21,43	6,35	79,03	14,63	5,92	53,86	40,22	6,60	70,20	23,20	5,13	73,22	21,65	12,73	55,84	31,43



**Fig. 3.2** - Ripartizione delle classi granulometriche, espresse in percentuale, nei sedimenti analizzati nell'intero periodo. C4 e D4 = siti posizionati sul sea-line; K = controlli.

### 3.1.2. IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

Durante il pre-survey molti dei composti ricercati erano risultati presenti in tutti (Antracene, Benzo(a)antracene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Benzo(k)fluorantene, Crisene, Fenantrene, Fluorantene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene, Pirene) o quasi tutti i siti (Benzo(a)pirene, Naftalene), seppure in concentrazioni molto modeste e inferiori ai rispettivi LCB indicati da ICRAM-APAT (2007) e dal DM 173/2016 (Tab. 3-II). Il Fluorene era stato rilevato unicamente nei controlli. Gli altri IPA erano risultati al di sotto del limite di quantificazione ovunque. Essendo le concentrazioni dei singoli composti basse, anche gli IPA totali erano risultati scarsamente presenti (fig. 3.3).

Non rilevati nel 1° monitoraggio post installazione, nel 2° erano ricomparsi ovunque ma in concentrazioni inferiori a quelle del pre-survey.

Nell'inverno 2017 (3° post lavori) si registrava un incremento generalizzato. Molti dei composti ricercati erano infatti presenti in tutti i siti inclusi i controlli e altri quasi ovunque; il Dibenzo(a,h)antracene era stato rinvenuto solo nel tratto C3-C6 del transetto C e nei controlli K6, K7 e K8. Acenaftene, Fluorantene e Fenantrene continuavano invece a essere non rilevabili. I tenori dei singoli composti erano comunque ancora molto bassi, tutti bel al di sotto dei rispettivi LCB eccetto il Naftalene superiore al proprio limite in C2, C6, C7, nel tratto D1-D4 e nel controllo K10. I superamenti erano apparsi consistenti soprattutto in C7, D1 e D2 (6-8 volte l'LCB). Ciononostante, i valori di IPA totali rimanevano molto modesti e ampiamente inferiori all'LCB.

Nell'estate 2017 era avvenuta una riduzione nella maggior parte delle stazioni campionate, particolarmente evidente nei siti in cui, nell'inverno precedente, erano stati rilevati i picchi consistenti. Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene e Dibenzo(a,h)antracene erano inferiori ai limiti di quantificazione strumentale ovunque; tutti gli altri congeneri erano invece diffusamente presenti ma in concentrazioni molto inferiori agli LCB eccetto, anche in questo survey, il Naftalene, risultato maggiore dell'LCB nei campioni C1, D5 e D6; il superamento del LCB era tuttavia molto più contenuto di quello osservato in alcuni campioni nel 3° survey post lavori.

Nell'inverno 2018 (5° post lavori) sono stati rinvenuti quasi tutti i composti ricercati in entrambi i transetti e relativi controlli. L'IPA più sporadico era il Naftalene, rilevato in 13 stazioni su 20. Ad esso seguiva l'Acenaftilene assente in 5 stazioni (C5, C6, D3, K9, K10), Antracene e Benzo(k)fluorantene non rilevati in 2 stazioni, e il Crisene assente in K9.

Nell'ultimo monitoraggio gli IPA si sono ridotti ulteriormente, tanto che molti di loro (Acenaftene, Acenaftilene, Antracene, Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Crisene,

Dibenzo(a,h)antracene, Fluorene, Naftalene, Pirene) non sono stati quantificati. Anche i composti rilevati in tutte le stazioni (Benzo(b)fluorantene, Benzo(g, h,i)perilene, Benzo(k)fluorantene, Fluorantene, Fenantrene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene) hanno presentato concentrazioni particolarmente modeste. Nel complesso, pertanto, anche gli IPA totali sono risultati bassi, ben al di sotto degli LCB e addirittura inferiori ai tenori registrati nel pre-survey, ad indicare l'assenza di effetto del sea-line nella loro distribuzione nei sedimenti.

**Tab. 3-II** - Concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s.) nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di studio. Le stazioni poste in corrispondenza della condotta sono evidenziate in rosso. K = controlli. Ove disponibili sono anche riportati gli LCB i valori chimici cautelativi per le sostanze pericolose prioritarie indicati da ICRAM-APAT (2007) e le concentrazioni riportate nel DM 173/2016. lq = limite di quantificazione ( $0,2 \mu\text{g}/\text{kg}$ ).

	DM 173/16	LCB/PP	Pre-survey				1° survey post lavori																			
			C4	K6	D4	K9	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
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	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Antracene		47	4,4	7,8	3,6	7,8	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Benzo (a) antracene	75	75	2,1	1,4	1,5	1,3	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Benzo (a) pirene	80	80	1,8	1,3		1,5	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Benzo (b) fluorantene	40	40	12,6	12,2	9,8	9,7	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Benzo (g, h,i) perilene	55	55	8,9	7,7	6,6	6,5	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Benzo (k) fluorantene	20	20	12,3	12,4	6,6	9,3	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Crisene	108	108	3,4	3,2	2,8	2,5	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Dibenzo(a, h)antracene		6					< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Fenantrene	87	87	3,4	2,3	3,3	3,1	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Fluorantene	110	113	4	3,7	3,6	4,6	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Fluorene	21	21		1,1		1,3	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Indeno(1,2,3 - c, d) pirene	70	70	12,3	10,1	9,2	7,8	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Naftalene	35	35	3,7		2,3	2,2	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Pirene	153	153	4,6	4,3	3,8	4,8	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
<b>IPA Totali</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>73,5</b>	<b>67,4</b>	<b>53,1</b>	<b>62,4</b>																				

	DM 173/16	LCB/PP	2° survey post lavori																							
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10				
Acenaftene		7	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Acenaftilene			0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5
Antracene		47	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8
Benzo (a) antracene	75	75	0,8	0,5	0,6	0,5	0,6	0,9	0,7	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6
Benzo (a) pirene	80	80	1,8	1,1	1,1	1,2	1,5	1,9	1,5	1,0	1,2	1,3	1,2	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,4	1,2	0,9	1,4	1,2	0,9	1,4	1,4
Benzo (b) fluorantene	40	40	3,0	1,1	0,6	1,3	2,5	3,6	1,0	0,5	0,9	2,1	1,1	0,4	0,4	0,6	0,4	0,7	2,0	1,1	0,4	1,4	1,4	0,4	1,4	1,4
Benzo (g, h,i) perilene	55	55	1,6	0,5	< 0,2	0,5	1,3	1,8	0,6	< lq	0,5	0,8	0,6	< lq	1,0	0,7	< lq	1,2	< lq	< lq	1,2	1,2				
Benzo (k) fluorantene	20	20	3,2	1,3	0,7	1,4	2,7	3,8	1,0	0,6	0,9	2,3	1,0	0,6	0,6	0,7	0,5	0,9	2,2	0,9	0,5	1,2	< lq	< lq	1,2	1,2
Crisene	108	108	1,7	0,5	0,3	0,6	0,9	1,8	0,8	0,3	0,6	0,9	0,9	< lq	< lq	< lq	< lq	0,3	0,9	0,6	< lq	1,0	< lq	< lq	1,0	1,0
Dibenzo (a, h) antracene		6	0,5	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3	< lq	0,3	0,3	0,3	< lq	< lq	< lq	< lq	0,2	0,3	0,3	< lq	0,4	< lq	< lq	0,4	0,4
Fenantrene	87	87	1,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,5	0,8	0,8	1,0	0,9	1,0	0,5	0,4	0,7	0,5	1,0	0,8	0,6	0,4	1,0	< lq	< lq	1,0	1,0
Fluorantene	110	113	2,0	1,3	1,2	1,2	1,4	2,2	1,6	1,1	1,3	1,5	1,6	1,0	0,9	1,1	0,9	1,2	1,5	1,3	0,9	1,6	< lq	< lq	1,6	1,6
Fluorene	21	21	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	< lq	< lq	0,5	0,5
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	70	70	2,3	0,8	0,3	0,9	2,1	2,6	0,9	0,2	0,8	1,3	0,9	< lq	< lq	0,2	< lq	0,3	1,5	1,1	< lq	1,7	< lq	< lq	1,7	1,7
Naftalene	35	35	0,2	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	1,4	1,4	< lq	< lq	< lq	< lq	0,6	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Pirene	153	153	1,0	0,3	< lq	0,3	0,5	1,3	0,7	< lq	0,4	0,6	0,6	< lq	< lq	< lq	< lq	0,3	0,6	0,4	< lq	0,7	< lq	< lq	0,7	0,7
<b>IPA Totali</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>21,7</b>	<b>10,1</b>	<b>7,6</b>	<b>10,6</b>	<b>17,1</b>	<b>23,7</b>	<b>11,8</b>	<b>8,6</b>	<b>11,9</b>	<b>14,4</b>	<b>11,7</b>	<b>5,6</b>	<b>5,3</b>	<b>7,6</b>	<b>5,2</b>	<b>8,5</b>	<b>14,8</b>	<b>10,6</b>	<b>5,5</b>	<b>14,4</b>				

Tab. 3-II - Continuo.

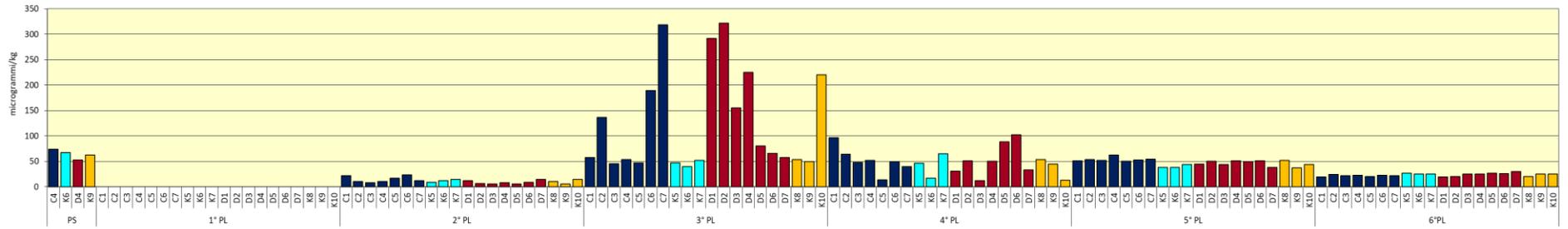
	DM 173/16	LCB/PP	3° survey post lavori																			
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Acenaftene		7	1,7	1,3	0,7	1,4	< lq	2,1	2,3	< lq	1,8	1,4	3,0	2,8	2,7	3,3	2,1	1,5	2,0	< lq	1,5	1,9
Acenaftilene			1,9	1,2	1,0	1,3	0,9	1,6	1,9	1,0	1,5	1,2	2,7	2,5	2,4	2,5	1,8	1,7	1,8	1,1	1,4	1,6
Antracene		47	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Benzo (a) antracene	75	75	2,5	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,3	2,1	2,0	2,2	2,9	2,7	2,8	2,5	2,3	2,3	2,4	2,3	2,0	2,1
Benzo (a) pirene	80	80	2,6	1,6	1,8	1,8	1,9	1,9	2,4	1,9	1,7	1,9	3,2	2,9	2,8	2,6	2,2	2,2	2,3	2,1	2,1	1,9
Benzo (b) fluorantene	40	40	15,2	12,1	13,7	13,7	15,1	16,2	15,8	15,4	8,8	14,7	15,9	8,4	15,8	17,1	13,6	16,7	16,2	16,1	14,2	14,4
Benzo (g, h,i) perilene	55	55	< lq	1,0	1,5	1,2	1,6	1,9	1,6	1,2	1,1	1,6	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	1,5	1,1	1,7	1,3	1,3
Benzo (k) fluorantene	20	20	15,9	12,4	14,0	14,0	15,4	16,4	16,3	15,8	5,9	15,0	16,9	6,4	16,6	17,7	14,1	17,1	16,7	16,4	14,6	14,7
Crisene	108	108	3,2	2,5	2,9	2,8	3,1	3,4	3,5	3,2	2,9	3,3	3,3	3,0	3,5	3,6	3,0	3,4	3,3	3,3	3,0	3,4
Dibenzo (a, h)antracene		6	< lq	< lq	0,7	0,7	0,8	0,8	< lq	< lq	0,7	0,7	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	0,8	< lq	< lq
Fenantrene	87	87	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Fluorantene	110	113	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Fluorene	21	21	1,3	1,1	0,6	1,1	< lq	1,3	1,5	< lq	1,4	1,3	2,1	1,9	1,8	2,2	1,6	1,5	1,7	1,0	1,3	1,6
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	70	70	4,4	3,5	3,9	3,8	4,2	4,6	4,8	3,9	3,7	4,0	4,8	3,6	4,4	4,6	3,6	4,7	4,4	4,6	4,3	4,0
Naftalene	35	35	6,9	95,9	0,4	8,1	< lq	135,0	263,0	< lq	5,8	1,5	233,9	284,8	99,6	165,7	33,3	10,0	2,6	0,8	1,0	170,3
Pirene	153	153	2,5	1,9	2,1	2,0	2,2	2,4	2,7	2,6	2,4	2,9	2,8	2,6	2,9	3,1	2,7	3,1	3,1	2,8	2,6	2,7
<b>IPA Totali</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>57,9</b>	<b>136,3</b>	<b>45,0</b>	<b>53,8</b>	<b>47,1</b>	<b>189,4</b>	<b>318,0</b>	<b>47,2</b>	<b>39,7</b>	<b>51,6</b>	<b>291,4</b>	<b>321,5</b>	<b>155,3</b>	<b>225,0</b>	<b>80,4</b>	<b>65,9</b>	<b>57,7</b>	<b>53,2</b>	<b>49,3</b>	<b>219,8</b>

	DM 173/16	LCB/PP	4° survey post lavori																			
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Acenaftene		7	3,6	2,7	2,7	2,8	0,5	2,8	2,5	2,3	0,8	1,3	2,3	3,2	0,6	2,5	3,6	4,0	2,1	4,3	3,4	0,5
Acenaftilene			4,2	3,8	3,6	3,5	2,8	3,6	3,5	3,5	3,0	3,2	3,4	3,8	2,9	3,6	4,1	4,3	3,5	4,3	3,9	3,1
Antracene		47	3,1	3,0	3,1	3,1	2,5	3,1	3,0	3,0	2,8	2,8	3,0	3,1	< lq	2,9	3,1	3,1	2,9	3,1	3,1	2,8
Benzo (a) antracene	75	75	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Benzo (a) pirene	80	80	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Benzo (b) fluorantene	40	40	10,9	4,0	10,1	11,3	< lq	9,7	6,9	4,3	< lq	10,0	3,7	8,9	< lq	3,4	10,4	9,6	4,5	6,3	7,1	< lq
Benzo (g, h,i) perilene	55	55	4,7	3,7	4,4	4,6	1,7	4,3	3,8	3,1	2,0	4,0	3,0	4,2	1,8	2,9	4,7	4,4	3,3	3,6	3,8	< lq
Benzo (k) fluorantene	20	20	2,2	< lq	1,9	2,8	< lq	1,8	0,7	< lq	< lq	2,1	< lq	1,4	< lq	< lq	1,8	1,6	< lq	0,7	1,0	< lq
Crisene	108	108	3,1	1,7	2,7	3,1	< lq	3,3	2,2	0,8	< lq	2,8	0,7	3,0	< lq	0,5	3,3	3,4	1,0	1,2	2,2	< lq
Dibenzo (a, h)antracene		6	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Fenantrene	87	87	3,7	2,8	3,2	3,4	1,4	3,5	3,1	2,8	1,8	2,8	2,4	3,2	1,6	2,4	3,4	3,4	2,6	3,0	3,1	1,5
Fluorantene	110	113	4,8	3,7	4,4	4,5	2,5	4,4	3,9	3,8	2,9	3,8	3,6	4,4	2,8	3,5	4,5	4,4	3,5	3,8	4,1	2,7
Fluorene	21	21	3,9	2,7	3,4	3,8	0,4	3,5	3,4	2,3	0,7	1,3	2,4	3,6	< lq	2,5	4,0	4,2	2,3	4,8	4,0	< lq
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	70	70	4,6	3,1	3,9	4,9	< lq	3,8	3,3	1,4	< lq	4,2	1,4	3,9	< lq	0,9	5,2	4,2	2,2	2,7	2,8	< lq
Naftalene	35	35	44,6	30,9	1,1	0,9	0,7	2,3	1,2	16,7	1,6	23,9	2,9	5,7	1,4	23,2	36,9	52,2	3,2	13,1	3,9	0,8
Pirene	153	153	3,0	2,3	3,2	2,9	1,3	3,1	2,5	2,4	1,5	2,5	2,1	2,9	1,4	2,1	3,2	3,1	2,2	2,4	2,7	1,3
<b>IPA Totali</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>96,4</b>	<b>64,3</b>	<b>47,6</b>	<b>51,6</b>	<b>13,7</b>	<b>49,2</b>	<b>40,0</b>	<b>46,4</b>	<b>17,2</b>	<b>64,8</b>	<b>30,8</b>	<b>51,3</b>	<b>12,4</b>	<b>50,5</b>	<b>88,2</b>	<b>101,9</b>	<b>33,3</b>	<b>53,3</b>	<b>44,9</b>	<b>12,8</b>

Tab. 3-II - Continuo.

	DM 173/16	LCB/PP	5° survey post lavori																			
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Acenaftene		7	1,6	0,5	1,2	0,6	1,7	0,7	0,6	1,2	0,7	1,6	0,9	2,2	1,0	0,7	0,8	1,2	0,2	2,2	1,4	1,5
Acenaftilene			0,2	0,2	0,2	<lq	0,3	<lq	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	<lq	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	<lq	<lq
Antracene		47	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	<lq	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	<lq	0,2
Benzo (a) antracene	75	75	1,3	1,3	1,4	2,5	1,3	1,2	1,3	1,0	1,1	1,0	1,2	1,4	1,1	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2
Benzo (a) pirene	80	80	1,1	1,3	1,3	2,4	1,2	1,2	1,4	1,0	0,9	0,9	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,0	1,0	1,1
Benzo (b) fluorantene	40	40	7,3	5,2	13,2	7,8	7,5	7,0	7,4	5,8	5,5	5,4	4,9	6,9	5,9	6,7	6,6	6,3	4,6	4,1	3,8	6,1
Benzo (g, h,i) perilene	55	55	6,4	6,5	7,0	8,1	7,1	6,9	7,3	5,6	4,8	5,6	7,0	7,4	6,6	7,3	6,8	7,0	7,1	6,1	5,9	6,1
Benzo (k) fluorantene	20	20	3,1	4,7	<lq	5,2	1,4	4,0	4,0	2,7	3,3	3,3	<lq	1,1	3,9	1,2	4,0	4,0	<0,2	3,7	<0,2	2,1
Crisene	108	108	3,0	3,0	3,4	4,4	3,1	2,9	3,2	2,4	2,2	2,2	3,1	3,0	2,7	3,1	2,7	3,0	3,1	2,7	<0,2	2,6
Dibenzo (a, h)antracene		6	<lq	4,1	<lq	5,1	<lq	4,5	4,5	<lq	<0,2	3,8	0,7	<lq	<lq	4,2	<lq	<lq	0,5	0,7	0,5	<lq
Fenantrene	87	87	1,8	1,5	2,0	1,1	1,8	0,9	1,4	1,4	1,2	1,2	1,5	2,0	0,3	1,2	1,7	1,3	1,1	1,7	0,8	1,0
Fluorantene	110	113	2,0	2,1	2,1	3,3	2,3	1,8	2,1	1,5	1,5	1,5	2,1	2,0	1,4	1,8	1,8	1,9	1,8	1,7	1,6	1,7
Fluorene	21	21	5,7	1,8	4,6	3,8	6,5	5,1	4,9	2,5	5,8	4,2	5,6	6,3	5,7	5,5	6,2	7,6	1,2	8,7	7,8	5,9
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	70	70	13,0	11,4	13,2	15,1	14,0	14,0	14,1	11,1	9,6	11,0	14,0	14,1	12,9	14,5	13,6	13,7	13,9	12,2	11,8	12,0
Naftalene	35	35	2,4	7,8	0,2	<lq	<lq	<lq	<lq	0,3	0,2	0,7	0,2	0,2	<lq	0,2	0,8	<lq	4,2	<lq	0,3	
Pirene	153	153	1,8	1,9	1,9	2,8	1,8	1,7	1,9	1,3	1,2	1,3	1,6	1,7	1,3	1,6	1,6	1,6	1,6	1,4	1,3	1,6
<b>IPA Totali</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>51,1</b>	<b>53,7</b>	<b>52,0</b>	<b>62,5</b>	<b>50,3</b>	<b>52,2</b>	<b>54,6</b>	<b>38,1</b>	<b>38,4</b>	<b>44,2</b>	<b>44,5</b>	<b>50,1</b>	<b>43,8</b>	<b>51,0</b>	<b>49,7</b>	<b>51,2</b>	<b>37,7</b>	<b>51,8</b>	<b>37,0</b>	<b>43,6</b>

	DM 173/16	LCB/PP	6° survey post lavori																			
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
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	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq
Antracene		47	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq
Benzo (a) antracene	75	75	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq
Benzo (a) pirene	80	80	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq
Benzo (b) fluorantene	40	40	4,0	5,0	5,0	5,0	3,0	3,0	5,0	6,0	5,0	6,0	3,0	4,0	4,0	4,0	5,0	4,0	6,0	3,0	3,0	4,0
Benzo (g, h,i) perilene	55	55	3,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0	3,0	4,0	5,0
Benzo (k) fluorantene	20	20	2,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	3,0
Crisene	108	108	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq
Dibenzo (a, h)antracene		6	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq
Fenantrene	87	87	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Fluorantene	110	113	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Fluorene	21	21	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	70	70	6,0	8,0	6,0	7,0	8,0	9,0	8,0	11,0	10,0	9,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0	9,0	10,0	8,0	11,0	9,0
Naftalene	35	35	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq
Pirene	153	153	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq
<b>IPA Totali</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>19,0</b>	<b>24,0</b>	<b>22,0</b>	<b>23,0</b>	<b>20,0</b>	<b>23,0</b>	<b>22,0</b>	<b>27,0</b>	<b>25,0</b>	<b>25,0</b>	<b>19,0</b>	<b>20,0</b>	<b>25,0</b>	<b>25,0</b>	<b>27,0</b>	<b>26,0</b>	<b>30,0</b>	<b>20,0</b>	<b>25,0</b>	<b>25,0</b>



**Fig. 3.3** - Concentrazioni ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s.) di IPA nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. C4 e D4 = siti posizionati sul sea-line; K = controlli.

### 3.1.3. IDROCARBURI TOTALI

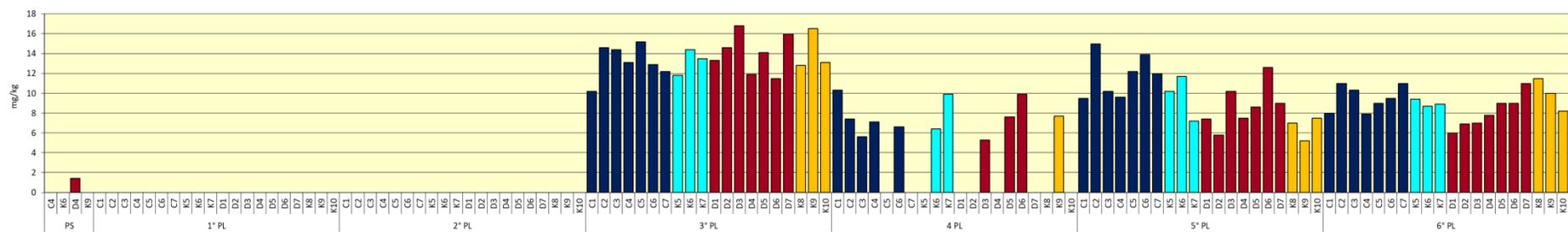
Gli idrocarburi leggeri (C<12) non sono stati rilevati né prima, né dopo la posa della condotta. Gli idrocarburi pesanti (C>12), invece, erano già presenti nel pre-survey nel sito D4 (Tab. 3-III e fig. 3.4). Non quantificabili nei primi due monitoraggi successivi all'installazione della condotta, nel 3° post sono stati rilevati ovunque ma con tenori molto bassi in tutti i casi, tanto da ritenere trascurabili le differenze tra i siti.

Nel survey successivo è avvenuta una riduzione che ha portato alla non quantificazione in alcune stazioni.

Nell'inverno 2018 sono stati rilevati comportamenti differenti tra i siti e alcuni tenori lungo i transetti sono risultati superiori a quelli dei controlli; tuttavia, anche in questo caso le concentrazioni erano troppo modeste per poter ritenere degne di nota le differenze. Nel 6° post lavori le variazioni sono state minime ed è stata riscontrata un'omogeneità ancora maggiore tra transetti e riferimenti. Tale comportamento testimonia l'assenza di alterazione da parte di questi contaminanti conseguente alla presenza del sea-line.

**Tab. 3-III** - Concentrazioni degli Idrocarburi totali pesanti (C>12; mg/kg s.s.) rilevati nell'intero periodo di osservazione. In rosso i siti posti in corrispondenza del sea-line. lq = limite di quantificazione. PS = pre-survey; PL = post lavori di installazione.

	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		< lq	< lq	10,2	10,3	9,5	8,0
C2		< lq	< lq	14,6	7,4	15,0	11,0
C3		< lq	< lq	14,4	5,6	10,2	10,3
C4	< lq	< lq	< lq	13,1	7,1	9,6	7,9
C5		< lq	< lq	15,2	< lq	12,2	9,0
C6		< lq	< lq	12,9	6,6	13,9	9,5
C7		< lq	< lq	12,2	< lq	12,0	11,0
K5		< lq	< lq	11,8	< lq	10,2	9,4
K6	< lq	< lq	< lq	14,4	6,4	11,7	8,7
K7		< lq	< lq	13,5	9,9	7,2	8,9
D1		< lq	< lq	13,3	< lq	7,4	6,0
D2		< lq	< lq	14,6	< lq	5,8	6,9
D3		< lq	< lq	16,8	5,3	10,2	7,0
D4	4,1	< lq	< lq	11,9	< lq	7,5	7,8
D5		< lq	< lq	14,1	7,6	8,6	9,0
D6		< lq	< lq	11,5	9,9	12,6	9,0
D7		< lq	< lq	16,0	< lq	9,0	11,0
K8		< lq	< lq	12,8	< lq	7,0	11,5
K9	< lq	< lq	< lq	16,5	7,7	5,2	10,0
K10		< lq	< lq	13,1	< lq	7,5	8,2



**Fig. 3.4** - Concentrazioni degli Idrocarburi totali pesanti (C>12) rinvenuti nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di osservazione. C4 e D4 = siti posizionati sul sea-line; K = controlli.

### 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. 3.5. 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** – Nel pre-survey l'alluminio era risultato leggermente più abbondante in C4 e D4 con il massimo (2,81%) nel primo sito. Nell'inverno 2016 (1° post lavori) le variazioni erano state lievi e i tenori bassi, incluso il picco rilevato in C5 (3,55%). Un valore del tutto confrontabile era stato registrato in C2 nell'estate successiva (3,43%), quando erano stati confermati tenori modesti e in linea tra i vari gruppi di siti. Anche nei due monitoraggi successivi non sono state rilevate discrepanze tra transetti e controlli, essendo le concentrazioni medie del tutto confrontabili.

Nel 5° survey post lavori l'alluminio era incrementato ovunque ma, anche in questo caso, non erano state osservate anomalie, come si evince da raffronto dei valori medi ( $\pm$  dev.st.; C:  $2,68 \pm 0,28$ ; KC:  $2,37 \pm 0,23$ ; D;  $3,78 \pm 0,22$ ; KD:  $3,12 \pm 0,61\%$ ). Nell'estate 2018 le variazioni non risultano concordi, ma anche in questo monitoraggio i tenori rimangono bassi e omogenei (C:  $2,65 \pm 0,28$ ; KC:  $2,45 \pm 0,10$ ; D;  $2,13 \pm 0,05$ ; KD:  $2,42 \pm 0,62\%$ ) e in nessun caso denotano la presenza di anomalie.

**Arsenico** – Questo metallo era risultato trascurabilmente inferiore nell'area destinata ad accogliere la condotta rispetto ai controlli. Dopo la posa della struttura era avvenuto un incremento tale che in diversi siti dei transetti e di controllo era stato superato l'LCRN. Nell'estate 2016 (2° post lavori) si era verificato un decremento generalizzato che non aveva interessato solo C6. Tuttavia, lungo C le concentrazioni risultavano quasi tutte superiori ai rispettivi controlli e in C3, C5 e C6, quest'ultimo caratterizzato dal picco stagionale (23,12 mg/kg), veniva superato l'LCRN. I tenori lungo transetto D erano più uniformi, comparabili ai controlli e inferiori all'LCRN.

Nell'inverno 2017 erano invece avvenuti degli incrementi che avevano comportato il superamento dell'LCRN ovunque eccetto D1 e D2.

Nel 4° post lavori l'arsenico era ancora aumentato lungo C e in D1 e D2, ma i tenori erano complessivamente omogenei senza picchi anomali, situazione rimasta stabile nel 5° post

lavori, survey in cui tutti i valori (tranne K7) superavano, seppur di poco, l'LCRN.

Nell'ultimo monitoraggio è avvenuto un ulteriore aumento quasi ovunque con il raggiungimento del massimo assoluto in C6 (24,75 mg/kg), risultato comunque simile a K5. I tenori medi sono rimasti ancora del tutto confrontabili tra transetti e controlli (C: 18,19±4,19; KC: 17,22±6,99; D: 17,27±3,37; KD: 17,10±0,28 mg/kg).

Rispetto al pre-survey questo metallo ha mostrato un generale incremento che, seppur modesto, ha comportato il superamento dell'LCRN; tale situazione è stata rilevata anche nei siti di riferimento, pertanto non indica un'alterazione dovuta alla presenza del sea-line.

**Bario** – Il bario è presente nell'area di indagine in concentrazioni estremamente basse come indicato dal pre-survey quando erano risultate tutte inferiori a 70 mg/kg.

Dopo la posa era avvenuto un lieve incremento generalizzato con valori, seppur modesti, superiori lungo i transetti, mentre nell'estate 2016 (2° post lavori) le variazioni non erano state univoche e alcune concentrazioni lungo C e lungo tutto il transetto D continuavano a essere trascurabilmente superiori rispetto a quelle dei controlli corrispondenti. Nell'inverno 2017 si era verificata una riduzione in molte stazioni del transetto C, mentre in quelle posizionate lungo D e i corrispondenti controlli K8-K10 erano avvenuti dei leggeri aumenti senza, tuttavia, comportare differenze tra i gruppi di siti. Nell'estate successiva le concentrazioni rilevate in C erano risultate quasi tutte leggermente superiori a quelle dei rispettivi riferimenti, come indicato dalle medie (C: 50,92±6,94; K5-K7: 39,44±3,42 mg/kg), fatto non riscontrato negli due gruppi di siti (D: 49,97±4,70; K8-K10: 51,04±14,41 mg/kg).

Il dato più interessante dell'inverno 2018 è rappresentato dall'incremento rilevato lungo il transetto D dove, tuttavia, i tenori sono rimasti confrontabili con il controllo K8 escludendo uno stato di alterazione, anche in considerazione della modestia dei valori assoluti. Niente da segnalare per il transetto C.

Nell'estate 2018 le concentrazioni sono risultate nuovamente in linea con il pre-survey e confrontabili (C: 55,86±6,46; KC: 50,18±2,47; D: 60,87±9,09; KD: 54,41±16,87 mg/kg), confermando che questo metallo non è influenzato dalla presenza della condotta sottomarina.

**Cadmio** – In tutto il periodo le concentrazioni di questo metallo sono risultate notevolmente inferiori all'LCRN. Nel pre-survey era apparso trascurabilmente più concentrato in C4 e D4 rispetto ai riferimenti. Nel 1° post lavori i tenori erano molto omogenei tra loro e nel monitoraggio successivo era avvenuto un decremento ovunque. Il transetto C era comparabile o inferiore ai controlli, mentre lungo D le concentrazioni erano

apparse leggermente superiori ai rispettivi riferimenti eccetto in D7 risultato perfettamente in linea. Nell'inverno 2017 era stato osservato un decremento lungo C e nei siti D1 e D2; le concentrazioni lungo i transetti apparivano inferiori o comparabili a quelle dei controlli. Al contrario, nell'estate seguente era avvenuto un aumento lungo C diventato completamente comparabile ai riferimenti. Una notevole omogeneità era stata riscontrata anche tra D e siti K8-K10. Nell'inverno 2018 le concentrazioni erano ancora diffusamente basse e omogenee tra loro oscillando intorno alla media complessiva di  $0,068 \pm 0,010$  mg/kg, dati perfettamente confermati nell'estate 2018.

Rispetto al pre-survey le variazioni osservate nell'intero periodo non sono degne di nota.

**Cromo** – Sin dal pre-survey il contenuto di cromo è sempre stato superiore all'LCRN ovunque. Pertanto, tale superamento non è imputabile alla presenza della condotta. Nel 1° post lavori i tenori lungo C erano risultati quasi tutti superiori ai riferimenti con un picco in C5 (86,07 mg/kg); lungo D, invece, la maggior parte delle concentrazioni era comparabile a quelle di K8-K10. Nel 2° post lavori si era creata una maggiore uniformità tra transetti e riferimenti. Il massimo era stato registrato in C2 (87,02 mg/kg), valore molto simile a D7 (85,45 mg/kg). Nel 3° post lavori è stata confermata l'omogeneità, ma rispetto al monitoraggio precedente le variazioni non erano state univoche, essendosi verificati aumenti in alcuni siti e riduzioni in altri. Nell'estate 2017 non erano avvenuti particolari cambiamenti lungo C, mentre nei controlli K5-K7 il cromo si era lievemente ridotto. Anche lungo D i tenori erano diminuiti diventando inferiori ai controlli K9 e K10. Comunque, mediamente non si riscontravano differenze tra i gruppi di siti (C:  $67,99 \pm 4,99$ ; K5-K7:  $61,25 \pm 4,63$ ; D:  $55,85 \pm 2,53$ ; K8-K10:  $63,64 \pm 11,46$  mg/kg).

Nell'inverno 2018 è stato evidenziato solo il leggero incremento lungo D i cui tenori, nonostante il massimo assoluto in D1 (92,46 mg/kg), sono comunque rimasti in linea con il controllo K8.

Anche nell'ultimo monitoraggio non sono avvenute variazioni degne di nota lungo C dove la concentrazione media ( $72,80 \pm 4,39$  mg/kg) è risultata inferiore al tenore di C4 registrato nel pre-survey (79,16 mg/kg), mentre lungo D è avvenuta una flessione con il raggiungimento di un tenore medio ( $65,14 \pm 8,44$  mg/kg) del tutto simile al pre-survey (D4: 66,76 mg/kg).

Nel complesso, pertanto, non si individuano segnali di alterazione riconducibili alla presenza del sea-line.

**Tab. 3-IV** - Concentrazioni dei metalli in tracce (mg/kg s.s.; Al e Fe espressi in %) nei sedimenti prelevati durante il pre-survey (PS) e nei 6 monitoraggi post lavori di installazione (PL). Per i metalli per i quali nel DM 173/2016 è riportato il limite chimico di riferimento nazionale (LCRN) sono stati evidenziati in neretto i superamenti di tale limite. C4 e D4 = siti posti in corrispondenza del sea-line.

	Alluminio							Arsenico							Bario						Cadmio							
								LCRN = 12 mg/kg													LCRN = 0,3 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	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
<b>C1</b>		3,1	2,76	2,69	2,61	2,43	2,45		<b>14,36</b>	10,53	<b>13,32</b>	<b>13,93</b>	<b>14,27</b>	<b>18,86</b>		76,10	59,12	57,09	60,3	51,25	52,98		0,069	0,062	0,052	0,063	0,071	0,085
<b>C2</b>		2,85	3,43	3,11	2,49	2,47	2,61		<b>14,43</b>	11,93	<b>13,41</b>	<b>16,72</b>	<b>14,89</b>	<b>13,15</b>		65,99	78,32	68,98	58,21	50,36	53,13		0,067	0,061	0,038	0,062	0,074	0,078
<b>C3</b>		2,57	2,84	2,13	2,34	2,36	2,87		<b>16,02</b>	<b>14,61</b>	<b>14,98</b>	<b>16,18</b>	<b>12,99</b>	<b>16,61</b>		59,33	58,90	45,61	50,55	49,18	63,29		0,071	0,058	0,047	0,064	0,084	0,078
<b>C4</b>	<b>2,81</b>	<b>2,86</b>	<b>3,25</b>	<b>2,35</b>	<b>2,42</b>	<b>3,13</b>	<b>2,51</b>	<b>9,64</b>	<b>14,84</b>	<b>8,73</b>	<b>15,79</b>	<b>16,05</b>	<b>13,53</b>	<b>17,77</b>	<b>59,16</b>	<b>64,35</b>	<b>70,14</b>	<b>49,99</b>	<b>53,02</b>	<b>65,63</b>	<b>51,79</b>	<b>0,098</b>	<b>0,076</b>	<b>0,063</b>	<b>0,047</b>	<b>0,065</b>	<b>0,080</b>	<b>0,079</b>
<b>C5</b>		3,55	2,64	2,39	2,01	2,72	2,79		<b>15,44</b>	<b>14,66</b>	<b>14,74</b>	<b>16,76</b>	<b>12,66</b>	<b>13,96</b>		81,29	54,92	50,57	44,45	57,32	58,31		0,073	0,056	0,043	0,064	0,080	0,079
<b>C6</b>		2,61	2,82	2,41	1,85	2,74	2,24		<b>16,37</b>	<b>23,12</b>	<b>14,60</b>	<b>15,92</b>	<b>14,80</b>	<b>24,75</b>		59,29	59,97	49,66	41,07	55,35	46,90		0,074	0,047	0,037	0,059	0,073	0,078
<b>C7</b>		2,35	2,59	2,48	2,24	2,91	3,07		<b>14,44</b>	10,64	<b>15,19</b>	<b>14,5</b>	<b>15,31</b>	<b>22,20</b>		52,55	54,32	52,37	48,80	60,19	64,62		0,078	0,046	0,045	0,064	0,070	0,079
<b>K5</b>		2,49	2,55	2,73	1,93	2,10	2,53		<b>11,39</b>	9,87	<b>13,45</b>	<b>13,93</b>	<b>12,89</b>	<b>24,30</b>		55,37	51,27	54,36	40,67	42,19	52,03		0,081	0,052	0,063	0,06	0,066	0,077
<b>K6</b>	2,26	1,92	2,58	2,31	1,85	2,46	2,34	10,33	<b>16,66</b>	10,83	<b>15,21</b>	<b>14,44</b>	11,44	10,33	46,38	41,90	52,86	47,32	35,57	48,10	47,38	0,069	0,074	0,059	0,055	0,062	0,069	0,074
<b>K7</b>		2,07	2,44	2,37	1,96	2,54	2,47		<b>13,76</b>	9,20	<b>14,66</b>	<b>15,99</b>	10,05	<b>17,04</b>		44,89	49,32	47,31	42,08	52,18	51,12		0,074	0,06	0,059	0,072	0,040	0,072
<b>D1</b>		2,33	2,2	2,09	1,66	4,07	2,30		11,24	10,79	10,36	<b>12,34</b>	<b>14,56</b>	11,27		62,24	55,87	50,47	44,92	129,23	60,83		0,071	0,064	0,037	0,061	0,063	0,067
<b>D2</b>		2,08	2,18	2,22	2,06	3,71	2,62		10,41	10,88	9,93	<b>13,06</b>	<b>14,42</b>	<b>18,08</b>		60,33	56,06	61,91	54,62	120,19	70,05		0,075	0,056	0,036	0,056	0,056	0,057
<b>D3</b>		2,62	1,89	2,81	1,88	3,49	2,43		<b>12,11</b>	8,77	<b>13,13</b>	<b>13,13</b>	<b>15,50</b>	<b>15,98</b>		78,38	49,50	74,37	51,50	108,63	74,46		0,072	0,056	0,055	0,062	0,071	0,047
<b>D4</b>	<b>2,36</b>	<b>2,51</b>	<b>2,41</b>	<b>2,4</b>	<b>1,64</b>	<b>3,61</b>	<b>1,96</b>	<b>8,89</b>	<b>12,82</b>	<b>8,57</b>	<b>13,16</b>	<b>12,52</b>	<b>15,45</b>	<b>16,25</b>	<b>67,06</b>	<b>76,14</b>	<b>59,46</b>	<b>66,49</b>	<b>48,05</b>	<b>112,24</b>	<b>59,63</b>	<b>0,077</b>	<b>0,076</b>	<b>0,059</b>	<b>0,057</b>	<b>0,063</b>	<b>0,060</b>	<b>0,048</b>
<b>D5</b>		2,85	2,29	2,69	1,86	3,69	2,18		<b>14,56</b>	10,22	<b>14,47</b>	<b>12,40</b>	<b>14,00</b>	<b>22,35</b>		82,00	61,10	71,86	57,32	114,32	60,44		0,076	0,054	0,061	0,063	0,070	0,061
<b>D6</b>		2,05	2,33	2,61	1,47	3,95	1,73		<b>14,32</b>	10,08	<b>13,47</b>	<b>12,62</b>	<b>14,44</b>	<b>18,59</b>		63,47	58,65	71,11	45,31	116,98	51,53		0,074	0,054	0,058	0,062	0,065	0,069
<b>D7</b>		2,42	2,95	2,38	1,72	3,98	1,69		9,99	7,41	<b>13,71</b>	12,04	<b>16,51</b>	<b>18,35</b>		71,26	74,53	60,46	48,05	115,23	49,15		0,079	0,045	0,061	0,066	0,077	0,065
<b>K8</b>		2,17	2,11	2,49	1,52	3,82	1,79		<b>12,51</b>	7,82	<b>13,60</b>	<b>13,91</b>	<b>16,58</b>	<b>16,88</b>		49,55	42,08	51,79	34,45	114,42	37,51		0,074	0,042	0,066	0,063	0,053	0,074
<b>K9</b>	2,22	2,72	2,43	2,98	2,51	2,74	3,02	9,99	10,34	9,39	<b>13,52</b>	<b>13,29</b>	<b>14,74</b>	<b>17,00</b>	46,28	63,63	51,45	65,36	58,18	58,41	71,26	0,072	0,081	0,045	0,056	0,062	0,063	0,070
<b>K10</b>		2,42	2,22	2,39	2,74	2,81	2,46		<b>14,11</b>	8,06	<b>12,36</b>	<b>12,81</b>	<b>14,47</b>	<b>17,41</b>		54,05	44,52	62,25	60,49	66,98	54,48		0,077	0,048	0,059	0,062	0,072	0,073

Tab. 3-IV – Continuo.

	Cromo							Rame							Ferro						Gallio								
	LCRN = 50							LCRN = 40 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	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	
C1		73,83	73,78	81,25	74,81	72,59	69,72		16,8	16,12	18,08	13,43	17,02	16,00		2,55	2,54	2,92	2,39	2,67	2,39		10,23	7,59	< 1,20	6,36	11,10	12,76	
C2		67,18	87,02	84,87	72,35	69,80	73,04		15,94	17,32	16,6	13,25	15,23	15,94		2,48	2,89	2,8	2,33	2,47	2,40		4,74	10,58	3,68	8,91	10,07	12,30	
C3		67,22	77,61	67,17	69,79	68,81	78,02		16,24	17,25	15,58	14,86	15,51	17,06		2,44	2,71	2,5	2,53	2,50	2,59		2,76	13,15	< 1,20	5,63	9,63	13,70	
C4		79,16	73,55	83,36	72,13	68,34	78,19	70,81	16,61	18,92	16,96	17,08	13,81	15,69	16,87	2,82	2,68	2,76	2,67	2,40	2,61	2,46	7,02	1,82	9,38	2,55	4,96	11,46	11,91
C5		86,07	71,90	70,90	63,66	72,78	73,90		20,62	15,2	16,75	14,38	14,86	15,75		3,19	2,42	2,62	2,38	2,50	2,41		7,41	6,50	1,81	6,95	10,49	13,44	
C6		69,36	73,53	69,05	60,25	74,07	66,04		19,02	15,35	15,32	13,76	15,57	16,25		2,76	2,50	2,49	2,28	2,58	2,36		7,30	8,76	2,95	4,69	10,89	11,36	
C7		62,14	72,92	72,43	66,72	78,38	78,10		17,68	16,36	16,03	14,07	16,08	16,38		2,46	2,48	2,6	2,36	2,70	2,51		2,92	7,18	< 1,20	8,35	10,98	13,47	
K5		62,62	69,58	79,5	58,24	65,87	68,83		15,47	14,27	16,17	11,8	13,48	14,60		2,39	2,35	2,73	2,06	2,24	2,30		8,87	8,95	6,06	3,98	9,38	13,26	
K6	63,32	56,88	70,37	74,26	58,93	73,17	66,00	13,34	15,34	15,6	15,94	14,86	13,36	14,30	2,27	2,25	2,43	2,63	2,26	2,32	2,19	6,17	7,01	10,57	3,02	7,87	9,12	11,50	
K7		60,88	66,60	70,95	66,59	67,22	67,30		14,9	13,68	15,42	11,85	13,71	14,45		2,22	2,28	2,55	2,13	2,29	2,26		5,54	8,78	1,40	7,49	10,21	12,43	
D1		61,85	64,05	60,68	54,94	92,46	67,91		15	14,14	12,6	11,56	16,72	15,51		2,24	2,27	2,15	2,04	2,81	2,32		5,86	8,25	3,61	4,55	14,81	11,53	
D2		55,33	65,38	64,72	59,58	82,41	74,54		14,17	13,93	13,91	11,5	13,89	16,33		2,2	2,25	2,32	2,12	2,52	2,52		5,90	8,83	2,60	6,65	12,95	13,84	
D3		65,29	60,27	82,24	58,23	83,68	75,52		16,18	13,61	16,74	11,76	14,59	17,17		2,49	2,09	2,83	2,14	2,60	2,56		5,67	7,47	4,08	4,29	12,81	11,89	
D4	66,76	63,43	65,41	69,34	54,67	85,51	61,88	13,49	16,42	13,87	14,48	11,58	14,66	15,77	2,35	2,39	2,25	2,40	2,00	2,61	2,26	6,46	5,98	7,46	2,81	1,90	14,24	10,89	
D5		72,55	63,77	79,84	56,24	86,33	66,36		17,59	13,79	17,48	11,51	14,30	15,27		2,67	2,20	2,82	2,05	2,55	2,25		9,55	10,86	5,25	6,94	13,89	12,09	
D6		54,56	66,17	75,8	51,81	91,90	55,89		14,79	14,1	15,56	11,43	15,69	14,28		2,19	2,17	2,55	1,95	2,77	2,10		2,32	6,30	5,36	4,87	15,07	9,35	
D7		60,81	85,45	76,46	55,5	90,90	53,89		15,34	15,89	15,68	12,07	16,09	14,06		2,32	2,52	2,52	2,06	2,83	2,04		9,50	9,01	< 1,20	5,98	15,04	9,92	
K8		56,24	61,50	75,63	50,55	87,30	56,58		14,21	13,3	16,79	10,81	14,26	13,55		2,23	2,16	2,78	1,93	2,62	2,06		4,68	8,12	< 1,20	4,06	13,84	10,42	
K9	62,42	63,78	68,68	81,95	68,53	71,94	75,84	12,86	14,73	14,18	15,4	12,28	13,34	14,29	2,23	2,33	2,39	2,67	2,26	2,33	2,37	6,59	4,00	9,48	4,87	7,16	10,48	13,54	
K10		63,52	61,75	71,13	71,84	76,45	67,66		15,71	12,24	15,58	12,9	13,59	13,51		2,37	2,14	2,42	2,23	2,28	2,17		5,88	4,82	1,60	7,36	11,16	12,09	

Tab. 3-IV – Continuo.

	Indio							Magnesio							Manganese							Mercurio						
																						LCRN = 0,3 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	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
<b>C1</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,64	1,69	1,55	1,49	2,08	1,88		979,90	906,18	1230,56	929,45	1402,48	1006,42		0,039	0,042	0,042	0,045	0,052	0,039
<b>C2</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,55	1,91	1,50	1,47	1,90	1,82		812,50	1060,27	1194,60	1009,72	956,51	941,87		0,039	0,043	0,037	0,043	0,050	0,040
<b>C3</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,56	1,82	1,36	1,55	1,93	1,97		936,60	1087,04	1172,62	985,93	1033,80	1036,19		0,038	0,048	0,041	0,045	0,052	0,038
<b>C4</b>	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	2,02	1,64	1,85	1,42	1,49	1,97	1,85	1318,50	1011,60	1188,33	1260,94	863,15	1174,43	1121,03	0,042	0,041	0,042	0,041	0,045	0,046	0,039
<b>C5</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,90	1,68	1,42	1,48	1,91	1,80		1192,00	1045,46	1245,63	889,61	1180,37	1209,26		0,042	0,041	0,040	0,045	0,054	0,041
<b>C6</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,66	1,70	1,36	1,48	1,95	1,80		1220,10	804,66	1131,67	1031,49	1302,40	1128,47		0,041	0,045	0,039	0,046	0,052	0,039
<b>C7</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,56	1,69	1,41	1,48	2,00	1,85		1021,80	812,26	1112,57	1070,79	1400,28	1049,03		0,043	0,041	0,039	0,043	0,055	0,042
<b>K5</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,61	1,76	1,60	1,48	1,93	1,88		848,60	974,05	1054,94	1004,07	1033,01	1162,54		0,045	0,037	0,035	0,055	0,045	0,036
<b>K6</b>	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,86	1,57	1,84	1,59	1,46	1,97	1,81	959,10	889,80	1057,1	1271,31	1081,26	1049,02	946,98	0,035	0,030	0,037	0,034	0,043	0,043	0,032
<b>K7</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,56	1,75	1,47	1,48	1,92	1,89		873,00	870,3	1149,48	828,57	990,11	1158,38		0,035	0,036	0,039	0,040	0,045	0,033
<b>D1</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,59	1,72	1,34	1,45	2,29	1,91		885,10	752,58	761,67	916,75	1136,59	997,88		0,037	0,039	0,035	0,043	0,051	0,036
<b>D2</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,56	1,69	1,41	1,46	2,07	2,03		738,60	747,91	877,96	804,16	964,44	1029,51		0,041	0,040	0,040	0,041	0,053	0,038
<b>D3</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,70	1,59	1,59	1,42	2,12	2,06		978,30	888,29	1181,80	943,03	1156,07	913,38		0,036	0,039	0,047	0,045	0,043	0,036
<b>D4</b>	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,96	1,63	1,68	1,44	1,43	2,10	1,84	963,40	833,80	868,33	1101,86	813,50	926,44	900,35	0,037	0,036	0,039	0,038	0,043	0,051	0,041
<b>D5</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,77	1,65	1,57	1,42	2,07	1,80		982,70	741,62	1324,83	729,33	875,35	1051,14		0,044	0,042	0,037	0,043	0,050	0,039
<b>D6</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,53	1,68	1,47	1,39	2,22	1,74		871,90	882,54	966,55	826,04	1209,85	902,62		0,044	0,045	0,037	0,044	0,048	0,036
<b>D7</b>		0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,58	1,83	1,45	1,42	2,25	1,70		802,90	919,68	1021,92	791,74	1170,84	978,32		0,038	0,039	0,050	0,046	0,051	0,044
<b>K8</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,57	1,62	1,55	1,43	2,13	1,73		908,30	643,35	999,70	911,22	954,20	1018,89		0,031	0,035	0,036	0,039	0,043	0,034
<b>K9</b>	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,99	1,59	1,76	1,52	1,50	1,92	1,94	1112,10	745,10	953,52	1215,7	1040,46	1077,33	902,66	0,035	0,031	0,037	0,034	0,042	0,048	0,033
<b>K10</b>		0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		1,62	1,61	1,42	1,48	1,92	1,76		1013,40	711,25	1183,46	999,62	885,69	959,59		0,034	0,035	0,035	0,041	0,047	0,036

Tab. 3-IV – Continuo.

	Nichel							Piombo							Silicio						Stagno							
	LCRN = 30							LCRN = 30																				
	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
C1		55,64	59,44	66,97	53,24	59,13	60,46		15,16	18,29	13,00	14,73	18,88	18,68		214,68	25,41	95,05	98,06	71,44	128,03		3,05	2,36	1,33	1,79	1,24	<1,20
C2		51,62	64,59	65,41	51,67	54,03	58,72		15,90	16,91	14,47	14,44	18,19	19,44		164,93	11,54	139,67	62,89	82,96	89,86		<1,20	1,35	<1,20	<1,20	1,05	1,21
C3		54,20	63,26	58,19	56,84	54,93	62,53		15,17	17,15	12,09	15,94	19,70	23,32		125,93	30,97	35,92	54,52	60,97	122,92		1,51	2,44	<1,20	<1,20	1,05	<1,20
C4	65,05	60,09	64,52	60,72	52,25	56,70	60,35	13,11	15,79	16,77	13,19	14,16	18,35	20,01	10,96	181,01	42,39	46,22	34,41	65,57	60,46	2,61	<1,20	1,66	<1,20	<1,20	3,06	<1,20
C5		67,82	60,27	60,40	51,90	55,73	58,77		15,59	19,09	13,78	14,82	15,39	20,85		161,07	7,69	45,89	30,71	53,58	62,34		2,94	1,22	<1,20	2,73	1,11	<1,20
C6		60,10	57,48	56,65	51,45	56,30	57,10		16,45	19,20	13,95	14,08	18,91	21,83		145,83	19,79	61,04	41,14	67,72	70,39		<1,20	4,34	3,27	2,06	1,85	<1,20
C7		52,74	60,86	60,80	50,97	59,12	60,88		14,15	16,29	12,29	13,21	20,29	20,02		187,14	2,53	57,74	34,87	68,21	73,01		1,55	1,20	2,89	1,78	1,30	<1,20
K5		50,66	54,43	61,81	45,42	51,48	54,65		16,48	14,37	11,73	13,58	13,52	18,28		125,91	57,74	32,38	20,50	59,20	107,69		<1,20	3,82	<1,20	<1,20	0,67	<1,20
K6	50,40	50,16	57,79	61,94	51,64	52,76	53,22	11,39	16,39	13,42	12,11	13,44	15,88	18,60	5,62	125,00	94,50	52,90	24,88	64,08	108,39	<1,20	<1,20	5,07	5,19	<1,20	1,34	1,24
K7		48,58	54,67	57,39	50,24	47,87	53,57		15,47	13,86	11,70	15,07	14,58	18,45		109,78	33,24	19,12	138,02	42,77	75,56		<1,20	<1,20	<1,20	<1,20	<1,20	<1,20
D1		48,41	52,53	48,67	45,40	58,06	58,64		12,29	19,87	10,31	15,05	17,76	19,45		164,49	79,32	43,78	168,88	69,36	71,51		<1,20	2,23	<1,20	<1,20	2,11	<1,20
D2		45,91	52,72	51,56	46,58	50,75	58,73		12,69	15,23	11,00	14,66	20,54	22,02		140,96	30,61	58,17	131,61	79,35	69,74		1,25	<1,20	2,37	<1,20	2,48	<1,20
D3		49,58	50,93	61,38	48,69	53,54	64,52		15,79	15,87	11,08	15,76	15,86	19,79		182,22	19,98	42,64	137,00	70,88	63,44		<1,20	4,5	<1,20	<1,20	1,90	1,45
D4	51,53	49,62	50,37	50,87	44,92	53,04	54,71	12,01	15,39	16,62	11,52	14,61	19,54	20,30	5,43	105,19	52,62	25,78	117,51	75,23	56,55	1,96	<1,20	3,41	2,00	<1,20	3,14	<1,20
D5		55,69	50,92	63,82	45,00	53,24	54,33		17,08	16,61	12,75	15,86	18,28	20,98		135,72	73,67	20,78	107,17	52,68	82,87		<1,20	<1,20	<1,20	1,66	3,58	<1,20
D6		45,68	54,46	56,73	43,76	57,71	50,46		16,42	17,67	12,29	16,53	19,89	19,98		117,06	13,10	22,22	75,90	85,68	50,52		<1,20	2,08	<1,20	<1,20	3,78	1,99
D7		46,97	64,63	58,78	44,92	58,00	48,37		16,26	13,72	13,12	17,17	19,17	19,09		156,99	39,33	50,10	101,47	78,67	57,60		<1,20	2,38	1,97	2,32	2,44	<1,20
K8		45,67	51,03	62,38	43,24	53,82	50,35		16,00	14,70	12,85	15,93	20,67	18,87		132,42	14,25	26,79	102,28	104,92	60,28		<1,20	1,69	2,72	4,06	2,10	<1,20
K9	50,07	48,81	58,23	62,10	49,14	49,72	54,18	13,42	16,63	17,59	12,09	15,78	17,39	17,81	< 5	195,43	8,54	21,50	204,76	56,61	82,17	<1,20	<1,20	3,04	2,11	<1,20	2,42	<1,20
K10		50,39	50,51	55,41	49,26	49,02	51,90		18,09	15,42	15,85	15,40	15,28	16,19		158,00	14,78	21,84	124,27	74,21	64,48		<1,20	<1,20	1,87	3,40	2,53	<1,20

Tab. 3-IV – Continuo.

	Titanio							Vanadio							Zinco							Zirconio						
															LCRN = 100													
	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
<b>C1</b>		420,64	263,01	200,77	332,34	146,46	211,63		73,86	63,65	67,53	64	56,40	57,45		70,82	76,11	85,63	66,58	80,97	78,50		8,23	7,37	4,83	6,57	6,40	7,57
<b>C2</b>		340,45	393,8	366	259,48	187,12	222,88		69,44	78,17	73,48	61,48	55,53	58,39		68,59	86,00	80,79	65,36	72,80	79,65		7,72	8,45	5,28	6,24	6,57	7,69
<b>C3</b>		222,77	237,33	96,14	151,44	125,14	273,75		63,98	66,71	54,02	59,74	53,29	64,57		68,67	81,45	74,35	72,26	74,15	85,55		7,17	7,06	3,43	6,35	6,19	8,58
<b>C4</b>	132,78	275,64	330,24	113,84	207,32	316,40	137,42	68,09	70,06	72,63	58,82	60,15	65,32	57,09	83,74	75,50	84,10	79,89	67,64	76,27	81,81	5,25	7,63	8,36	3,72	6,29	7,54	7,85
<b>C5</b>		358,4	226,54	133,91	96,85	221,53	275,06		84,86	61,38	59,5	53,04	58,81	61,30		89,71	73,41	79,28	68,55	73,61	78,64		9,26	6,47	3,83	5,65	6,82	8,37
<b>C6</b>		174,57	295,52	168,94	77,22	213,25	132,25		67,46	63,72	59,32	49,28	60,38	52,61		79,81	75,25	73,97	65,32	75,92	79,30		7,57	6,80	3,73	5,25	6,93	7,06
<b>C7</b>		190,17	197,01	148,13	160,13	239,70	320,88		60,95	60,43	60,22	56,97	64,31	66,53		69,82	75,69	77,20	67,17	79,19	83,79		7,05	6,47	3,92	6,05	7,45	8,73
<b>K5</b>		283,71	295,47	284,08	173,26	165,49	238,45		63,25	59,66	67,56	50,2	48,59	56,87		67,18	68,88	76,99	58,05	65,04	74,53		7,09	6,49	5,13	5,21	5,76	7,66
<b>K6</b>	158,51	117,22	300,82	140,21	59,93	250,43	231,17	55,76	51,94	61,75	59,62	46,64	54,45	54,63	65,17	64,45	72,60	76,71	67,85	66,62	70,09	4,36	5,99	6,90	4,38	4,39	6,32	7,53
<b>K7</b>		170,19	265,8	162,53	196,87	275,04	275,53		53,59	57,8	58,69	50,83	55,36	56,07		63,45	68,24	73,38	59,33	62,32	73,52		6,57	6,66	4,40	5,22	6,80	7,81
<b>D1</b>		308,45	242,1	208,49	138,97	496,95	173,61		58,92	53,93	51,73	44,72	77,91	52,36		62,65	68,20	61,34	58,69	77,75	76,48		6,58	5,79	3,01	4,32	8,66	7,38
<b>D2</b>		195,9	223,62	216,8	225,21	449,12	256,53		53,08	52,2	54,47	51,89	70,27	59,62		62,8	68,79	66,87	60,39	70,11	84,45		5,94	5,54	3,30	5,07	7,75	8,29
<b>D3</b>		393,27	138,2	319,54	182,15	478,89	176,40		65,09	46,3	68,58	49,56	70,07	56,81		70,00	64,36	80,48	61,15	72,58	86,67		7,68	5,27	5,33	4,74	7,78	7,81
<b>D4</b>	182,57	315,43	304,78	283,11	134,26	469,03	100,63	56,78	61,65	56,01	58,64	43,93	71,18	46,32	68,65	67,24	67,67	67,91	57,40	72,38	76,01	4,57	6,88	5,95	3,91	4,29	7,93	6,34
<b>D5</b>		389,13	262,16	265,24	188,65	442,95	171,42		69,94	53,81	66,02	48,25	70,16	50,65		75,16	65,83	81,66	57,77	70,90	74,23		8,09	5,60	5,11	4,65	7,60	7,03
<b>D6</b>		201	193,57	302,39	84,84	484,26	70,42		52,86	55,34	62,45	40,31	77,09	41,21		62,26	70,11	73,06	57,04	78,21	71,41		6,18	5,59	4,62	3,90	8,48	5,74
<b>D7</b>		305,96	396,91	217,79	128,94	499,31	64,01		59,4	66,51	59,02	45,42	77,40	40,07		65,20	75,82	72,50	59,30	79,90	68,96		6,98	6,92	4,25	4,56	8,62	5,51
<b>K8</b>		251,42	193,93	208,53	137,81	463,67	104,63		56,86	52,09	62,31	42,45	74,45	42,97		62,49	65,48	80,92	53,98	73,68	68,12		6,28	5,91	4,63	4,05	8,26	5,98
<b>K9</b>	192,33	420,36	273,01	391,07	364,02	330,53	496,61	53,92	65,88	58,08	69,71	60,49	57,06	65,37	64,93	64,23	72,75	75,99	62,97	66,58	74,74	4,75	6,77	6,56	5,12	6,04	6,67	8,43
<b>K10</b>		264,17	270,38	207	372,37	378,44	319,42		60,07	53,01	60,63	60,76	58,39	55,82		67,8	63,99	70,14	62,94	60,67	70,35		6,89	5,88	4,51	5,84	6,86	7,66

Tab. 3-IV – Continuo.

OSSIDO di Zirconio							
	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		11,11	9,96	<6,52	<8,87	< 8,64	<10,21
C2		10,42	11,41	<7,13	<8,42	< 8,87	<10,39
C3		9,67	9,53	<4,63	<8,57	< 8,35	<11,58
C4	7,10	10,31	11,29	<5,02	<8,49	<10,18	<10,60
C5		12,50	8,74	<5,17	<7,63	< 9,20	<11,30
C6		10,22	9,18	<5,04	<7,09	< 9,35	<9,53
C7		9,52	8,73	<5,30	<8,16	< 10,06	<11,79
K5		9,57	8,76	<6,92	<7,04	< 7,78	<10,34
K6	5,88	8,08	9,31	<5,91	<5,92	< 8,53	<10,17
K7		8,87	8,99	<5,94	<7,05	< 9,17	<10,54
D1		8,89	7,81	<4,06	<5,83	< 11,69	<9,96
D2		8,02	7,48	<4,45	<6,85	< 10,46	<11,20
D3		10,36	7,12	<7,20	<6,39	< 10,50	<10,55
D4	6,17	9,29	8,03	<5,27	<5,80	< 10,70	<8,57
D5		10,92	7,56	<6,90	<6,28	< 10,25	<9,50
D6		8,35	7,54	<6,24	<5,27	< 11,44	<7,74
D7		9,43	9,34	<5,74	<6,15	< 11,63	<7,44
K8		8,48	7,97	<6,26	<5,47	< 11,15	<8,08
K9	6,42	9,14	8,86	<6,91	<8,15	< 9,00	<11,38
K10		9,30	7,93	<6,08	<7,88	< 9,26	<10,34

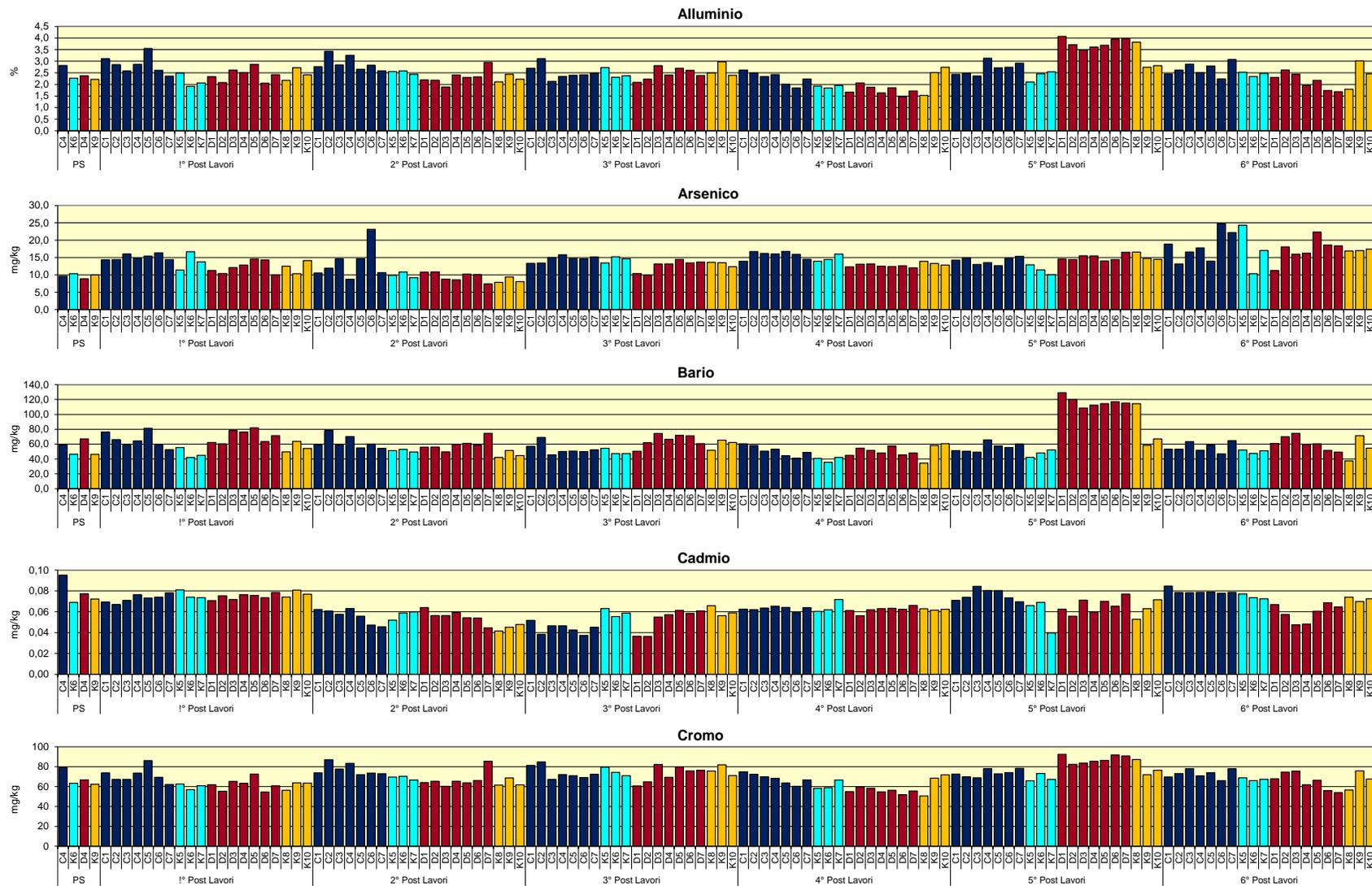


Fig. 3.5 - Concentrazioni (mg/kg; Al e Fe in %) dei metalli pesanti registrate nell'intero periodo di studio. C4 e D4 = siti posti sul sea-line. K = controlli.

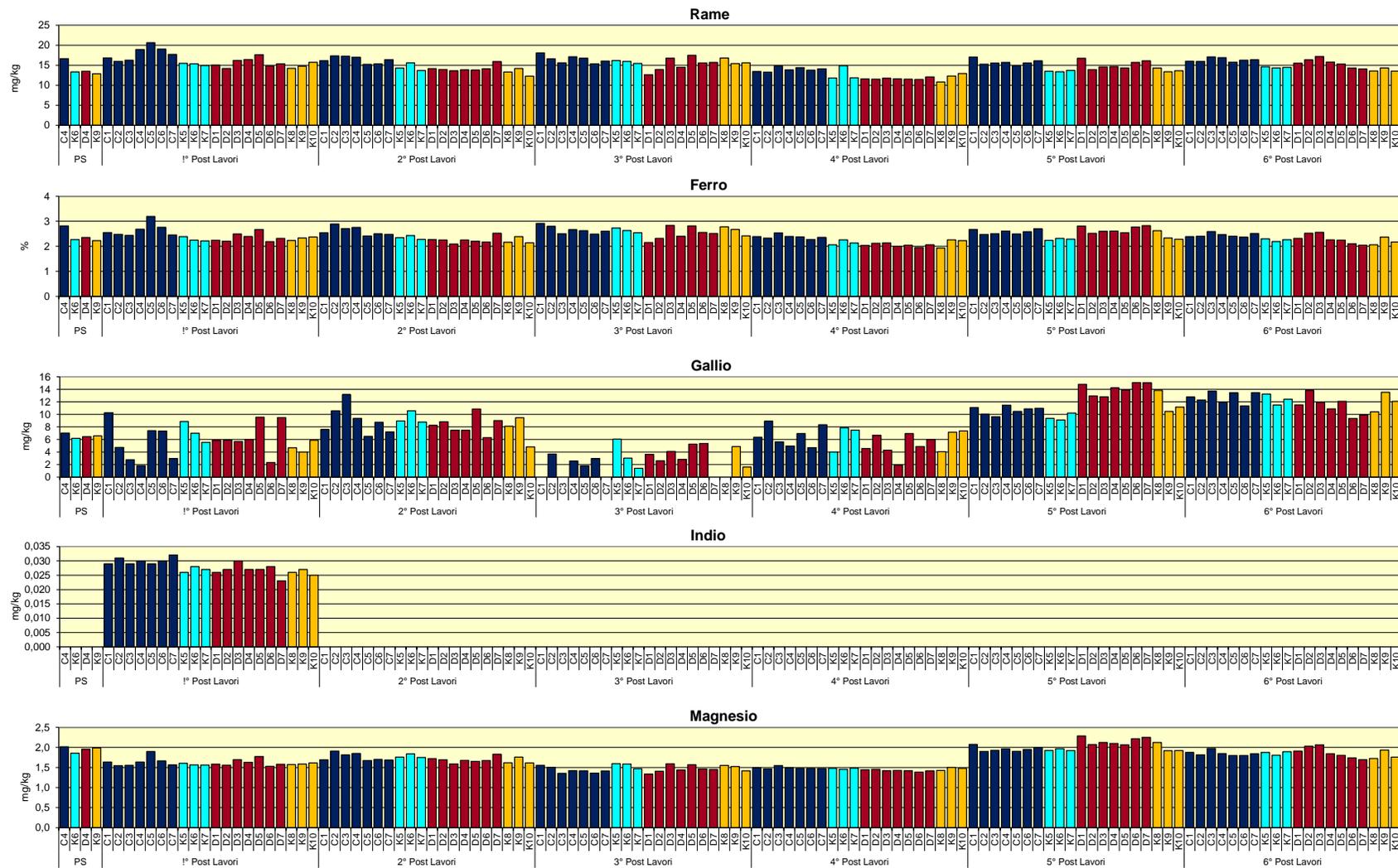


Fig. 3.5 – Continuo.



Fig. 3.5 – Continuo.

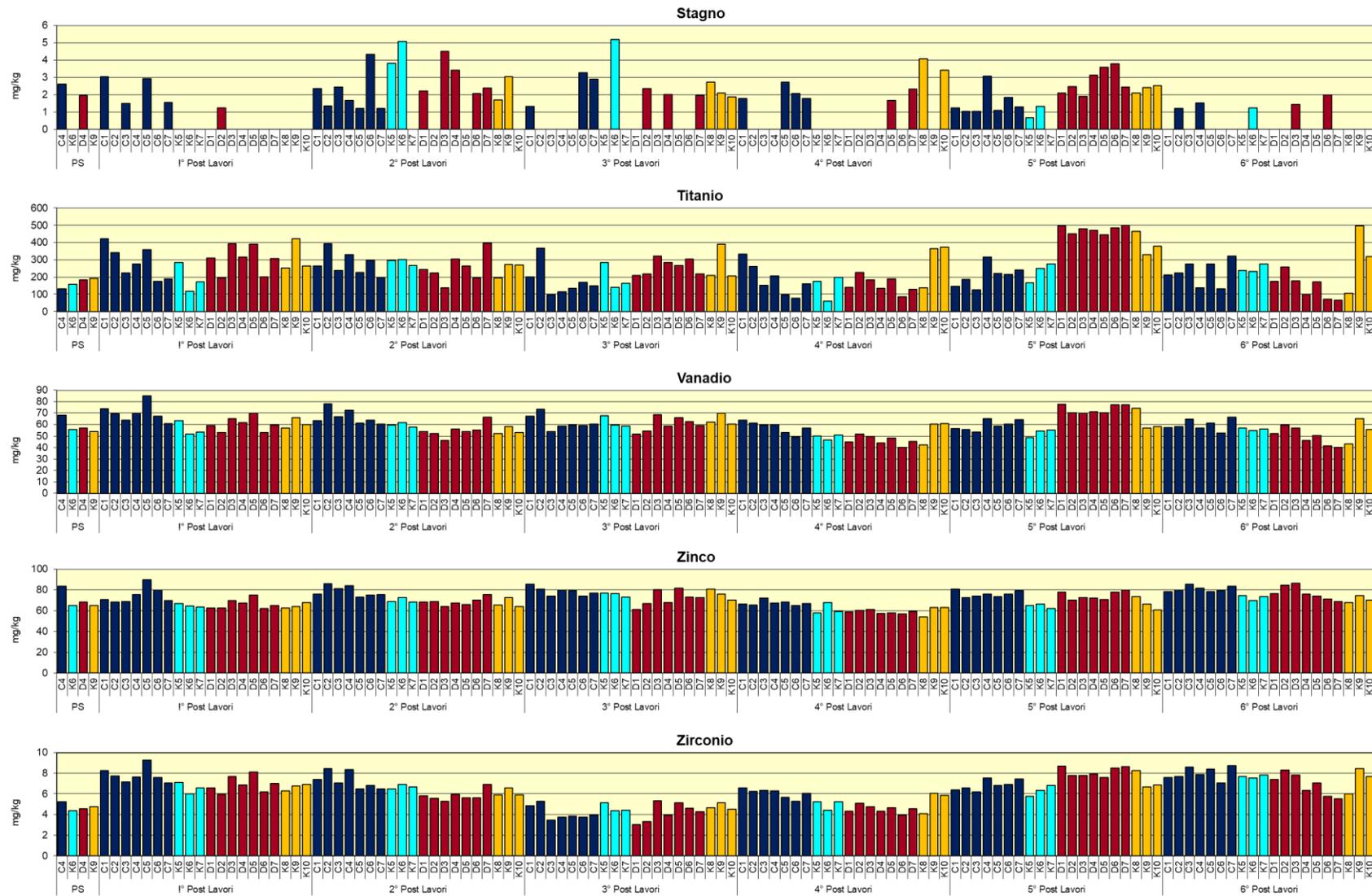


Fig. 3.5 – Continuo.

**Rame** – Anche il rame è presente nell'area di indagine in concentrazioni molto basse, tanto che le differenze spaziali e temporali riflettono delle oscillazioni naturali e non sono relazionabili alla presenza del sea-line.

Durante il pre-survey questo metallo era risultato trascurabilmente più concentrato nell'area della futura condotta rispetto ai controlli, soprattutto in C4. Questa situazione è rimasta simile anche nel 1° post lavori lungo C nel tratto C4-C7 e, lungo D, in D5. Nell'estate 2016 le concentrazioni erano diventate più omogenee e tali sono rimaste sino a fine periodo. Nell'ultimo monitoraggio, infatti, i tenori medi sono risultati confrontabili (C:  $16,32 \pm 0,49$ ; K5-K7:  $14,45 \pm 0,15$ ; D:  $15,48 \pm 1,09$ ; K8-K10:  $13,78 \pm 0,44$  mg/kg).

Rispetto al pre-survey non si evidenziano variazioni di rilievo. Si fa presente che per tutto il periodo di indagine le concentrazioni sono rimaste molto inferiori all'LCRN.

**Ferro** – Nel pre-survey la percentuale di ferro in C4 (2,82%) era trascurabilmente maggiore rispetto agli siti. Dopo la posa della condotta le concentrazioni sono sempre state confrontabili tra transetti e rispettivi riferimenti. Solo nel 1° survey post lavori erano stati rilevati dei tenori leggermente superiori rispetto ai controlli nel tratto C4-C6 e in D5.

Comunque, le percentuali sono sempre state così basse che le differenze tra i siti nell'ambito di un singolo monitoraggio e quelle tra i vari periodi di indagine sono davvero irrilevanti.

**Gallio** – Questo metallo era risultato omogeneamente distribuito durante il pre-survey, contrariamente a quanto osservato nei monitoraggi successivi. In generale, al di là delle variazioni da una stazione all'altra, sono avvenuti un aumento nell'estate 2016 (2° post lavori), una riduzione nell'inverno 2017 quando il metallo è addirittura sceso al di sotto del limite di rilevabilità in diversi siti, e un nuovo incremento nell'estate successiva quando, comunque, le concentrazioni medie erano risultate ancora confrontabili tra transetti e controlli (C:  $6,55 \pm 1,63$ ; K5-K7:  $6,45 \pm 2,14$ ; D:  $5,03 \pm 1,72$ ; K8-K10:  $6,19 \pm 1,85$  mg/kg). I tenori nei siti corrispondenti alla condotta sottomarina erano diminuiti rispetto al pre-survey, quelli dei riferimenti K6 e K9 erano invece aumentati.

Nell'inverno 2018 il gallio è aumentato ovunque, soprattutto lungo D, ma ciò non ha comportato differenze degne di nota tra i siti, neanche tra D e rispettivi riferimenti. Nell'ultimo survey il gallio ha continuato a incrementare lungo C mentre è diminuito lungo D, conservando in entrambi i casi tenori simili ai rispettivi controlli (C:  $12,71 \pm 0,89$ ; K5-K7:  $12,40 \pm 0,88$ ; D:  $11,36 \pm 1,49$ ; K8-K10:  $12,02 \pm 1,56$  mg/kg).

Rispetto al pre-survey è avvenuto un aumento un po' ovunque, indipendentemente dalla distanza dalla condotta, ma non si rilevano effetti di quest'ultima sulla distribuzione del

metallo.

**Indio** – L'indio è stato rilevato esclusivamente nell'inverno 2016 (1° survey post lavori di installazione) sia lungo i transetti che ai controlli, in concentrazioni prossime al limite di rilevabilità strumentale.

**Magnesio** – Il magnesio è sempre risultato estremamente omogeneo in tutto il periodo di osservazione. Le massime concentrazioni, comunque anch'esse molto modeste, sono state rilevate nel 5° post lavori (inverno 2018). Non si rilevano differenze tra il pre-survey e l'ultimo monitoraggio.

**Manganese** – Prima dell'installazione la concentrazione maggiore di manganese era stata rilevata in C4 (1315,54 mg/kg), seguita da quella in K9 (1112,45 mg/kg). Nel 1° post lavori era avvenuto un decremento e tutte le stazioni dei transetti apparivano confrontabili con i controlli eccetto quelle a SSW lungo C. Nel survey successivo erano aumentati i tenori da C2 a C4 e nei controlli K5 e K6, oltre che in D4 e K9, altrove si erano abbassati, ma in entrambi i casi le variazioni erano state spesso minime. Solo in C4 il contenuto di manganese appariva superiore a quelli dei rispettivi riferimenti, ma la concentrazione raggiunta era inferiore a quella del pre-survey.

Nell'inverno 2017 (3° post lavori) si registrava un incremento generalizzato, ma le concentrazioni erano rimaste confrontabili tra loro e inferiori a quella di C4 rilevata nel pre-survey, con l'unica eccezione, comunque minima, di D5.

Nell'estate successiva era stato osservato un generale decremento mentre nell'inverno 2018 il metallo era aumentato ovunque, presentando lungo i transetti valori tendenzialmente maggiori rispetto ai controlli. Le differenze erano comunque contenute: infatti anche i tenori più elevati osservati in C1 e C7 corrispondevano a solo 1,3 volte la media dei riferimenti e le concentrazioni medie (C: 1207,2±172,8; KC: 1024,0±30,5; D: 1062,8±135,9; KD: 972,4±97,1 mg/kg) risultavano comparabili.

Nell'estate 2018 i tenori sono risultati nuovamente tutti in linea, testimoniando che le variazioni osservate sono unicamente imputabili alle dinamiche naturali.

**Mercurio** – I valori di mercurio sono risultati sempre molto bassi e tutti ampiamente inferiori all'LCRN, tanto che le differenze tra i siti e tra le stagioni di campionamento sono da ritenere del tutto trascurabili. Non sono mai state evidenziate variazioni apprezzabili rispetto al pre-survey.

**Nichel** – Contrariamente al mercurio, il nichel ha sempre superato l'LCRN ovunque, anche nel pre-survey. Tuttavia, nel periodo di indagine non sono mai state osservate discrepanze degne di nota tra transetti e controlli corrispondenti e i picchi registrati sono sempre stati

troppo modesti per essere imputabili alla presenza del sea-line.

**Piombo** – Il piombo è presente nell'area investigata in concentrazioni molto inferiori all'LCRN, limite che non è mai stato superato. Nel 1° post lavori era avvenuto un lieve incremento generalizzato sia lungo i transetti che ai controlli, ma i tenori medi risultavano del tutto confrontabili tra i vari gruppi di stazioni. Un aumento, lieve, era avvenuto anche nell'estate 2016 lungo tutto il transetto C, in 5 siti di D e in K9; altrove il piombo si era ridotto. Dunque, C appariva lievemente più impattato dei rispettivi controlli, così come D1 in cui era stato raggiunto il massimo assoluto sino ad allora (19,87 mg/kg), concentrazione comunque anch'essa notevolmente inferiore all'LCRN. Nell'inverno 2017 il piombo si è ridotto leggermente per poi riaumentare in estate raggiungendo tenori lievemente maggiori rispetto a quelli del pre-survey in corrispondenza sia del sea-line, sia dei controlli K6 e K9. Nel complesso, però, le concentrazioni continuavano a essere tutte omogenee (C:  $14,48 \pm 0,84$ ; K5-K7:  $14,03 \pm 0,90$ ; D:  $15,66 \pm 0,96$ ; K8-K10:  $15,70 \pm 0,27$  mg/kg).

Nell'inverno 2018 è avvenuto un leggero aumento lungo i transetti ma le differenze con i controlli non sono apparse apprezzabili.

Nell'ultimo monitoraggio è stata riscontrata un'omogeneità ancora maggiore (C:  $20,59 \pm 1,57$ ; K5-K7:  $18,44 \pm 0,16$ ; D:  $20,23 \pm 1,00$ ; K8-K10:  $17,62 \pm 1,35$  mg/kg).

Rispetto al pre-survey i tenori sono apparsi complessivamente più elevati sia nelle aree interessate dalla presenza della condotta che nei siti di riferimento, ma le differenze in valore assoluto sono da considerare trascurabili.

**Silicio** – La nota elevata variabilità del silicio si è manifestata sin dal 1° monitoraggio post lavori di installazione, quando era avvenuto un forte incremento generalizzato rispetto al pre-survey e i tenori erano risultati tendenzialmente più elevati lungo C rispetto sia ai propri controlli, sia a D, apparso invece confrontabile con i riferimenti. Si era comunque ritenuto prematuro ricondurre quanto osservato alla presenza della condotta. In effetti, nell'estate successiva era avvenuta una forte riduzione delle concentrazioni, anche se non erano ancora confrontabili con il pre-survey né lungo i transetti, né presso i controlli. Il transetto C era inferiore o comparabile a K5-K7, il transetto D quasi tutto superiore a K8-K10. In quel monitoraggio e in quello dell'inverno 2017 i tenori, seppur disomogenei, erano risultati inferiori a quelli del 1° post lavori. Nell'estate 2017 (4° post lavori) le variazioni lungo C erano state lievi, così come nei riferimenti K5 e K6, mentre in K7 era avvenuto un incremento. Anche negli altri due gruppi di stazioni il silicio era aumentato tornando ai livelli dell'inverno 2016, ma senza differenze tra i siti D e i riferimenti.

Nell'inverno 2018 è stata confermata la disomogeneità nella distribuzione di questo

elemento, variabile da un minimo di 42,77 (K7) a un massimo di 104,92 (K8), e non sono stati evidenziati gradienti spaziali riconducibili alla presenza della condotta. Questi dati risultano confermati nell'ultimo survey.

L'elevata variabilità naturale del silicio non consente di identificare dei trend relazionabili al sea-line.

**Stagno** – Anche lo stagno ha presentato una forte variabilità tra i siti, in molti dei quali in tutti i monitoraggi è risultato inferiore al limite di quantificazione della metodica.

Il massimo assoluto (5,19 mg/kg) è stato rilevato nel controllo K6 nell'inverno 2017. Il comportamento dello stagno è presumibilmente legato alla sua natura e non riflette una correlazione con la presenza della condotta.

**Titanio** – Analogamente al silicio e allo stagno, anche il titanio è risultato abbastanza variabile in tutto il periodo, senza mostrare gradienti riconducibili alla presenza del sea-line. Nell'estate 2018 rispetto al pre-survey il titanio è aumentato ovunque e in maggior misura nel controllo K9. Mediamente i tenori dei transetti sono risultati comparabili ai controlli (C:  $224,84 \pm 71,33$ ; K5-K7:  $248,38 \pm 23,79$ ; D:  $144,72 \pm 69,56$ ; K8-K10:  $306,89 \pm 196,29$  mg/kg) suggerendo che l'incremento osservato non è imputabile alla presenza del sea-line.

**Vanadio** – Il vanadio ha raggiunto il suo massimo nell'inverno 2016 in C5 (84,86 mg/kg). In quel survey, oltre a questo erano risultate maggiori rispetto ai controlli anche quasi tutte le concentrazioni del transetto C, anche se le differenze erano minime. D era invece apparso confrontabile con i rispettivi riferimenti. Nell'estate 2016 (2° post lavori) era avvenuto un lieve decremento generalizzato eccetto nei siti C2-C4, gli unici a presentare un contenuto di vanadio trascurabilmente maggiore rispetto ai controlli, e in D7, leggermente maggiore dei propri riferimenti. Nell'inverno 2017 era stata riscontrata una buona omogeneità confermata nell'estate successiva, caratterizzata da un leggero e generale decremento.

Nell'inverno 2018 i tenori erano aumentati più lungo D rispetto a C, comunque senza differenze apprezzabili tra transetti e controlli.

Nell'ultimo survey i siti C sono rimasti pressochè invariati, mentre lungo D è avvenuta una leggera flessione che ha portato a tenori inferiori ai propri controlli. Rispetto al pre-survey non ci sono anomalie da segnalare.

**Zinco** – I valori dello zinco sono sempre stati inferiori all'LCRN e non sono mai stati rilevati segnali di alterazione essendovi sempre stata omogeneità tra transetti e controlli. Questo andamento è stato confermato anche nell'ultimo campionamento come si evince

dal raffronto dei valori medi (C:  $81,04 \pm 2,76$ ; K5-K7:  $72,71 \pm 2,33$ ; D:  $76,89 \pm 6,50$ ; K8-K10:  $71,07 \pm 3,37$  mg/kg).

**Zirconio e Ossido di zirconio** – Lo zirconio durante il pre-survey era risultato compreso tra 4,36 (K6) e 5,25 mg/kg (C4). Come per molti altri metalli nell'inverno 2016 era avvenuto un incremento generalizzato con un picco in C5 (9,26 mg/kg) mai più raggiunto. Nell'estate 2016 si era leggermente ridotto ovunque eccetto in C2 e C4 che, con 86,00 mg/kg e 84,10 mg/kg rispettivamente, rappresentavano gli unici due siti con un contenuto del metallo leggermente superiore a quello dei controlli.

Nell'inverno 2017 il decremento era stato più marcato e aveva coinvolto tutti i siti, con il raggiungimento di concentrazioni molto simili a quelle del pre-survey. Nell'estate successiva era invece avvenuto un aumento lungo C, dove diverse concentrazioni erano risultate leggermente maggiori a quelle dei controlli K5-K7.

Nel 5° post lavori era proseguito l'incremento ovunque ma non vi erano state anomalie da segnalare. Tale situazione è rimasta stabile anche nell'estate 2018 (C:  $7,98 \pm 0,6$ ; K5-K7:  $7,67 \pm 0,14$ ; D:  $6,87 \pm 1,05$ ; K8-K10:  $7,36 \pm 1,25$  mg/kg).

Rispetto al pre-survey lo zirconio ha mostrato un debole e diffuso incremento che non indica assolutamente uno stato di perturbazione dell'area.

Poiché l'ossido di zirconio viene stimato per via stechiometrica, segue lo stesso andamento dello zirconio.

### **3.1.5. SOSTANZA ORGANICA**

Le concentrazioni di sostanza organica rinvenute nei sedimenti prima della posa della condotta oscillavano tra 33800 mg/kg (K9) e 41000 mg/kg (C4), valore quest'ultimo superiore al controllo corrispondente K6 (Tab. 3-V; fig. 3.6).

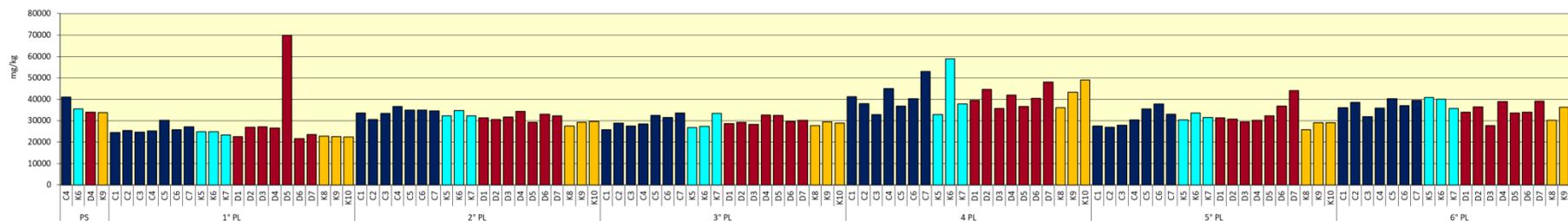
Nell'inverno 2016 (1° post lavori) i valori risultavano tutti inferiori a quelli registrati durante il pre-survey. Faceva eccezione unicamente D5 (69942 mg/kg) con un tenore triplo rispetto alla media dei controlli ( $22527 \pm 181$  mg/kg). Tale anomalia non veniva confermata nell'estate successiva, caratterizzata da un modesto e diffuso incremento in tutti i siti (tranne il già citato D5) risultati comunque simili al pre-survey escludendo pertanto un effetto del sea-line su questa variabile.

Nell'inverno 2017 la sostanza organica si era mantenuta pressoché stabile e confrontabile tra transetti e siti di riferimento. Nel 4° survey post lavori, invece, era avvenuto un aumento generalizzato annullato nel monitoraggio successivo, anch'esso caratterizzato da una certa omogeneità tra transetti e controlli.

Nell'estate 2018 si sono verificate oscillazioni minime e i tenori sono rimasti omogenei tra loro (C: 37046±2799; K5-K7: 38862±2776 D: 34853±3921; K8-K10: 32530±3242 mg/kg) e non particolarmente dissimili da quelli rilevati nel pre-survey.

**Tab. 3-V** – Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. In rosso le stazioni corrispondenti alla condotta sottomarina. K = controlli. PS = pre-survey; PL = post lavori di installazione.

	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		24506	33560	25740	41260	27519	36158
C2		25349	30583	28837	38054	27039	38618
C3		24606	33487	27598	32810	27943	31936
C4	41000	25184	36591	28395	45007	30307	35888
C5		30136	34891	32558	36763	35472	40314
C6		25804	35034	31445	40265	37860	36989
C7		27211	34523	33652	53017	32992	39417
K5		24902	32290	26804	32948	30302	40766
K6	35500	24791	34664	27257	58918	33646	40143
K7		23385	32235	33513	37877	31481	35676
D1		22496	31285	28637	39415	31409	34008
D2		26982	30654	29284	44657	30713	36484
D3		27065	31673	28322	35738	29416	27721
D4	34000	26505	34450	32711	41895	30266	38957
D5		69942	29250	32466	36633	32251	33533
D6		21729	33032	29639	40473	36827	34077
D7		23581	32202	30129	48029	44082	39191
K8		22698	27472	27701	36120	25914	30201
K9	33800	22546	29306	29403	43377	29128	36232
K10		22337	29690	28849	48966	29034	31156



**Fig. 3.6** - Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di osservazione. C4 e D4 = siti posizionati sul sea-line; K = controlli.

### 3.1.6. TOTAL ORGANIC CARBON (TOC)

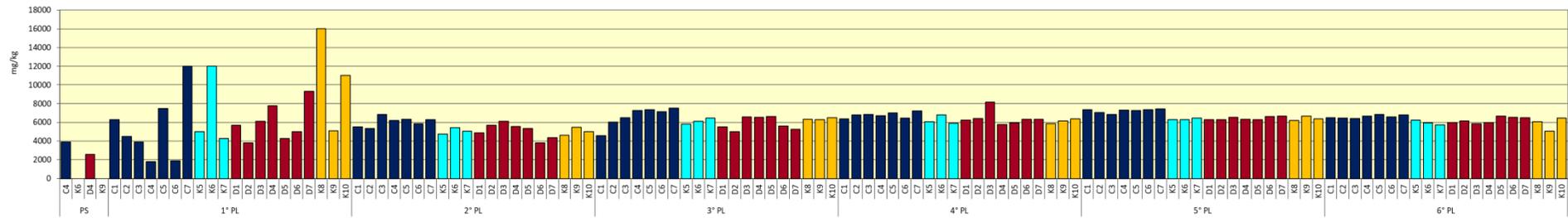
Durante il pre-survey il carbonio organico totale era stato quantificato solo nelle stazioni poste sopra la futura condotta, con una concentrazione maggiore in C4 (3900 mg/kg) rispetto a D4 (2600 mg/kg; Tab. 3-VI e fig. 3.7).

Dopo l'installazione era avvenuto un diffuso incremento con modalità molto differenti da stazione a stazione, tanto che le concentrazioni raggiunte apparivano piuttosto eterogenee tra loro. Tale comportamento, tuttavia, era stato osservato sia lungo i transetti, sia ai controlli, testimoniando l'estraneità della condotta. Lungo C il tenore maggiore rilevato in C7 era del tutto comparabile al controllo K6. Lungo il transetto D tutte le concentrazioni risultavano inferiori a quelle dei riferimenti K8 e K10.

A partire dall'estate 2016 è stata riscontrata una certa omogeneità, indicando l'assenza di anomalie riconducibili alla struttura nonostante i tenori siano rimasti per tutto il periodo superiori a quelli del pre-survey, sia nell'area interessata dalla presenza del sea-line, sia nei controlli.

**Tab. 3-VI** – Concentrazioni di TOC (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di studio. In rosso le stazioni corrispondenti alla condotta sottomarina. K = controlli. PS = pre-survey; PL = post lavori di installazione.

	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL
C1		6300	5530	4590	6370	7370	6510
C2		4500	5370	6020	6800	7070	6440
C3		3900	6850	6490	6850	6860	6410
C4	3900	1800	6220	7260	6720	7320	6680
C5		7500	6350	7360	7030	7260	6850
C6		1900	5880	7130	6440	7350	6590
C7		12000	6310	7520	7220	7430	6800
K5		5000	4740	5810	6080	6290	6250
K6	<1000	12000	5430	6120	6780	6310	5930
K7		4300	5040	6480	5920	6450	5740
D1		5700	4880	5510	6240	6280	5980
D2		3800	5700	5000	6400	6290	6140
D3		6100	6130	6600	8170	6540	5850
D4	2600	7800	5560	6540	5760	6340	6000
D5		4300	5370	6630	5950	6270	6660
D6		5000	3820	5600	6330	6640	6530
D7		9300	4370	5250	6330	6690	6500
K8		16000	4620	6340	5870	6200	6080
K9	<1000	5100	5500	6290	6160	6660	5040
K10		11000	4990	6510	6360	6380	6470



**Fig. 3.7** - Total Organic Carbon (TOC) espresso in mg/kg s.s. rilevato nei sedimenti prelevati nell'intero periodo. C4 e D4 = siti posizionati sul sea-line; K = controlli.

## 3.2. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI E BIOACCUMULO IN ORGANISMI MARINI

### 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> =12,62 mg/l (come cromo) (LC=12,22 e UC=12,88 mg/l) è rientrato nei limiti della carta di controllo del laboratorio; i coefficienti di variazione tra le repliche nei campioni non diluiti sono risultati conformi perché in tutti i casi 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 applicato agli elutriati estratti dai sedimenti nell'estate 2018, contestualmente ai principali parametri di contorno misurati, indicano l'assenza di un effetto tossico ovunque non essendo stata rilevata alcuna inibizione della crescita algale (Tab. 3-VII).

**Tab. 3-VII** - Parametri di contorno e risultati relativi al saggio di tossicità con *D. tertiolecta* nei campioni prelevati nel 6° survey post lavori. In rosso i siti in corrispondenza della condotta sottomarina. K = controlli. Valori negativi della % di effetto indicano effetto stimolante.

campione	pH	Salinità (‰)	ΔG (%) 72 h	EC <sub>20</sub> %	EC <sub>50</sub> %	Tossicità
C2	8,12	34	0,26	≥90	≥100	Assente
<b>C4</b>	<b>8,17</b>	<b>34</b>	<b>-0,53</b>	<b>≥90</b>	<b>≥100</b>	<b>Assente</b>
C6	8,18	34	5,63	≥90	≥100	Assente
K6	8,11	34	3,84	≥90	≥100	Assente
D2	8,15	34	0,07	≥90	≥100	Assente
<b>D4</b>	<b>8,05</b>	<b>34</b>	<b>4,24</b>	<b>≥90</b>	<b>≥100</b>	<b>Assente</b>
D6	8,17	34	12,57	≥90	≥100	Assente
K9	8,12	34	-3,31	≥90	≥100	Assente

Confronto con i survey precedenti – Per tutta la durata del monitoraggio questo test non ha rilevato tossicità in alcun campione (Tab. 3-VIII).

**Tab. 3-VIII** - Confronto tra i risultati relativi al saggio di tossicità con *D. tertiolecta* ottenuti nell'intero periodo di indagine. In rosso sono indicati i siti posti sul sea-line.

	Pre-survey	1° post lavori	2° post lavori	3° post lavori	4° post lavori	5° post lavori	6° post lavori
C2		Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
<b>C4</b>	<b>Assente</b>						
C6		Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K6	Assente						
D2		Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
<b>D4</b>	<b>Assente</b>						
D6		Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K9	Assente						

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

QA-QC – Nell'estate 2018 il valore della EC<sub>50</sub> (15') = 11,14 mg/l (LC=8,34 e UC=14,88) è rientrato nei limiti della carta di controllo del laboratorio.

Risultati del test – Tutti gli elutriati estratti dai sedimenti nell'estate 2018 sono risultati privi di tossicità acuta (Tab. 3-IX).

**Tab. 3-IX** - Risultati del saggio biologico *V. fischeri* applicato agli elutriati estratti dai sedimenti prelevati nel 6° survey post lavori. In rosso le stazioni corrispondenti al sea-line. K = controlli.

campione	pH	Salinità (‰)	% Effetto (15')	% Effetto (30')	EC <sub>20</sub> (15/30')	EC <sub>50</sub> (15/30')	Tossicità
C2	8,12	34	5,06	5,51	≥90	≥90	Assente
C4	8,17	34	7,74	7,90	≥90	≥90	Assente
C6	8,18	34	8,02	7,69	≥90	≥90	Assente
K6	8,11	34	10,42	11,39	≥90	≥90	Assente
D2	8,15	34	6,67	8,31	≥90	≥90	Assente
D4	8,05	34	5,40	4,80	≥90	≥90	Assente
D6	8,17	34	11,67	11,15	≥90	≥90	Assente
K9	8,12	34	6,58	6,56	≥90	≥90	Assente

Confronto con i survey precedenti - Per tutta la durata del monitoraggio questo test non ha rilevato tossicità in alcun campione (Tab. 3-X).

**Tab. 3-X** - Confronto tra i risultati relativi al saggio di tossicità con *V. fischeri* ottenuti nell'intero periodo di indagine. In rosso sono indicati i siti posti sul sea-line.

	Pre-survey	1° post lavori	2° post lavori	3° post lavori	4° post lavori	5° post lavori	6° post lavori
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
D2		Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
D4	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
D6		Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K9	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>=2,01 (LC=1,72 mg/l e UC=2,33 mg/l) è rientrata nella carta di controllo di laboratorio. La sopravvivenza degli organismi sul sedimento di controllo dopo 10 gg è stata 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 eseguito nel 6° survey post lavori.

Risultati del saggio - Nell'estate 2018 è stata rilevata una tossicità bassa nei due controlli e

nel sito D2. Altrove non è stata rilevata alcuna tossicità (Tab. 3-XII).

**Tab. 3-XI** – Parametri chimici e fisici dell’acqua sovrastante il sedimento testato osservati all’inizio e alla fine del test eseguito con *C. orientale* e relativo al 6° survey post lavori. In rosso i siti corrispondenti alla condotta. K = controlli.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	T (°C)	Salinità (%)	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	O <sub>2</sub> (%)	T (°C)	Salinità (%)	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	O <sub>2</sub> (%)
Controllo	15 ± 1	37	8,17	0	> 85	16 ± 1	36	8,16	0	> 85
C2		37	8,03	0,5			36	8,07	0	
C4		37	8,00	0			36	8,09	0	
C6		37	7,83	0-0,5			36	8,03	0	
K6		37	8,03	0			36	8,10	0,5	
D2		37	7,98	0-0,5			36	8,12	0	
D4		37	7,99	0			36	8,02	0,5	
D6		37	8,02	0			36	8,07	0	
K9		37	7,98	0			36	8,03	0	

**Tab. 3-XII** - Percentuali di mortalità degli organismi *C.orientale* osservati nel test di tossicità acuta relativo al 6° survey post lavori. In rosso i siti corrispondenti alla condotta. K = controlli.

Campione	N. organismi esposti	% organismi morti (± dev. st. %)	% (corretta) organismi morti	Tossicità
Controllo	100	1 ± 3,18	0	Assente
C2	100	7 ± 3,18	6	Assente
C4	100	7 ± 3,18	6	Assente
C6	100	6 ± 3,67	5	Assente
K6	100	23 ± 6,09	22	Bassa
D2	100	25 ± 3,18	24	Bassa
D4	100	6 ± 3,67	5	Assente
D6	100	1 ± 3,18	0	Assente
K9	100	17 ± 3,18	16	Bassa

Confronto con i survey precedenti – Nel 1° survey post lavori era stato segnalato un peggioramento delle caratteristiche tossicologiche dei sedimenti sia nell’area circostante il sea-line, sia nei controlli (Tab. 3-XIII). Nei due monitoraggi successivi (tranne in C2 nel 2° post lavori) era avvenuto un miglioramento, seguito da un peggioramento nel 4° post in diversi siti indipendentemente dalla loro posizione rispetto alla condotta.

**Tab. 3-XIII** - Confronto tra i risultati relativi al saggio di tossicità con *C. acherusicum* ottenuti nell’intero periodo di indagine. In rosso sono indicati i siti posti sul sea-line.

	Pre-survey	1° post lavori	2° post lavori	3° post lavori	4° post lavori	5° post lavori	6° post lavori
C2		Bassa	Bassa	Assente	Bassa	Assente	Assente
C4	Assente	Bassa	Assente	Assente	Bassa	Bassa	Assente
C6		Assente	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
K6	Assente	Media	Assente	Assente	Assente	Bassa	Bassa
D2		Bassa	Assente	Assente	Bassa	Assente	Bassa
D4	Assente	Media	Assente	Assente	Assente	Bassa	Assente
D6		Bassa	Assente	Assente	Media	Assente	Assente
K9	Assente	Bassa	Assente	Assente	Bassa	Bassa	Bassa

Nel 5° post lavori (inverno 2018) la situazione è rimasta pressoché simile con una variazione dei siti interessati dalla tossicità; nell'ultimo campionamento è avvenuto un lieve miglioramento in corrispondenza della struttura mentre i controlli sono rimasti stabili.

### 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 intralaboratorio; la % di larve D-shape normalmente sviluppate nel controllo (84±0,58%) è risultata conforme in quanto superiore al limite del 70%.

Risultati del saggio - Nell'ultimo monitoraggio è stata rilevata una bassa tossicità diffusa che non ha interessato solo i siti C2 e D2 e che non è imputabile alla presenza della condotta avendo interessato anche i controlli (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 i siti corrispondenti alla condotta sottomarina. K = controlli.

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	76 ± 2,00	24	10	≥90	>100	Assente
	50	80 ± 1,53	20	6			
	25	83 ± 1,73	17	2			
C4	100	52 ± 2,08	48	39	50,9	>100	Bassa
	50	68 ± 1,53	32	20			
	25	80 ± 2,08	20	6			
C6	100	52 ± 2,08	48	39	45,6	>100	Bassa
	50	63 ± 1,53	37	25			
	25	80 ± 2,52	20	6			
K6	100	49 ± 2,52	51	42	44,4	>100	Bassa
	50	62 ± 2,08	38	26			
	25	80 ± 1,53	20	5			
D2	100	68 ± 1,53	32	19	≥90	>100	Assente
	50	78 ± 2,08	22	8			
	25	82 ± 2,08	18	2			
D4	100	61 ± 1,15	39	28	66,7	>100	Bassa
	50	72 ± 2,08	28	15			
	25	81 ± 1,73	19	4			
D6	100	51 ± 1,53	49	39	48	>100	Bassa
	50	66 ± 2,65	34	22			
	25	79 ± 2,00	21	6			
K9	100	60 ± 3,06	40	29	62,9	>100	Bassa
	50	70 ± 1,53	30	17			
	25	81 ± 1,73	19	4			

Confronto con i survey precedenti – Subito dopo l'installazione era stato segnato un peggioramento delle caratteristiche tossicologiche dei sedimenti di tutti i siti posti lungo i transetti ma non ai controlli (Tab. 3-XV). Il quadro tossicologico è andato migliorando sebbene non siano mancati sporadici segnali di tossicità bassa.

Nell'inverno 2018, era stato segnalato un sostanziale ritorno alle condizioni di pre-survey poiché era stata rilevata esclusivamente una bassa tossicità in D6, mentre nell'ultimo monitoraggio è avvenuto un peggioramento generalizzato ma non riconducibile alla presenza del sea-line essendosi verificato anche nei siti di riferimento come invece era accaduto nel 1° post lavori.

**Tab. 3-XV** Confronto tra i risultati relativi al saggio di tossicità con *C. gigas* ottenuti nell'intero periodo di indagine. In rosso sono indicati i siti posti sul sea-line.

	Pre-survey	1° post lavori	2° post lavori	3° post lavori	4° post lavori	5° post lavori	6° post lavori
C2		Bassa	Assente	Assente	Bassa	Assente	Assente
C4	Assente	Media	Bassa	Bassa	Assente	Assente	Bassa
C6		Bassa	Assente	Assente	Assente	Assente	Bassa
K6	Assente	Assente	Bassa	Assente	Assente	Assente	Bassa
D2		Bassa	Assente	Assente	Bassa	Assente	Assente
D4	Assente	Bassa	Bassa	Assente	Assente	Assente	Bassa
D6		Bassa	Assente	Assente	Assente	Bassa	Bassa
K9	Assente	Assente	Bassa	Assente	Assente	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 nell'estate 2018, sono riportati in Tab. 3-XVI, mentre in Tab. 3-XVII sono indicate le mortalità degli organismi osservate nel test di bioaccumulo che sono risultate comparabili con quella del controllo negativo.

**Tab. 3-XVI** - Parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante il sedimento registrati all'inizio e al termine del test di bioaccumulo condotto nel 6° survey post lavori. In rosso sono evidenziate le stazioni corrispondenti al sea-line. K = controlli.

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	8,04	0-0,5	> 85	16 ± 1	34	8,04	1	> 85
C2		37	8,09	0-0,5			37	8,15	1	
C4		37	8,07	0-0,5			37	8,28	0-0,5	
C6		37	8,07	0			37	8,07	0-0,5	
K6		37	8,04	0			37	8,04	0,5	
D2		37	8,06	0			37	8,04	0	
D4		37	8,07	0-0,5			37	8,07	0,5	
D6		37	8,07	0			37	8,14	0-0,5	
K9		37	8,06	0			37	8,10	0,5	

**Tab. 3-XVII** - Percentuali di mortalità degli organismi *H. diversicolor* osservate nel test di bioaccumulo condotto nel 6° survey post lavori. In rosso le stazioni corrispondenti al sea-line. K = controlli.

Campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti ( $\pm$ dev.st %)
Controllo	25	62 $\pm$ 8,25
C2	25	67 $\pm$ 8,25
<b>C4</b>	<b>25</b>	<b>81 <math>\pm</math> 8,25</b>
C6	25	81 $\pm$ 8,25
K6	25	76 $\pm$ 0,00
D2	25	71 $\pm$ 8,25
<b>D4</b>	<b>25</b>	<b>76 <math>\pm</math> 8,25</b>
D6	25	76 $\pm$ 0,00
K9	25	71 $\pm$ 8,25

Risultati del saggio - In Tab. 3-XVIII sono riportate le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nel bianco (tempo 0') e quelle registrate nei tessuti degli esemplari 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 sedimenti testati e quelle determinate nel bianco (0').

**Tab. 3-XVIII** - Concentrazioni (mg/kg; Al espresso in %) dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* nel survey condotto nel 6° survey post lavori. (bianco = tempo zero 0'- organismi spurgati/non esposti ai sedimenti). In rosso le stazioni corrispondenti al sea-line. K = controlli. 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.	9,33	n.r.	0,049	n.r.	10,16	334,60	n.r.	n.r.	0,64	36,29	n.r.	136,64	0,084
Controllo	n.r.	11,73	n.r.	0,053	n.r.	16,95	356,01	3,78	n.r.	0,58	63,77	n.r.	154,52	0,10
C2	n.r.	12,29	n.r.	0,052	n.r.	10,31	336,58	1,21	n.r.	0,82	77,90	n.r.	136,39	0,095
<b>C4</b>	<b>n.r.</b>	<b>11,92</b>	<b>n.r.</b>	<b>0,048</b>	<b>n.r.</b>	<b>9,58</b>	<b>332,49</b>	<b>2,07</b>	<b>n.r.</b>	<b>1,07</b>	<b>100,23</b>	<b>n.r.</b>	<b>138,68</b>	<b>0,083</b>
C6	n.r.	11,94	n.r.	0,034	n.r.	11,06	361,25	1,42	n.r.	0,81	104,51	n.r.	144,25	0,099
K6	n.r.	12,58	n.r.	0,042	n.r.	9,64	381,76	2,50	n.r.	0,68	116,90	n.r.	149,41	0,114
D2	n.r.	12,08	n.r.	0,042	n.r.	11,02	326,76	2,06	n.r.	0,79	96,91	n.r.	134,87	0,092
<b>D4</b>	<b>n.r.</b>	<b>14,15</b>	<b>n.r.</b>	<b>0,048</b>	<b>n.r.</b>	<b>12,41</b>	<b>348,69</b>	<b>2,20</b>	<b>n.r.</b>	<b>0,76</b>	<b>96,15</b>	<b>n.r.</b>	<b>146,78</b>	<b>0,080</b>
D6	n.r.	13,48	n.r.	0,044	n.r.	11,50	357,81	2,01	n.r.	0,50	121,38	n.r.	143,23	0,098
K9	n.r.	13,56	n.r.	0,052	n.r.	8,45	349,05	1,74	n.r.	0,52	92,80	n.r.	136,47	0,084
L.o.Q	170	0,3	1,2	0,01	1,2	1,2	170	1,2	0,02	0,3	8	1,2	1,2	0,005

	Ga	Mg	Mn	Sn	Ti	Zr
Bianco	n.r.	3065,17	9,34	2,06	n.r.	n.r.
Controllo	n.r.	3413,98	18,91	1,27	n.r.	n.r.
C2	n.r.	3568,78	10,19	3,349	2,16	n.r.
<b>C4</b>	<b>n.r.</b>	<b>3463,25</b>	<b>9,7</b>	<b>n.r.</b>	<b>2,35</b>	<b>n.r.</b>
C6	n.r.	3596,93	10,71	1,34	6,12	n.r.
K6	n.r.	3251,04	11,78	n.r.	n.r.	n.r.
D2	n.r.	3149,96	11,6	n.r.	1,25	n.r.
<b>D4</b>	<b>n.r.</b>	<b>3877,38</b>	<b>8,58</b>	<b>1,83</b>	<b>n.r.</b>	<b>n.r.</b>
D6	n.r.	3938,75	10,93	n.r.	1,20	n.r.
K9	n.r.	3858,24	13,03	1,70	1,25	n.r.
L.o.Q	2,5	170	2,5	1,2	1,2	1,2

**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 le stazioni corrispondenti al sea-line. K = controlli. 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
Controllo	n.c.	<b>2,40</b>	n.c.	0,004	n.c.	<b>6,79</b>	21,41	<b>3,18</b>	n.c.	-0,06	<b>27,48</b>	n.c.	17,88	0,016
C2	n.c.	<b>2,96</b>	n.c.	0,003	n.c.	0,15	1,98	<b>0,61</b>	n.c.	<b>0,18</b>	<b>41,61</b>	n.c.	-0,25	0,011
<b>C4</b>	n.c.	<b>2,59</b>	n.c.	<b>-0,001</b>	n.c.	<b>-0,58</b>	<b>-2,11</b>	<b>1,47</b>	n.c.	<b>0,43</b>	<b>63,94</b>	n.c.	<b>2,04</b>	<b>-0,001</b>
C6	n.c.	<b>2,61</b>	n.c.	-0,015	n.c.	0,90	26,65	<b>2,37</b>	n.c.	<b>0,17</b>	<b>68,22</b>	n.c.	7,61	0,015
K6	n.c.	<b>3,25</b>	n.c.	-0,007	n.c.	-0,52	47,16	<b>1,90</b>	n.c.	0,04	<b>80,61</b>	n.c.	12,77	<b>0,030</b>
D2	n.c.	<b>2,75</b>	n.c.	-0,007	n.c.	0,86	-7,84	<b>1,46</b>	n.c.	<b>0,15</b>	<b>60,62</b>	n.c.	-1,77	0,008
<b>D4</b>	n.c.	<b>4,82</b>	n.c.	<b>-0,001</b>	n.c.	<b>2,25</b>	<b>14,09</b>	<b>1,60</b>	n.c.	0,12	<b>59,86</b>	n.c.	<b>10,14</b>	<b>-0,004</b>
D6	n.c.	<b>4,15</b>	n.c.	-0,005	n.c.	1,34	23,21	<b>1,41</b>	n.c.	-0,14	<b>85,09</b>	n.c.	6,59	0,014
K9	n.c.	<b>4,23</b>	n.c.	0,003	n.c.	-1,71	14,45	<b>1,14</b>	n.c.	-0,12	<b>56,51</b>	n.c.	-0,17	0,000

	Ga	Mg	Mn	Sn	Ti	Zr
Controllo	n.c.	348,81	<b>9,57</b>	-0,79	n.c.	n.c.
C2	n.c.	503,61	0,85	<b>1,29</b>	n.c.	n.c.
<b>C4</b>	n.c.	<b>398,08</b>	<b>0,36</b>	n.c.	n.c.	n.c.
C6	n.c.	531,76	1,37	-0,72	n.c.	n.c.
K6	n.c.	185,87	<b>2,44</b>	n.c.	n.c.	n.c.
D2	n.c.	84,79	<b>2,26</b>	n.c.	n.c.	n.c.
<b>D4</b>	n.c.	<b>812,21</b>	<b>-0,76</b>	<b>-0,23</b>	n.c.	n.c.
D6	n.c.	<b>873,58</b>	1,59	n.c.	n.c.	n.c.
K9	n.c.	<b>793,07</b>	<b>3,69</b>	-0,36	n.c.	n.c.

I dati acquisiti nell'estate 2018 suggeriscono un bioaccumulo sporadico e limitato a pochi elementi. Inoltre, quando rilevato, ha interessato anche i controlli escludendo un ruolo della condotta nel determinare questo pattern.

Per alcuni elementi come **arsenico**,  **nichel** e **silicio** il bioaccumulo è stato diffuso, per altri quali il **piombo** e il **magnesio**, ha interessato circa metà dei siti. Riguardo al **nichel**, non rilevato nel bianco, il valore più elevato è stato osservato nel controllo metodologico. Nel complesso pertanto, i dati non dimostrano biodisponibilità di questo metallo di transizione anche se la differenza tra la concentrazione negli organismi esposti e la metà del limite di quantificazione indica un incremento >20%. L'uso stesso della metà del limite di quantificazione è una convenzione, fatto che impone cautela nell'interpretare i risultati ottenuti. Il dato di maggiore interesse è che i tenori sono bassi in assoluto e tutti inferiori a quello rilevato nei policheti del sedimento del controllo metodologico.

Sporadici segnali di bioaccumulo sono stati infine individuati per **mercurio**, **manganese**, **stagno** e **rame**, soprattutto nelle stazioni di controllo nei primi due casi.

Confronto con i survey precedenti - Durante l'intero monitoraggio il fenomeno del bioaccumulo ha avuto scarsa rilevanza (Tab. 3-XX). Per molti elementi (Al, Cr, Fe, In, V e Zr) non è mai stato rilevato.

Per altri elementi (Ba, Cd, Cu, Zn, Ga, Mn, Sn e Ti) è stato osservato sporadicamente.

Il mercurio era bioaccumulato anche prima dell'installazione della condotta in modo diffuso e negli ultimi due monitoraggi ha mostrato un netto miglioramento. Anche il bioaccumulo del magnesio si è ridotto a fine periodo. Al contrario, è stato rilevato un peggioramento per arsenico, nichel silicio, e piombo non imputabile comunque al sea-line nel caso dei primi tre elementi.

Per il mercurio e il piombo le differenze di concentrazione rilevate negli organismi prima e dopo esposizione sono talmente modeste, seppur in alcuni casi maggiori del 20%, che in valore assoluto da ritenersi trascurabili.

**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 e D4 = siti posti sul sea-line. K = controlli.

campione	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
controllo	n.c.																										
C2																											
C4	n.c.														n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.						
C6																											
K6	n.c.														n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.						
D2																											
D4	n.c.														n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.						
D6																											
K9	n.c.																										

campione	CROMIO							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
controllo	n.c.																										
C2																											
C4	n.c.																										
C6																											
K6	n.c.																										
D2																											
D4	n.c.																										
D6																											
K9	n.c.																										

campione	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
controllo	n.c.																										
C2																											
C4	n.c.																										
C6																											
K6	n.c.																										
D2																											
D4	n.c.																										
D6																											
K9	n.c.																										

Tab. 3-XX – Continuo.

campione	ZINCO						MERCURIO						GALLIO						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	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL
controllo													*														
C2																											
C4																											
C6																											
K6																											
D2																											
D4																											
D6																											
K9																											

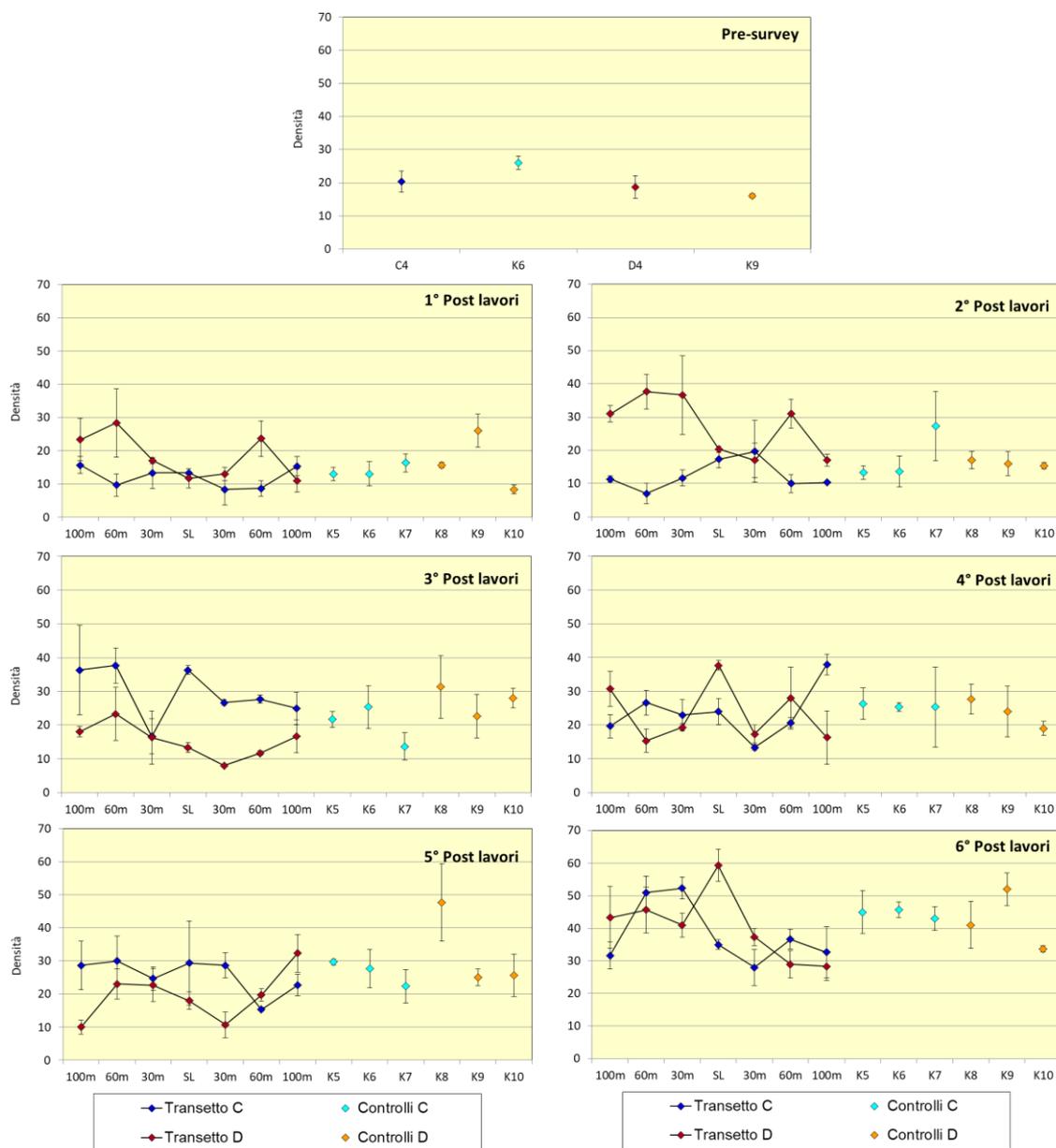
campione	MANGANESE						STAGNO						TITANIO						ZIRCONIO								
	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL	6° PL	PS	1° PL	2° PL	3° PL	4° PL	5° PL
controllo																											
C2																											
C4																											
C6																											
K6																											
D2																											
D4																											
D6																											
K9																											

\* Campione non sufficiente

### 3.3. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

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

I trend della densità ottenuti per i transetti nel monitoraggio condotto nell'estate 2018 sono risultati piuttosto altalenanti come nei monitoraggi precedenti (fig. 3.8).



**Fig. 3.8** – Densità ( $\pm e.s.$ ) ottenute nell'intero periodo di indagine. C4 e D4 = siti posti sul sea-line.

Il transetto C, nonostante le oscillazioni, è stato caratterizzato da valori quasi tutti confrontabili tranne quelli relativi a C2 e C3 ( $51,00 \pm 4,93$  e  $52,33 \pm 3,33$  ind/0,095 m<sup>2</sup> rispettivamente), maggiori degli altri ma comunque paragonabili ai controlli K5-K7 ( $43,00 \pm 3,61 \leq N \leq 45,67 \pm 2,40$  ind/0,095 m<sup>2</sup>). Gli altri siti del transetto hanno presentato valori tutti simili tra loro e quasi ovunque all'interno del range dei riferimenti.

Il transetto D ha raggiunto il massimo in corrispondenza della condotta sottomarina ( $59,33 \pm 4,84$  ind/0,095 m<sup>2</sup>), comunque in linea con il controllo K9 ( $52,00 \pm 5,00$  ind/0,095 m<sup>2</sup>). Presso gli altri siti D le densità sono state inferiori e spesso confrontabili tra loro, comunque tutte all'interno dell'intervallo dei rispettivi controlli ( $37,67 \pm 0,88 \leq N \leq 52,00 \pm 5,00$  ind/0,095 m<sup>2</sup>).

Rispetto al pre-survey a fine periodo i valori sono tutti aumentati, soprattutto in D4 e K9.

Considerando il periodo successivo all'installazione, le densità raggiunte nell'estate 2018 sono risultate quasi tutte le più alte, sia lungo i transetti che ai controlli.

Anche nell'ultimo monitoraggio i policheti Paraonidae nd hanno rappresentato il taxon più numeroso in tutte le stazioni come precedentemente, quando si sono verificate solo poche eccezioni come ad esempio nel 4° post lavori quando quasi ovunque aveva prevalso numericamente il gasteropode *Hyala vitrea* (Tabb. 3-XXI - 3-XXVII). Oltre a questi due taxa, altre densità degne di nota sono state registrate per il crostaceo decapode *Callinassa subterranea* e il polichete *Aphelochaeta filiformis* specie numericamente importanti in tutto il periodo di osservazione, oltre a e *Marphysa bellii* numeroso soprattutto sino all'inverno 2018.

**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 anche riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie: Lim = limicolo; Sab = sabulicolo VTC = Bioc. dei Fanghi Terrigeni Costieri; VB = Bioc. dei Fanghi Batiali; SFBC = Bioc. delle Sabbie Fini Ben Calibrate; DC = Bioc. del Detritico Costiero; DE = Bioc. del Detritico Infangato; Mixt = misticolo; Lre = Larga Ripartizione Ecologica; Minut = Minuticolo; MO = indicatore della presenza di materia organica; Sd = substrato roccioso; HP = Bioc. delle praterie di *Posidonia*.

Stazione		Biocenosi	C4	K6	D4	K9
Distanza dal futuro sealine (m)			0	2000	0	2000
<b>Crostacei</b>						
Anfipodi	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC		0,33		
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt		0,33		
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC		0,33		
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	1,67	3,00	0,33	1,33
	<i>Chlorotocus crassicornis</i>	VB	0,33			
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC			0,33	
<b>Echinodermi</b>						
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB	0,33			
Oloturoidei	Holothurioidea nd	-			0,33	
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC	0,33	0,33	0,33	
	<i>Ocnus planci</i>	Sd			0,33	0,33
<b>Molluschi</b>						
Bivalvi	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt		0,33		
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	0,33	0,67		
	<i>Tellimya ferruginosa</i>	SFBC			0,33	
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim			0,33	
Gasteropodi	<i>Bela brachystoma</i>	Lre		0,33	0,33	
	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC	1,00	4,67	1,33	3,00
	<i>Turritella communis</i>	VTC			0,33	2,00
<b>Nemertini</b>						
	Nemertea nd	-	0,33	0,67		0,67
<b>Policheti</b>						
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,33			
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB			0,33	0,33
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	1,33	1,00	0,67	0,33
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	1,67	0,33	0,67	
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,33	1,67		
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	1,33	1,00	0,33	0,33
	<i>Harmothoe</i> sp	-	0,33			
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC	0,33	0,67	0,33	
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	0,33			0,33
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,67		1,33	1,00
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO	0,33	0,67	0,33	
	<i>Nephtys hystricis</i>	VTC		0,33	0,33	0,33
	<i>Ninoe</i> sp	-	0,67	0,33	0,33	1,33
	<i>Notomastus aberans</i>	MO		0,67		
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim		1,33		
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	0,33			
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim		1,00		0,67
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,67	0,33	0,33	0,33
	Paraonidae nd	-	5,67	2,33	7,00	2,00
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim		0,33	0,33	
	Pilargidae nd	-	0,67	0,67		
	<i>Praxillella gracilis</i>	Lim	0,33	0,33		
	<i>Scoletoma emandibulata mabiti</i>	DE			0,33	0,33
	<i>Scoletoma</i> sp	-	0,33	1,00	0,33	
	<i>Scoloplos armiger</i>	Lre		0,33		
	Spionidae nd	-		0,33		
<b>Sipunculidi</b>						
	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	0,33	0,33	0,67	0,67
	Sipuncula nd	-			0,67	0,67
<b>Densità totale</b>			<b>20,33</b>	<b>26,00</b>	<b>18,67</b>	<b>16,00</b>
<b>Ricchezza specifica totale</b>			<b>25</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>18</b>

**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 anche riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per gli acronimi si rimanda alla Tab. 3-XXI.**

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Distanza dal futuro sea-line		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
Briozoi			0,33				0,33							0,33		0,33					
Cnidari	<i>Triticella flava</i>																				
	Actiniaria nd									0,33											
Crostacei																					
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE													0,33						
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC											0,33								
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	MO								0,33											
	<i>Microdeutopus</i> sp								0,33						0,33						
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt					0,33														
Cumacei	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt											3,67								
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC			0,33			0,33													
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	0,67	0,33	0,33	2,00		1,00	1,33	1,33	3,33	6,33	5,00	3,33	0,33	1,67	2,00	2,33	2,00	1,00	2,33
	<i>Chlorotocus crassicornis</i>	VB			0,33																
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC			0,33			0,33							0,33						
Misidiacei	Misidiacea nd				0,33																
Tanaidacei	<i>Apeudes spinosus</i>	HP	0,33	0,33					0,33		0,33										
	<i>Leptognathia</i> sp							0,33													
Echinodermi																					
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB				0,33	0,33		0,33			0,33	0,33	0,33							
Oloturoidei	Holothuroidea nd		0,67			0,33	0,33	0,67	0,33		0,33		0,33	0,33		2,00	0,33		0,67	0,33	0,67
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC	1,33	0,33								0,33				0,67					0,67
Molluschi																					
Bivalvi	<i>Abra prismatica</i>	DC	0,33																		
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt							0,33	0,67											
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim															0,33				
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim								0,33											
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim									0,33										
Gasteropodi	<i>Hyala vitrea</i>	VTC	2,00	3,00	1,33	1,67	3,00	0,33	1,33	2,00	1,33	1,67	3,67	1,33	2,67	0,33	0,67	0,67	3,00	1,67	2,33
	<i>Turritella communis</i>	VTC													0,33	1,00	0,67	0,67	3,00	1,67	1,00
Nemertini	Nemertea nd		0,33		0,67				0,33			0,67		0,33	0,33	0,33	0,67		0,33		
Policheti																					
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC											0,33								
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	0,33	0,67	0,33		0,33		0,33											0,67	
	<i>Aphelocheata filiformis</i>	MO	1,33	0,33	0,67	1,00	0,33	1,00	2,00	0,67	0,33	1,33	0,33	0,67	1,33	0,67	1,00	2,33	0,67	1,00	1,33
	<i>Aphelocheata marioni</i>	MO	0,33															0,33			0,33
	Aphroditidae nd									0,33											
	Capitellidae nd													0,33							
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim			0,33	1,00											0,33				
	Cirratulidae nd					0,33															0,33
	<i>Drilonereis filum</i>	Lim	0,33			0,33												0,33			0,33
	<i>Glycera alba</i>	Lim														0,33	0,33				0,33
	<i>Glycera rouxii</i>	MO							0,33	0,33		0,33	0,33	0,33							0,33
	<i>Glycera</i> sp		0,33						0,33	0,67	0,67	1,00	0,67	0,33				0,33			
	<i>Glycera tessellata</i>	Sd		0,33																	
	<i>Glycera tridactyla</i>	SFBC													0,33						
	<i>Harmothoe</i> sp			0,33									0,33								
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC							0,33									0,67			
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab					0,33							0,33					0,33	0,33	
	Maldanidae nd				0,33						0,33										
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,33	1,00	0,67	0,67	1,33	0,67	0,67	0,67	0,67	0,33	0,33	1,00	0,33	1,00	1,00	0,67	2,00	1,33	1,33
	<i>Melina palmata</i>	Minut																			0,33
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO												0,33							0,33
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	0,33											0,33							0,33
	<i>Ninoe</i> sp		0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			1,33			0,67				0,33	0,33	0,33	0,67
	<i>Notomastus aberans</i>	MO							0,33					0,67							
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim				0,33						0,67		0,33							1,33
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab		0,33									0,33	0,33	0,33		0,33	0,67	0,33		0,33
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	0,33		0,67	0,33						0,33	0,33	0,33							0,33
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,00		0,67		0,33	0,33	0,33	1,33	0,33	0,67	0,67	0,67	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	Paraonidae nd		4,00	1,67	5,67	3,00	0,33	2,33	6,67	4,00	3,67	4,67	4,67	7,00	3,67	4,33	1,67	8,00	2,33	3,00	16,33
	<i>Paraprionospio pinnata</i>	VTC												0,33	0,33						1,00
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim						0,33						0,33	0,33						0,33
	Pilargidae nd		0,33		0,67	0,33	0,33		0,33		0,33	1,67	1,33	0,33	0,33		0,33	2,00	0,33		
	<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab			0,33		0,33									0,33					0,33
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC														0,33					
	<i>Polyodontes maxillosus</i>	DE																			0,33
	<i>Prionospio</i> sp				0,33					0,33		0,33									
	<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt												0,33							
	<i>Scoletoma</i> sp										0,33				0,67	0,33			0,33	0,33	
	<i>Scoloplos armiger</i>	Lre			0,33																
	Spionidae nd														0,33						0,33
	<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC						0,33													
	<i>Sternaspis scutata</i>	VTC																			0,33
	<i>Trachytrypane jeffreysii</i>	Sm											0,33								
Sipunculidi																					
	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	0,33		1,00	0,33	1,33	0,67		0,33	0,33	0,33	1,00		0,33	1,00	1,33				
	<i>Phascolion strombus</i>	Lre			0,33			0,33													
	<i>Sipuncula</i> nd				0,33				0,33	0,33				0,67	0,33						0,33
Densità totale		15,67	9,67	13,33	13,33	8,33	8,67	15,33	13,00	13,00	16,33	23,33	28,33								

**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 anche riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per gli acronimi si rimanda alla Tab. 3-XXI.**

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Distanza dal futuro sea-line		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
Briozoi																					
	<i>Triticella filava</i>														0,33			0,33	0,33		
Cnidari																					
	Anthozoa nd																				
	<i>Funiculina quadrangularis</i>	Lim						0,33												0,33	
Crosteacei																					
	Antipodi																				
	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	0,33																		
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC				0,33							0,33		0,33						
	<i>Othoera schmidtii</i>	VB		0,33									0,33								
	Copepodi																				
	Cumacei																				
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt				0,33										0,33	0,67				
	<i>Alpheus glaber</i>	VTC					0,33									0,33					
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	0,33	0,33	0,67	1,33	0,67	0,33	0,33	1,00	1,33	3,67	2,67	4,00	3,33	3,00	3,33	1,33	4,67	2,00	3,67
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,33	0,33											0,33	0,33	0,33				
	<i>Jaxea nocturna</i>	VTC	0,33												0,33	0,33	0,33				
	<i>Processa</i> sp					0,67			0,33	0,33		0,67			0,33	0,33					
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL																			0,33
	Isopodi																				
	Bopyridae nd																				
	<i>Gnathia</i> sp					0,33															
	Tanaidacei																				
	<i>Apseudes spinosus</i>	HP		0,33	0,33	1,00															
Echinodermi																					
	Echinoidei																				
	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB					0,33				0,33		0,33	0,33						0,67	0,33
	Oloturoidei																				
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC				0,33	0,33	0,33		0,33					0,33					0,33	0,33
Molluschi																					
	Bivalvi																				
	<i>Azorinus charmasolen</i>	Mixt	0,33				0,67	0,33												0,33	0,33
	<i>Kurtella bidentata</i>	VTC																		0,33	
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim							0,33					0,33		0,33	0,67				
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim													0,33						0,33
	Caudofoveati															0,33					
	<i>Falcidens guttuosus</i>	Lim														0,33					
	Gasteropodi																				
	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC	0,67	1,00	4,33	0,33	6,00	2,00	2,67	1,33	1,00	1,00	1,00	2,33	3,67	2,00	2,33	2,67	1,00	1,00	2,67
	<i>Turritella communis</i>	VTC	0,33			0,33								0,67	0,67	0,33	0,33	0,33			2,33
Nemertini																					
	Nemertea nd		0,67		0,33	1,00		0,33		0,33	1,00		1,00	1,67	0,33			2,00			0,33
Platelminti																					
	Platelminta nd																				
Policheti																					
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC																			
	Ampharetidae nd																				
	<i>Ancystrosyllis groenlandica</i>	VB				0,33			0,33												
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	0,33	0,67		1,33	1,00	0,33	1,00		0,33		1,00	2,33	2,33	1,33	1,33	1,67	0,67	1,00	0,67
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,33	0,33	0,67						0,33			0,67	0,67	1,00	0,33				0,67
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim								0,33	0,33	0,67		0,67							
	Cirratulidae nd																				
	<i>Dilonereis filum</i>	Lim					0,33														
	<i>Glycera rouxii</i>	MO		0,33	0,33					0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,67	0,33	1,00		0,33	0,33
	<i>Glycera</i> sp		0,33		0,33		0,33														0,67
	<i>Glycera tridactyla</i>	SFBC																			
	<i>Harmothoe</i> sp																				
	<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd																			
	<i>Labioleantira yhleni</i>	VTC				0,33				0,33											0,33
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	0,67																		0,33
	Maldanidae nd																				
	<i>Marphysa belli</i>	Lim		0,33	0,33	1,33	1,00	0,33	1,33	1,00	1,33	0,67	0,67	2,00	1,00	0,67	0,33	2,00	1,00	1,00	0,67
	<i>Micronephthys sphaerocirrata</i>	Sab																			0,67
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO				0,33								0,33	1,33						0,33
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC				0,33				0,33	0,33			1,00	0,33	0,33				0,33	0,33
	Nereididae nd																				
	<i>Ninoe</i> sp		0,67	0,33		0,33		0,33		0,67			0,33	0,67		0,33		1,00			0,33
	<i>Notomastus aberans</i>	MO									0,33										0,33
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	0,33			0,33				0,67	0,33	0,67	2,00	3,00	1,33	1,33	0,33	0,67	0,33	0,67	0,33
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab			0,33		0,33			0,33	0,67	1,00	0,33	0,67	0,33						1,00
	Orbiniidae nd																				
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim			0,33	0,33				0,33	0,33		0,33	0,33	0,67		0,33	0,33	0,33		0,33
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,67			0,33	1,00	1,33	0,33	1,00		0,67	0,67	1,33		0,33	0,67	0,67	0,33		
	Paraonidae nd		3,33	1,33	2,33	7,00	3,67	2,33	2,00	2,67	3,33	5,67	6,67	9,33	8,00	3,67	5,00	6,67	6,00	5,00	3,33
	<i>Parapriospio pinnata</i>	VTC																			
	Phyllococidae nd																				
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim	0,67	0,33		0,33															0,67
	Pilargidae nd		0,33		0,33			0,33		0,67	0,67		0,67	0,33	0,67	1,00	0,33	0,33			0,33
	<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab																			
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC																			
	<i>Polydentes maxillosus</i>	DE		0,67																	
	<i>Prionospio</i> sp						0,33														



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

Stazione		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Distanza dal sea-line			100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>																						
	<i>Amathia semiconvoluta</i>	Sd			0,33															0,33		
	<i>Cellaria salicornioides</i>	Mixt									0,33				0,33					0,33	0,33	
	<i>Triticella flava</i>	Simbiosi	0,33								0,33			0,33	0,33							
<b>Cnidari</b>																						
	<i>Anthozoa nd</i>			0,67			0,33		0,33		0,33		0,33	0,33		1,00	0,33					
	<i>Edwardsia clapedii</i>	SFBC	0,33		1,00		0,33	0,33					0,67	0,67	0,67	0,67		0,67		0,33	0,33	0,67
	<i>Funiculina quadrangularis</i>	Lim			0,33						0,33											
	<i>Hydroidea nd</i>																				0,33	0,33
<b>Crostacei</b>																						
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC						0,33					0,33	0,33								
	<i>Leucothoe incisa</i>	SFBC		0,33					0,33													
	<i>Leucothoe liljeborgi</i>	MO										0,33				0,67					0,33	0,33
	<i>Leucothoe oboa</i>	Lim		0,33																		
	<i>Lysianassa sp</i>															0,33						
	<i>Othomaera schmidtii</i>	VB									0,33	0,33								0,33		
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt								0,33									0,33		0,33	
	<i>Cumacea nd</i>															0,33						
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	1,33	4,33	3,00	1,00		1,00	5,33	3,33	2,67	4,00	2,33	2,67	1,67	4,33	1,33	3,67	0,33	1,67	2,67	1,00
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,33					0,33		0,33	0,33				0,33	0,33						
	<i>Jaxea nocturna</i>	VTC						0,33													0,33	
	<i>Processa sp</i>																					
	<i>Anthurus gracilis</i>	Lim					0,33			0,33												
	<i>Astacilla sp</i>							0,33														
	<i>Gnathia sp</i>							0,33								0,33	0,33					
	<i>Ostracoda nd</i>												0,33									
	<i>Apseudes latreillii</i>	Minut			0,33				0,33	0,33										0,33		
	<i>Apseudes sp</i>								0,33			0,33										
	<i>Apseudes spinosus</i>	HP							0,33													
	<i>Leptognathia sp</i>																					
<b>Echinodermi</b>																						
	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB	0,67		0,33	0,67				0,67	0,33	0,67	0,33	0,67	0,33				0,67	0,33	0,33	
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC	0,33		0,33	0,33	0,33						0,33	0,33		0,67	0,33					
<b>Molluschi</b>																						
	<i>Abra prismatica</i>	DC			0,67					0,33												
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt									0,33											
	<i>Kelliella abyssicola</i>	Sm															0,33					
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC				0,33										0,33	0,33					
	<i>Montacuta phascolionis</i>	Lre																			0,33	
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim				0,33																
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim									0,33		0,33	0,33				0,33		0,33		0,67
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab														0,33						
	<i>Poromya granulata</i>	Mixt						0,33								0,33						
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim			0,33													0,33				
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre								0,33												
	<i>Falcidens guttuerosus</i>	Lim				0,33																
	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC	0,33																			
	<i>Hyala vitrea</i>	VTC	3,33	6,67	5,00	7,67	5,33	1,00	8,00	2,67	3,33	2,67	7,33	3,00	2,00	5,67	4,67	3,33	4,00	1,67	3,33	1,67
	<i>Ostornia sp</i>																					
	<i>Turritella communis</i>	VTC		0,33		0,33	0,33		0,33		0,33			0,33	0,33					0,33		0,33
<b>Nemertini</b>																						
	<i>Nemertea nd</i>			0,67	0,33	0,33		0,33	0,33	0,33	0,33		1,00		0,67	1,67	0,33	1,67		1,00	1,33	0,67
<b>Policheti</b>																						
	<i>Ampharetidae nd</i>								0,33			0,33										0,67
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim							0,33													
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	0,67	0,67	0,33		1,00				0,33						1,33			0,33	0,33	0,67
	<i>Aphelocheata filiformis</i>	MO	1,67	2,00	0,67	1,33	0,33	0,33	3,33	1,33	1,33	1,67	2,33	0,67	1,67	2,67	1,67	2,00	1,33	2,33	2,33	1,33
	<i>Aphelocheata marioni</i>	MO																		0,33	1,00	0,33
	<i>Capitellidae nd</i>																					0,33
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim									0,67								0,33			
	<i>Cirratulidae nd</i>						0,33	0,33	0,67	0,33	0,67	0,33		0,67						0,33		
	<i>Eupanthalis kinbergi</i>	DE																				
	<i>Glycera alba</i>	Lim			0,33				1,33									0,33				
	<i>Glycera rouxii</i>	MO				0,33		0,33	0,33	0,33	0,33		0,33	0,33	0,33	0,67	0,67		0,67	0,67	0,33	0,33
	<i>Glycera sp</i>						0,33	0,33	0,33	0,33	0,33											
	<i>Glycera tessellata</i>	Sd						0,33														
	<i>Glycera tridactyla</i>	SFBC											0,33									
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	0,33																			
	<i>Harmothoe sp</i>				0,67					0,33			0,33			1,00			0,33		0,33	
	<i>Hydroides elegans</i>	Sd			0,33																	
	<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd																0,33				
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC							0,33				0,33									
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab			0,33			0,33													0,33	
	<i>Maldanidae nd</i>																					
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,67		1,33	0,33	0,67	1,00	0,67	0,33		0,33	2,00	0,67	0,67	1,33	1,33		1,00	0,67	1,00	0,67
	<i>Melinna palmata</i>	Minut																				
	<i>Minuspia cirriferi</i>	MO																				
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC										0,33										
	<i>Nephtys hystricis</i>	VTC									0,67	0,33										0,33

Tab. 3-XXV – Continuo.

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Distanza dal sea-line		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																					
<i>Nephtys</i> sp		0,33							0,33			0,33									
Nereididae nd																					
<i>Ninoe</i> sp			1,00					0,67		0,67	0,33	0,67	1,00	0,67	0,67	0,33	1,33		0,33	0,33	0,33
<i>Notomastus aberans</i>	MO									1,33	0,33										0,33
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	0,33	0,33			0,67	2,00	0,67		1,67	0,33				1,00		0,33		0,33	0,33	0,33
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab			0,67			0,33	0,67	0,33		0,67		0,33		0,33						0,33
<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim		0,33						0,33	0,33				0,33	1,00				0,67	0,33	0,33
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO		0,33	0,33			0,33		0,67	0,33	0,33	0,33	0,67	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	0,67		0,33
Paraonidae nd		6,67	5,33	3,33	8,67	2,33	8,67	8,67	7,67	5,33	7,33	7,33	2,00	5,00	6,33	3,00	8,67	5,00	9,00	5,67	4,33
<i>Paraprionospio pinnata</i>	VTC						0,33														
<i>Phylo norvegica</i>	Lim	0,33							0,33		0,33									0,33	0,33
Pilargidae nd		0,33	0,67	1,67	0,33		0,33	1,67	1,00			1,00	0,33	0,67	1,67	0,67	1,00		1,00	1,67	1,67
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab	0,67				0,33						0,33	0,33	0,33			0,33				0,33
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC							0,33													
<i>Polyodontes maxillosus</i>	DE																			0,33	
<i>Praxillella gracilis</i>	Lim												0,33	0,33	0,33						
<i>Prionospio</i> sp					0,33		0,33						0,33	0,33	0,33						
Sabellidae nd				0,67				0,33													
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim																				0,33
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt								1,00												
<i>Scoletoma</i> sp			0,67							0,33		0,67			0,33					0,33	0,33
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre		0,33	0,33	0,33				0,33	0,33	0,33			0,33							
<i>Serpula vermicularis</i>	AP										0,33									0,33	
Spionidae nd				0,33	0,33	0,33		0,33		0,33	1,00	0,33	0,33		0,67		0,33	0,33		0,67	0,33
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC										0,33										
<i>Sternaspis scutata</i>	VTC	0,33													0,33					0,33	0,33
<i>Sthenelais boa</i>	Lim	0,33																			
<i>Syllis parapari</i>	SFBC															0,33				0,67	
Terebellidae nd								0,33			0,33						0,33	0,33			
<i>Terebellides stroemi</i>	MO														0,33						
<b>Sipunculidi</b>																					
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO																				
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB		0,67				1,00	1,33	1,67	1,00	0,33	0,67		0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,67	0,67	0,67
<i>Phascolion strombus</i>	Lre																				
<i>Sipuncula</i> nd				0,33	0,67		0,67		0,33			0,33					0,33	0,33			
<b>Biomassa totale</b>		<b>19,67</b>	<b>26,67</b>	<b>23,00</b>	<b>24,00</b>	<b>13,33</b>	<b>20,67</b>	<b>38,00</b>	<b>26,33</b>	<b>25,33</b>	<b>25,33</b>	<b>30,67</b>	<b>15,33</b>	<b>19,33</b>	<b>37,67</b>	<b>17,33</b>	<b>28,00</b>	<b>16,33</b>	<b>27,67</b>	<b>24,00</b>	<b>19,00</b>
<b>Ricchezza specifica totale</b>		<b>20</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>33</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>25</b>

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

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Distanza dal sea-line		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>																					
<i>Amathia semiconvoluta</i>	Sd																				
<i>Cellaria salicornioides</i>	Mixt												0,33	0,33	0,33		0,67	0,33			
<i>Triticella flava</i>										0,33		0,33									
<b>Cnidati</b>																					
<b>Antozoi</b>																					
<i>Actinaria nd</i>																			0,33	0,33	0,33
<i>Anthozoa nd</i>																			0,33	0,33	0,33
<i>Edwardsia claparedii</i>	SFBC		0,33	0,33	0,33					0,33		0,33	0,33					0,33	0,33	1,00	0,33
<i>Hydroidea nd</i>						0,33													0,33		
<b>Idrozoi</b>																					
<b>Crostacei</b>																					
<b>Anfipodi</b>																					
<i>Ampelisca diadema</i>	DE													0,67			0,33				
<i>Aora sp</i>																				0,67	0,67
<i>Erichthonius brasiliensis</i>	Sd																				
<i>Eriopisa elongata</i>	VB				0,33																
<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC	0,67			0,33	0,33			0,33		0,33			0,33					0,33	0,33	0,33
<i>Leucothoe incisa</i>	SFBC	0,33								0,67											
<i>Leucothoe liljeborgi</i>	MO								0,33		0,33			0,33			0,33				
<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC			0,33																	
<i>Othomaera schmidtii</i>	VB										0,33				0,33				0,33	0,33	0,67
<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt																				
<i>Urothoe sp</i>												0,33									0,33
<b>Cirripedi</b>																					
<i>Scalpellum scalpellum</i>	Sd																				1,00
<b>Cumacei</b>																					
<i>Cumacea nd</i>						0,67	0,67		0,33	0,33											
<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt	0,33			0,67	0,67														0,33	0,33
<i>Leucon mediterraneus</i>	C																				
<i>Alpheus glaber</i>	VTC				0,33	0,33															
<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	3,00	2,33	1,67	1,67	3,00	0,67	3,00	3,33	1,33	3,33	1,00	2,33	2,33	2,67	0,67	2,00	3,00	1,33	1,00	3,33
<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC				0,33					0,33		0,33			0,33				0,33	0,33	0,33
<i>Jaxea nocturna</i>	VTC																				
<i>Philocheras sculptus</i>	SGCF											0,33									
<i>Processa sp</i>																					0,33
<i>Solenocera membranacea</i>	VB						0,33														
<i>Upogebia deltaura</i>	DL								0,33												
<i>Upogebia mediterranea</i>	HP					0,33															
<b>Isopodi</b>																					
<i>Idotea sp</i>														0,33							
<i>Isopoda nd</i>									0,67												
<b>Ostracodi</b>																					
<i>Ostracoda nd</i>															0,33						
<b>Tanaidacei</b>																					
<i>Apseudes latreillii</i>	Minut				1,00	1,33															
<i>Apseudes spinosus</i>	HP	3,00			0,33	0,33						0,67									
<i>Leptognathia sp</i>		0,33																			0,33
<b>Echinodermi</b>																					
<b>Echinoidei</b>																					
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB	0,33	0,33		0,67			0,67			0,33				0,33						
<b>Oloturoidei</b>																					
<i>Labidoplax digitata</i>	VTC	0,33		0,67	0,33				0,33												
<b>Molluschi</b>																					
<b>Bivalvi</b>																					
<i>Abra prismatica</i>	DC		0,33																		
<i>Anomia ephippium</i>	Lre																				12,00
<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt									0,33											
<i>Hiatella arctica</i>	Sd																				0,67
<i>Kellia suborbicularis</i>	DC										0,33										0,33
<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC											0,33									
<i>Modiolarca subpicta</i>	AP																				0,67
<i>Nucula nitidosa</i>	Lim							0,33													
<i>Nucula sulcata</i>	Lim						0,33														
<i>Poromya granulata</i>	Mixt																				0,33
<i>Thyasira biplicata</i>	Lim													0,33							0,33
<b>Caudofoveati</b>																					
<i>Falcidens guttuosus</i>	Lim																				0,33
<b>Gasteropodi</b>																					
<i>Hyala vitrea</i>	VTC	1,33	6,33	8,00	7,00	1,67	3,33	5,33	1,00	2,67	1,67	0,33	1,33	2,00	1,00		2,67	2,67	1,67	1,67	3,00
<i>Nudibranchia nd</i>																					
<i>Turritella communis</i>	VTC					0,33															0,33
<b>Nemertini</b>																					
<i>Nemertea nd</i>		0,33	1,00			0,67	0,33	0,33	1,00	0,33				1,00	0,67	0,33	0,67	0,33	1,00	0,67	0,67
<b>Platelminti</b>																					
<i>Platelminta nd</i>														0,33							0,67
<b>Policheti</b>																					
<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,33																			
<b>Ampharetidae nd</b>																					
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	0,33	0,33		0,33			0,33		0,33						0,33	0,33				0,67
<i>Aphelocheata filiformis</i>	MO	2,67	1,33	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	2,00	1,33	3,00	0,67	4,00	1,00	2,00	1,33	0,33	4,33	4,67	2,67	2,00
<i>Aphelocheata marioni</i>	MO	0,33								0,33	0,33	0,33		0,33	0,33						0,33
<b>Capitellidae nd</b>																					
<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim		0,33		0,67					0,67					0,33						0,33
<b>Cirratulidae nd</b>																					

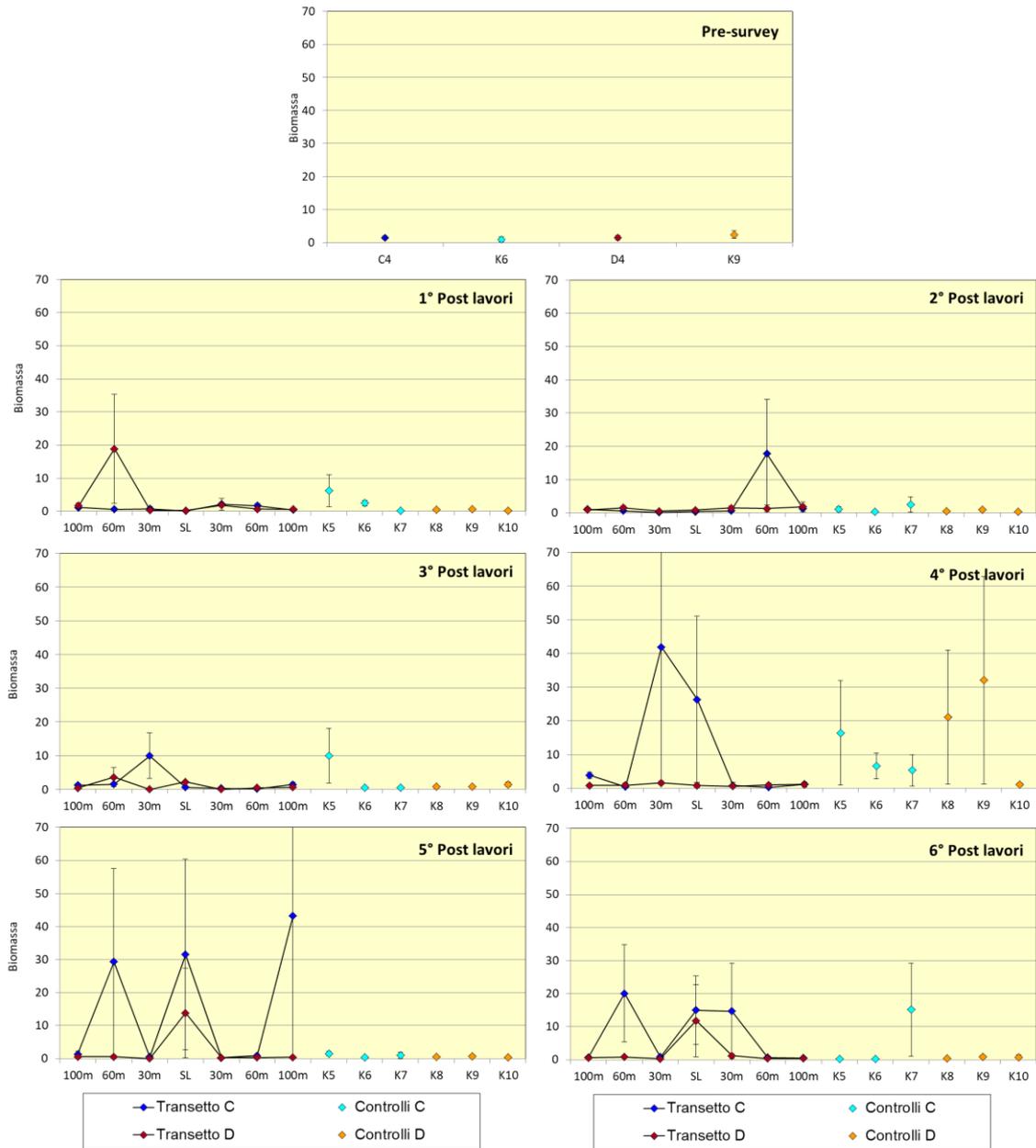
Tab. 3-XXVI – Continuo.

Stazione	Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Distanza dal sea-line		100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																					
<i>Micronephrys sphaerocirrata</i>	Sab																				0,33
<i>Nephtys hystrix</i>	VTC									0,33										0,67	
<i>Ninoe</i> sp			1,00	0,33	1,00	0,67	0,67	0,33	0,67	0,33				0,33	0,67	0,33		0,33	0,33	0,67	1,33
<i>Notomastus aberans</i>	MO		1,00			0,67	0,33			1,00	0,33			0,33				0,33	0,33		0,33
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim		0,33	0,67		0,67	0,33		0,33	0,33	0,67		0,33					0,33		0,33	0,33
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	1,00			0,33	0,33	0,33	0,33		0,33							0,67	1,00		0,33	0,33
<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	1,00						0,33												0,33	
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO			0,33	0,33	1,00		0,33	1,00	1,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	2,00	1,67	0,33
Paraonidae nd		6,33	10,00	5,33	6,67	8,33	3,67	6,67	9,00	10,00	6,67	2,00	9,00	4,00	3,00	4,00	5,67	7,33	8,67	9,33	5,33
<i>Phylo norvegica</i>	Lim	0,33												0,33	0,33	0,33	0,33	0,33			
Pilargidae nd		0,67	0,67	1,00	0,33	0,67	0,33	0,67	2,00	1,67	0,33	0,67	1,00	0,67	1,33	0,67	1,67	1,67	0,67	1,00	2,33
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab	0,33				0,33	0,33									0,33					
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC														0,33						
<i>Praxillella gracilis</i>	Lim							0,67											0,33		
<i>Pronospio</i> sp		0,33	0,33		0,33										0,33	0,33	0,33	0,33			
Sabellidae nd																					
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim																		0,33		
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	0,33			1,00	0,33								1,00				0,33	0,67		0,33
<i>Scoletoma</i> sp		0,33	0,33		0,33	0,33			0,33		0,33							0,33	0,67		0,33
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre		1,00			0,67	0,33		0,67	0,67					0,33				0,33		
Serpulidae nd																					
Spionidae nd		0,33					0,33	0,33	0,67	0,33		0,33							1,00		
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC		0,33		0,33	0,33															0,33
<i>Sternaspis scutata</i>	VTC								0,33						0,33	0,33			0,33		
<i>Syllis</i> sp							0,33														
Terebellidae nd		0,33																			0,33
<i>Terebellides stroemi</i>	MO	0,33																			
<b>Sipunculidi</b>																					
<i>Orchnesoma steenstrupi</i>	VB	1,33	1,00	1,33		1,00	0,67	1,00	1,00	1,67	1,00	0,33	1,33	2,67	1,67	0,33	0,67	0,67	1,00	1,33	1,00
<i>Sipuncula</i> nd			0,33		0,33			0,33	1,00										1,33	0,33	0,33
<b>Densità totale</b>		<b>28,67</b>	<b>24,67</b>	<b>29,33</b>	<b>28,67</b>	<b>15,33</b>	<b>22,67</b>	<b>29,67</b>	<b>27,67</b>	<b>22,33</b>	<b>10,00</b>	<b>23,00</b>	<b>22,67</b>	<b>18,00</b>	<b>10,67</b>	<b>19,67</b>	<b>32,33</b>	<b>47,67</b>	<b>25,00</b>	<b>25,67</b>	<b>25,67</b>
<b>Ricchezza specifica totale</b>		<b>31</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>29</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>21</b>	<b>26</b>

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

Stazione		Biocenosi	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10	
Distanza dal seal-line			100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	
<b>Briozoi</b>																							
	<i>Cellaria salicornioides</i>	Mixt					0,33																
	<i>Triticella flava</i>										0,33						0,33					0,33	
<b>Cnidari</b>																							
	Antozoi	SFBC			0,33	0,33		0,33	0,33				0,67		0,67		0,33		0,33	0,33	0,33	0,67	0,33
	Idrozoi							0,33										0,33	0,33				
<b>Crostacei</b>																							
	Anfipodi	DE														0,67	0,33		0,33			0,67	0,33
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB	0,33																				
	<i>Gammaropsis</i> sp		0,33																				
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC		0,33	0,33					0,67		1,33		0,33									
	<i>Leucothoe incisa</i>	SFBC			0,33				0,67			0,33				0,33	0,33		0,33				
	<i>Othoera schmidti</i>	VB									0,33												
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt																					
	Copepodi					1,00			0,33		1,00		0,33			0,33		0,33		0,33	1,33	0,67	0,67
	Cumacei													0,67	0,33								
	<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt		0,33		0,33	0,33				0,67	0,67			0,33	0,33			0,33			1,00	
	Decapodi	VTC					0,67											0,33	0,33	0,67			
	<i>Alpheus glaber</i>																						
	<i>Anapagurus</i> sp																						
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	3,33	3,00	5,33	1,33	1,67	3,67	4,00	5,67	1,33	4,33	4,33	4,67	2,00	4,33	2,00	4,33	3,00	5,00	5,33	2,33	0,33
	<i>Galathea</i> sp																						0,33
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC					0,33				0,33	0,33					0,67					0,33	0,33
	<i>Jaxea nocturna</i>	VTC	0,33					0,33						0,33									
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB							0,33														0,33
	Isopodi	Lim		0,33																			
	Ostracodi					0,33			0,33								0,33						
	Tanaidacei	HP														0,67						0,33	
	<i>Apeudes spinosus</i>																						
	<i>Leptognathia</i> sp				1,00					0,33													
<b>Echinodermi</b>																							
	Echinoidei	VB		0,67		0,67	0,33					0,33						0,33					
	Oloturoidei	VTC	0,33	0,33	0,33						0,33	0,33	0,33				0,33						0,33
	<i>Labidoplax digitata</i>																						
<b>Molluschi</b>																							
	Bivalvi																						
	<i>Abra nitida</i>	VTC				0,33																	
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt			0,33							0,33											
	<i>Kelliella abyssicola</i>	Sm		0,33		0,67		0,33			0,33		0,33				0,33						
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC																			0,33	0,33	
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim			0,33											0,33	1,00				0,33	0,33	
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim																					
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim		0,33						0,33	0,33				0,33			0,33			0,33		
	<i>Thyasira succisa</i>	Lim				0,33																	
	Gasteropodi	VTC	8,00	4,00	4,00	5,67	2,67	4,00	7,67	3,00	8,33	4,33	5,67	3,67	7,00	10,33	5,00	3,00	7,00	4,33	2,67	6,00	0,33
	<i>Hyla vitrea</i>	VTC	0,33					0,33					0,33	0,33	0,33		0,67				0,33	0,33	
	<i>Turritella communis</i>																						
<b>Nemertini</b>																							
	Nemertea nd			1,33	1,00	1,67	0,67	3,67	2,00	2,00	1,33		1,33	1,00	0,67	2,33	1,00	0,67		1,67	1,00	1,67	
<b>Poicheti</b>																							
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC		0,67					0,33			0,67		0,33		1,00	0,67	1,00			1,67		
	Ampharetidae nd																						
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB		0,33	0,67	0,33	1,00	0,33	0,67	0,67	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	0,67	0,67	0,67		0,33	0,67	0,67	
	<i>Aphelocheata filiformis</i>	MO	4,00	4,33	4,00	2,67	3,33	3,00	3,33	3,67	4,33	3,67	3,67	2,67	3,33	2,67	1,33	2,00		3,33	3,67	2,33	
	<i>Aphelocheata marioni</i>	MO	0,33	0,33			0,33	0,33	0,67	0,33						0,67	0,33				0,33	0,33	
	Capitellidae nd																						
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim		0,33		0,33				0,33	0,33					0,33			0,33		0,67	0,67	
	Cirratulidae nd																						
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,33	0,67	0,33		0,33			0,33	0,33	0,33	0,67	1,00	0,33		0,33		0,33		0,33	0,33	
	<i>Glycera</i> sp				0,33	0,67				0,33	0,67		0,33			0,67					1,33	1,00	
	<i>Glycera tessellata</i>	Sd								0,33							0,33						
	<i>Goniada maculata</i>	VTC													0,33	0,33					0,33	0,33	
	<i>Harmothoe</i> sp											0,67	1,33	0,33				0,33	0,33	0,67	1,33	0,33	
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC			0,67			0,33					0,33					0,33					
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab					0,33	0,33	0,67	0,67	0,67	1,33	0,33	0,33	1,00	1,67	1,00	1,00		1,00	0,67	1,33	
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,33	1,33	0,67	0,67	0,33	1,00	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	1,33	1,00	1,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,33	0,67	
	<i>Minuspio cimifera</i>	MO														0,33	0,33					0,33	
	<i>Nephtys hystricis</i>	VTC		0,33	1,00		0,33			0,33	0,67	0,67			0,33	0,33	0,33				0,33	0,33	
	Nereididae nd																						
	<i>Ninoe</i> sp		0,33	1,67	0,33	0,67	0,67	1,00		0,67	0,33	0,33	1,00	1,67	0,67	1,33	1,33	0,67	0,67	0,67	1,00	1,00	
	<i>Notomastus aberans</i>	MO		1,00	0,67					1,33	0,67	0,67		0,33							0,33	0,33	
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim			0,33		0,33	1,33	0,33	1,00	2,00	0,67	0,33				0,33	0,33	0,67	0,33	0,67	0,67	
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	0,67		0,33	0,33	0,33	0,67	0,33	0,67				0,67	1,00	0,67		0,33	0,67	0,33	1,67		
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC																					
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim		0,33	1,00	0,67				0,33	1,00	1,00		1,00	1,00	0,33	0,33		0,33		0,67	0,67	
	<i>Parafacydonia paradoxa</i>	MO		0,33	0,33	0,33	1,00	0,33		1,67	0,33	1,33	1,00	1,00	1,00	0,33	0,67	0,67	0,33	1,00	0,67	0,33	
	Paraonidae nd		9,33	17,33	18,00	10,67	8,00	9,67	8,00	11,67	14,33	10,33	14,33	14,67	14,67	19,33	10,67	8,00	6,67	9,33	15,33	7,33	
	<i>Paraprionospio pinnata</i>	VTC													0,33								
	<i>Phylo foetida</i>	SVMC				0,33		0,33															0,33
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim														0,33	0,33						
	Pilargidae nd		1,67	1,33	2,00	1,00	1,67	1,00	0,67	2,67	1,00	0,33	1,33	1,67	1,00	1,33	0,33	0,67	1,00		0,67	0,33	
	<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab			0,33			0,33			0,67				0,33								
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC		0,33	0,67			0															

In termini di biomassa (Tabb. 3-XXVIII - 3-XXXIV; fig. 3.9) anche l'estate 2018 è stata caratterizzata da un'elevata variabilità presso alcune stazioni (C2, C4, C5, D4 e K7), determinata ovunque dal rinvenimento di uno o due esemplari del riccio di mare *Brissopsis atlantica mediterranea*, una specie piuttosto incisiva dal punto di vista ponderale (fig. 3.10), la quale ha causato anche i picchi registrati nei monitoraggi precedenti. Altrove la biomassa è stata molto bassa e confrontabile.



**Fig. 3.9** – Biomassa ( $\pm e.s.$ ) registrata nell'intero periodo di indagine. C4 e D4 = siti posti sul sea-line.

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

Stazione	C4	K6	D4	K9
Distanza dal futuro sealine (m)	0	2000	0	2000
<b>Crostacei</b>				
Anfipodi			*	
			*	
Decapodi			0,002	
	0,026	0,010	0,031	0,039
	0,221			
		0,346		
<b>Echinodermi</b>				
Echinoidei	0,346			
Oloturoidei		0,001		
	0,525	0,243	0,003	
		0,200		0,525
<b>Molluschi</b>				
Bivalvi			0,732	
	0,010		0,047	
		0,001		
		*		
Gasteropodi		0,002	0,003	
	0,001	0,002	0,005	0,004
		0,161		1,084
<b>Nemertini</b>				
Nemertea nd	0,002		0,017	0,202
<b>Policheti</b>				
	0,001			
		*		*
	*	*	*	*
	*	*	*	*
	0,004		0,006	
	0,001	0,002	0,010	0,206
	0,002			
	0,205	*	0,006	
	*			*
	0,070	0,296		0,081
	*	*	*	
		0,186	0,006	0,006
		0,003	0,003	0,005
	0,008		0,010	
			*	
	*		*	*
	*	*	*	*
	0,001	0,001	*	*
		0,009	0,026	
	*		*	
	0,001		0,003	
		0,001		0,008
	0,002	0,001	0,002	
			*	
			*	
<b>Sipunculidi</b>				
	*	0,001	0,001	0,001
		0,001		0,176
<b>Biomassa totale</b>	<b>1,429</b>	<b>1,465</b>	<b>0,913</b>	<b>2,338</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. \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Distanza dal sea-line	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>																				
<i>Triticella flava</i>		0,003					*						*		*					
<b>Cnidari</b>																				
Actiniaria nd									0,013											
<b>Crostacei</b>																				
Anfipodi <i>Ampelisca diadema</i>													*	*						
<i>Harpinia dellavallei</i>												*								
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>								*	*				*							
<i>Microdeutopus</i> sp													*							
<i>Paraphoxus oculatus</i>							*													
Cumace <i>Eudorella truncatula</i>												*								
Decapod <i>Alpheus glaber</i>			0,082				0,102													
<i>Callinassa subterranea</i>	0,001	*	*	0,005			0,001	0,016	0,010	0,019	0,076	0,070	0,025	0,002	0,010	0,015	0,021	0,043	0,004	0,017
<i>Chlorotocus crassicornis</i>			0,661																	
<i>Goneplax rhomboides</i>		0,289				0,716							0,004		0,167					
Misidiac Misidiacea nd			*																	
Tanaidac <i>Apeudes spinosus</i>	*	0,001					*	*		0,001										
<i>Leptognathia</i> sp							*													
<b>Echinodermi</b>																				
Echinoic <i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>					1,896	0,565		5,253			0,972	17,088								
Oloturoii <i>Holothuroidea</i> nd	0,241				0,117	0,137	0,258	0,337		0,129		0,116	0,126		1,141	0,140		0,035		0,169
<i>Labidoplax digitata</i>	0,749	0,029									0,402				0,391	0,478				
<b>Molluschi</b>																				
Bivalvi <i>Abra prismatica</i>	0,001																			
<i>Azorinus chamasolen</i>								0,300	1,703											
<i>Nucula nitidosa</i>																0,003				
<i>Nucula sulcata</i>									0,335											
<i>Thyasira biplicata</i>										0,003										
Gastero <i>Hyalia vitrea</i>	0,002	0,005	0,002	0,002	0,004	*	0,001	0,003	0,002	0,002	0,004	0,002	0,003	0,004	0,001	0,001	0,001	0,004	0,002	0,002
<i>Turritella communis</i>													0,080		0,298	0,298	0,001	0,402	0,492	
<b>Nemertini</b>																				
Nemertea nd	0,004			*				*			0,002		0,001	0,009	0,001	*		0,001		
<b>Policheti</b>																				
<i>Ampharete acutifrons</i>	*	*		*		*	*	*	*			*		*				0,001	*	*
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	0,001	*	*	0,001	*	*	0,001	*	*	*	*
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	*	*	*	*	*	*		*	*											
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*	*	*	*	*	*		*	*											
Aphroditidae nd									0,089											
Capitellidae nd												*								
<i>Chaetozone caputesocis</i>			*	0,006											0,002	*				
Cirratulidae nd					*															0,001
<i>Dilonereis filum</i>	0,002			*																0,003
<i>Glycera alba</i>																0,086	0,006			
<i>Glycera rouxii</i>								0,092	0,082		0,015	0,463	0,006							0,003
<i>Glycera</i> sp	0,025							0,001	0,032	0,001	0,001	*	0,004							
<i>Glycera tessellata</i>		0,004																		
<i>Glycera tridactyla</i>														0,044						
<i>Harmothoe</i> sp		0,001									*									
<i>Labidoleana yhleni</i>							0,047										0,109	*	*	
<i>Lumbrineris gracilis</i>					*							*					*	*		
Maldanidae nd			0,001							0,002										
<i>Marphysa bellii</i>	0,145	0,255	0,045	0,135	0,161	0,250	0,020	0,195	0,206	0,003	0,219	0,149	0,001	0,148	0,044	0,124	0,065	0,031	0,034	0,009
<i>Melinna palmata</i>										0,001										
<i>Minuspia cirrifera</i>													*							
<i>Nephtys hystrix</i>	0,001												0,989					0,006		
<i>Ninoe</i> sp	0,008	*	0,002	0,003	0,001	0,001				0,011			0,002			*	0,001	0,001	0,003	
<i>Notomastus aberans</i>								0,018					0,003							
<i>Ophelina cylindricaudata</i>					*						*		0,001	*		*	*	*	*	*
<i>Ophiodromus flexuosus</i>		*		*							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Paradiopatra calliopae</i>	*		0,001	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,001	*	*	*	*	*	0,001	0,001	*	*	0,001	0,001	*	0,001	*	0,001	*	*	*	0,002
Paraonidae nd	0,001	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Paraprionospio pinnata</i>							0,001							0,024	0,016		0,012	*	*	
<i>Phylo norvegica</i>				*	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*
Pilargidae nd	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pilargis verrucosa</i>				*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	0,001
<i>Poecilochetus serpens</i>													*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Polydortes maxillosus</i>																				0,041
<i>Prionospio</i> sp			0,001						*		*									
<i>Scoletoma impatiens</i>											0,002			*	0,002		0,004	0,002		
<i>Scoletoma</i> sp										*				*						
<i>Scoloplos armiger</i>			*						*					*						
Spionidae nd											0,001			*						
<i>Spiophanes bombyx</i>							*													
<i>Stemaspis scutata</i>																				
<i>Trachytrypae jeffreysii</i>												0,001								
<b>Sipunculidi</b>																				
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,001			0,002	0,001	0,003	0,001		0,001	*	0,001	0,001		0,001	0,001	0,003				
<i>Phascolion strombus</i>			0,001				0,001													
<i>Sipuncula</i> nd			0,001		*			*	*				*		0,001					*
<b>Biomassa totale</b>	<b>1,183</b>	<b>0,587</b>	<b>0,797</b>	<b>0,156</b>	<b>2,180</b>	<b>1,672</b>	<b>0,434</b>	<b>6,216</b>	<b>2,474</b>	<b>0,174</b>	<b>1,695</b>	<b>18,887</b>	<b>0,278</b>	<b>0,211</b>	<b>1,863</b>	<b>0,710</b>	<b>0,584</b>	<b>0,526</b>	<b>0,583</b>	<b>0,202</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 di installazione (inverno 2017). \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Distanza dal sea-line	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>																				
Briozoa nd							*													*
<i>Trilicella flava</i>		*										*								*
<b>Cnidari</b>																				
Antozoi																				
Actiniaria nd								0,006												
<i>Edwardsia claparedii</i>	0,515						0,095					0,009								
<i>Funiculina quadrangularis</i>			7,313									1,512							0,311	0,190
Idrozoi			*				*						*							
Hydroidea nd																0,002				
<b>Crostacei</b>																				
Anfipodi																				
<i>Ampelisca diadema</i>										*										*
<i>Cheirocratus sundevallii</i>											*									*
<i>Corophium</i> sp						0,001								*						*
<i>Eriopisa elongata</i>																				*
<i>Halice walkeri</i>									*											*
<i>Leptocheirus guttatus</i>													*							*
<i>Leucothoe incisa</i>														*						*
<i>Paraphoxus oculatus</i>										*			*							*
<i>Phtisica marina</i>					*															*
<i>Stenothoe</i> sp												*								*
Copepodi				*	*															
Cumacei									*			*								
<i>Eudorella truncatula</i>		*																		
Decapodi																				
<i>Alpheus glaber</i>																0,100				
<i>Callinassa subterranea</i>	0,009	0,027	*	0,015	0,001		0,007	0,035	0,033	0,032	0,007	0,021			0,001	0,005	0,071	0,025	0,005	
<i>Goneplax rhomboides</i>		0,125							0,100	0,268		0,123					0,116		0,093	
<i>Jaxea nocturna</i>												0,105							0,001	
<i>Macropodia longipes</i>			0,139																	
<i>Solenocera membranacea</i>	0,613																			
Misidacei												*								
Misidiacea nd																				
Ostracodi			*	*			*													
Ostracoda nd																				
Tanaidacei			*	*																
<i>Apseudes spinosus</i>	0,001									0,001										
<b>Echinodermi</b>																				
Echinoidei																				
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>		0,379	2,094					9,728												
Olioturoidei				0,423				0,010												
<i>Labidoplax digitata</i>	0,022													0,669		0,187	0,513			0,171
<b>Molluschi</b>																				
Bivalvi																				
<i>Anomia ephippium</i>			*																	
<i>Azorinus chamasolen</i>		0,460																		
<i>Kellia suborbicularis</i>		*				*	*													
<i>Kelliella abyssicola</i>								*			*									
<i>Kurtiella bidentata</i>								*												0,001
<i>Nucula nitidosa</i>		0,001													0,001					
<i>Nucula sulcata</i>		0,394					1,175			0,099									0,312	0,587
<i>Thyasira biplicata</i>								0,040												
<i>Timoclea ovata</i>	0,001																			*
Caudofoveati																				
<i>Falcidens guttuosus</i>			*																	*
Gasteropodi																				
<i>Bela brachystoma</i>	0,004	0,009	0,002	0,016	0,010	0,014	0,009	0,006	0,003	0,001	0,005	0,004	0,001	0,003	0,001	0,002	0,005	0,008	0,002	0,010
<i>Hyalia vitrea</i>																				
<i>Odostomia</i> sp																				
<i>Turritella communis</i>	0,001					0,001							0,276							
<b>Nemertini</b>																				
Nemertea nd		*	*	0,229	0,000	0,004		0,001				*	*	*	*	0,001		0,001		*
<b>Policheti</b>																				
<i>Ampharete acutifrons</i>			*										0,001	*						*
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	0,003	0,003				*	*	*	*	*	*									*
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	*	0,001	*	0,001	0,001	*	0,001	*	0,001	*	0,001	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*
<i>Aphelochaeta marioni</i>							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Capitellidae nd																				*
<i>Chaetozone caputesocis</i>	0,003								0,002										0,002	0,011
Cirratulidae nd			*	*	*						*	*	*						0,001	*
<i>Glycera alba</i>													*							*
<i>Glycera rouxii</i>	0,002		0,049	0,002					0,223		0,167	0,099				0,088			*	0,220
<i>Glycera</i> sp	0,001		0,016		*			*			*				0,001	0,001		0,003	*	*
<i>Glycera tessellata</i>									*											*
<i>Harmothoe</i> sp	0,003	0,002	*											0,001	*	0,001				*
<i>Lumbrineris gracilis</i>			*																	*
Maldanidae nd																				0,014
<i>Marphysa bellii</i>	0,047	0,135	0,182	0,141	0,072	0,118		0,150	0,099	0,103	0,190	0,006	*	0,062	0,051	0,130	0,100	0,169	0,378	0,217
<i>Melinna palmata</i>																			0,003	
<i>Minuspio cirrifer</i>							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Nephtys hystrix</i>							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ninoe</i> sp	0,002	*		0,002		0,003	0,010	0,004	0,003		0,001		0,001	0,006				0,001	0,006	*
<i>Notomastus aberans</i>					0,016		*	0,010	0,005	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ophelina cylindricaudata</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ophiodromus flexuosus</i>																				0,001
<i>Parthalis oerstedii</i>		*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,113
<i>Paradiopatra callopeae</i>	0,002	*	*	0,003	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Paralacydonia paradoxa</i>							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Paraonidae nd	0,003	0,002	*	0,003	0,001		0,002		0,001	0,001	*	0,001	*	*	*	0,001	*	0,001	0,001	0,002
<i>Phylo norvegica</i>																				



Tab. 3-XXXII – Continuo.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Distanza dal sea-line	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																				
<i>Sabellidae</i> nd			*				*						*							*
<i>Scalibregma inflatum</i>								0,001										*	*	
<i>Scoletoma impatiens</i>		0,002							0,002		*			*				*	*	
<i>Scoletoma</i> sp		*	*	0,001				*	*	*			0,001					*	*	
<i>Scoloplos armiger</i>										*							*	*		
<i>Serpula vermicularis</i>			*	*	*		*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	
Spionidae nd							*	*	*	*	*	*		*		*	*			0,001
<i>Spiophanes bombyx</i>										*										
<i>Sternaspis scutata</i>	0,682													0,005						0,544
<i>Sthenelais boa</i>	*																			0,013
<i>Syllis parapar</i>															0,001					
Terebellidae nd							0,001			0,018						0,000	0,005	0,001		
<i>Terebellidae stroemi</i>														0,001						
<b>Sipunculidi</b>																				
<i>Aspidosiphon muelleri</i>															0,020					
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>		0,001				0,002	0,002	0,002	0,001	*	0,001		*	*	0,001	0,001	*	0,001	0,027	0,001
<i>Phascolion strombus</i>								*								*	0,006			
Sipuncula nd			0,002	*		0,002		*			*									
<b>Biomassa totale</b>	<b>3,826</b>	<b>0,455</b>	<b>41,886</b>	<b>26,331</b>	<b>0,831</b>	<b>0,279</b>	<b>1,168</b>	<b>16,424</b>	<b>6,610</b>	<b>5,300</b>	<b>0,772</b>	<b>0,874</b>	<b>1,598</b>	<b>0,789</b>	<b>0,538</b>	<b>0,924</b>	<b>1,069</b>	<b>21,129</b>	<b>32,021</b>	<b>1,068</b>

**Tab. 3-XXXIII – Lista e biomassa (gr/0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 5° survey post lavori di installazione (inverno 2018). \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>.**

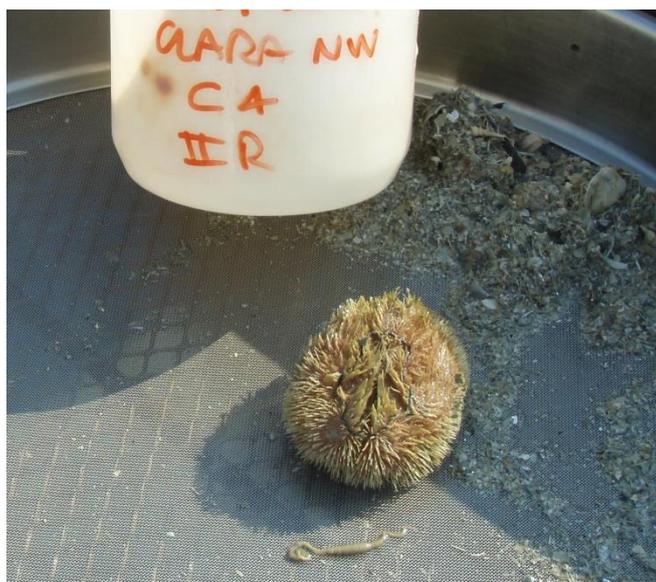
Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Distanza dal sea-line	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>																				
<i>Amathia semiconvoluta</i>														*						
<i>Cellaria salicornioides</i>									*			0,004	0,001			0,005	0,002			
<i>Triticella flava</i>																				
<b>Cnidari</b>																				
<b>Antozoi</b>																				
Actiniaria nd																		0,010		
Anthozoa nd																		0,008	0,002	
<i>Edwardsia clapedii</i>		0,307	0,090	0,612				0,272			0,160	0,041				0,239	0,265	0,737	0,218	
<b>Idrozoi</b>					*													0,016		
Hydroidea nd																				
<b>Crostacei</b>																				
<b>Antipodi</b>													0,001			*				
<i>Ampelisca diadema</i>																				
<i>Aora sp</i>																				
<i>Erichthonius brasiliensis</i>					*														0,001	
<i>Eriopisa elongata</i>				*														*		*
<i>Harpinia dellavallei</i>	*			*	*			*	*	*			*					*	*	*
<i>Leucothoe incisa</i>	*							*	*	*								*		*
<i>Leucothoe liljeborgi</i>								*	*	*			0,001			*				
<i>Orchomene grimaldii</i>			*																	
<i>Othomera schmidtii</i>											0,003			0,002			0,001	0,004	*	
<i>Paraphoxus oculatus</i>																		*		*
<i>Urothoe sp</i>											*									*
<b>Cirripedi</b>																				
<i>Scalpellum scalpellum</i>																			0,001	
<b>Cumacei</b>					*			*	*											
Cumacea nd					*			*	*											
<i>Eudorella truncatula</i>	*			*	*													*	*	*
<i>Leucon mediterraneus</i>																				
<b>Decapodi</b>				0,017	0,019															
<i>Alpheus glaber</i>				0,019	0,023	0,003	0,018	0,042	0,008	0,030	0,004	0,012	0,016	0,024	0,002	0,016	0,049	0,030	0,020	0,040
<i>Callinassa subterranea</i>	0,035	0,018	0,033	0,019	0,001				0,090	0,005	0,064			0,002				0,001	0,002	*
<i>Goneplax rhomboides</i>				0,001																
<i>Jaxea nocturna</i>														0,009		0,020				
<i>Philocheilus sculptus</i>										0,019										
<i>Processa sp</i>																				0,003
<i>Solenocera membranacea</i>						0,137														
<i>Upogebia delataura</i>								0,005												
<i>Upogebia mediterranea</i>					0,003															
<b>Isopodi</b>													0,001							
<i>Idotea sp</i>																				
Isopoda nd								*												
<b>Ostracodi</b>																				
Ostracoda nd														*						
<b>Tanaidacei</b>				*	0,001															
<i>Apeudes latreillii</i>				*	*															
<i>Apeudes spinosus</i>	0,003			*	*															
<i>Leptognathia sp</i>	*									0,001								*		
<b>Echinodermi</b>																				
<b>Echinoidei</b>																				
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	0,947	28,629		30,450			43,165				0,987			13,635						
<b>Oloturoidei</b>																				
<i>Labidoplax digitata</i>	0,142		0,069	0,376				0,658												
<b>Molluschi</b>																				
<b>Bivalvi</b>		0,004																		
<i>Abra prismatica</i>																				
<i>Anomia ephippium</i>																			*	
<i>Azorinus chamasolen</i>								0,708											*	
<i>Hiatella arctica</i>																			*	
<i>Kellia suborbicularis</i>									*										*	
<i>Kurtiella bidentata</i>											0,001								*	
<i>Modiolarca subpicta</i>																			*	
<i>Nucula nitidosa</i>									*										*	
<i>Nucula sulcata</i>						0,538													*	
<i>Poromya granulata</i>																			*	
<i>Thyasira biplicata</i>																				0,002
<b>Caudofoveati</b>														0,001						
<i>Falcidens gutturosus</i>																			*	
<b>Gasteropodi</b>																				
<i>Hyalia vitrea</i>	0,001	0,005	0,007	0,005	0,001	0,002	0,003	0,001	*	0,001	*	0,002	0,001	*		0,001	0,001	0,002	0,001	0,002
Nudibranchia nd																			*	
<i>Turritella communis</i>					0,031														0,351	
<b>Nemertini</b>																				
Nemertea nd	0,002	0,001			*	0,001	*	0,026	*				*	0,001	*	0,001	*	0,001	0,010	*
<b>Policheti</b>																				
<i>Ampharete acutifrons</i>	0,002																			
Ampharetidae nd								*	*										*	*
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	*	*		0,001			*	*	*				*	*	*	*	*		*	*
<i>Aphelocheata filiformis</i>	0,001	*	*	0,001	0,001	0,001	*	*	*	0,001	*	0,001	*	*	*	*	0,002	0,001	*	*
<i>Aphelocheata marioni</i>	*							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*
Capitellidae nd																				
<i>Chaetozone caputesocis</i>			0,006	0,010					0,005					0,013					*	
Cirratulidae nd																				
<i>Ditrupea arietina</i>						*	*							*					*	
<i>Eupanthalis kinbergi</i>											0,035								*	
<i>Glycera alba</i>		0,001											0,002	0,002						
<i>Glycera rouxii</i>	0,001	0,001	0,151	*	*				0,005	*		0,219	*						0,001	
<i>Glycera sp</i>									*											
<i>Glycera tessellata</i>							*				0,001									
<i>Glycera tridactyla</i>										0,017				0,024						

Tab. 3-XXXIII – Continuo.

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Distanza dal sea-line	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																				
<i>Micronephrys sphaerocirrata</i>																				*
<i>Nephtys hystricis</i>									0,008									0,001		
<i>Ninoe</i> sp		0,015	*	0,010	0,001	*	0,003	0,002	0,001			0,009	0,011	0,003		0,003	0,001		0,002	0,017
<i>Notomastus aberans</i>			0,013		0,016	0,016			0,009	0,001			0,003				*	0,002		0,007
<i>Ophelina cylindricaudata</i>		*	*		*	*		*	*	*		*						*	*	*
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	0,001			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*
<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,004						0,001		*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*
<i>Paralacydonia paradoxa</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Paraonidae nd	0,001	0,001	*	0,001	0,001	*	*	0,001	0,001	0,001	*	0,001	*	*	*	*	*	*	0,001	*
<i>Phylo norvegica</i>	0,064												0,005		0,006		0,009	*	*	*
Pilargidae nd	0,001	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pilargis verrucosa</i>	0,001				*	0,001							*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Poecilochetus serpens</i>													*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Praxillella gracilis</i>				*			*						*	*	*	*	*	0,013	*	*
<i>Prionospio</i> sp	*	*					*						*	*	*	*	*	*	*	*
Sabellidae nd													*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scalibregma inflatum</i>				*	*								*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scoletoma impatiens</i>	*			*	*								*	*	*	*	0,001	*	*	0,006
<i>Scoletoma</i> sp	*	0,013		*	0,001	*		0,001	*	*	*						*	0,012	*	*
<i>Scoloplos armiger</i>		*		*	*	*		*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*
Serpulidae nd																	*	*	*	*
Spionidae nd	*			*	*	*	*	*	*	*	*						*	*	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>		*		*	*	*	*	*	*	*	*						*	*	*	*
<i>Sternaspis scutata</i>								0,055					0,001	*	*	*	*	0,001	*	*
<i>Syllis</i> sp						0,001							*	*	*	*	*	*	*	*
Terebellidae nd	0,189																			0,001
<i>Terebellides stroemi</i>	*																			*
<b>Sipunculidi</b>																				
<i>Ornchesoma steenstrupi</i>	0,003	0,001	0,001		0,001	0,001	0,002	*	0,001	0,001	*	0,001	0,003	0,003	*	*	*	*	0,001	0,001
<i>Sipuncula</i> nd		*		0,003			*	0,001			*	*				0,009	*	0,001	*	*
<b>Biomassa totale</b>	<b>1,411</b>	<b>29,352</b>	<b>0,500</b>	<b>31,557</b>	<b>0,282</b>	<b>0,904</b>	<b>43,266</b>	<b>1,504</b>	<b>0,399</b>	<b>1,081</b>	<b>0,574</b>	<b>0,568</b>	<b>0,064</b>	<b>13,814</b>	<b>0,283</b>	<b>0,382</b>	<b>0,445</b>	<b>0,522</b>	<b>0,778</b>	<b>0,372</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 di installazione (inverno 2018). \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>.**

Stazione	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Distanza dal seal-line	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000	100	60	30	0	30	60	100	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>					*				*						*					*
<i>Cellaria salicornioides</i>					*				*						*					*
<i>Triticella flava</i>					*				*						*					*
<b>Cnidari</b>																				
Antozoi																				
<i>Edwardsia claparedii</i>			0,063	0,313	*	0,483	0,002			0,096		0,430		0,031	*	0,001	0,332	0,056	0,046	0,176
Idrozozi																				
Hydroidea nd																				
<b>Crostacei</b>																				
Antipodi																				
<i>Ampelisca diadema</i>														*	*	*			*	*
<i>Eriopisa elongata</i>	*																			
<i>Gammaropsis</i> sp	*																			
<i>Harpinia dellavallei</i>		*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Leucothoe incisa</i>			*						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Othomaera schmidti</i>									0,003									*	*	*
<i>Paraphoxus oculatus</i>						*		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Copepodi nd				*							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cumacei												*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Eudorella truncatula</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Decapodi																				
<i>Alpheus glaber</i>					0,023											0,067	0,063			
<i>Anapagurus</i> sp																0,002	0,002			
<i>Callinassa subterranea</i>	0,033	0,051	0,060	0,022	0,011	0,063	0,049	0,059	0,025	0,038	0,060	0,049	0,027	0,051	0,025	0,060	0,033	0,038	0,059	0,023
<i>Galathea</i> sp																				
<i>Goneplax rhomboides</i>					0,039				0,033	0,033						0,293				0,029
<i>Jaxea nocturna</i>																				
<i>Solenocera membranacea</i>	0,007					0,040						0,034								0,002
Isopodi																				
<i>Anthura gracilis</i>		*																		
Ostracodi				*				*			*			*	*	*	*	*	*	*
<i>Ostracoda</i> nd				*				*			*			*	*	*	*	*	*	*
Tanaidacei																				
<i>Apseudes spinosus</i>														*	*	*	*	*	*	*
<i>Leptognathia</i> sp								*						*	*	*	*	*	*	*
<b>Echinodermi</b>																				
Echinoidei																				
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>		19,783		14,578	14,590					14,320										
Oloturoidei																				
<i>Labidoplax digitata</i>	0,206	0,005	0,128						0,057		0,105			11,130	0,464					0,355
<b>Molluschi</b>																				
Bivalvi					*															
<i>Abra nitida</i>					*															
<i>Azorinus chamasolen</i>				0,098	*	*				0,543	*				*	*	*	*	*	*
<i>Kelliella abyssicola</i>		*		*	*	*					*			*	*	*	*	*	*	*
<i>Kurtiella bidentata</i>					*	*					*			*	*	*	*	*	*	*
<i>Nucula nitidosa</i>					*	*					*			*	*	*	*	*	*	*
<i>Nucula sulcata</i>								0,037							0,028			0,215		
<i>Thyasira biplicata</i>								0,005	*					0,002		0,003				
<i>Thyasira succisa</i>					*															
Gasteropodi																				
<i>Hyalia vitrea</i>	0,006	0,004	0,003	0,005	0,002	0,005	0,008	0,003	0,009	0,004	0,005	0,003	0,008	0,009	0,005	0,002	0,007	0,005	0,003	0,006
<i>Turritella communis</i>	0,356					0,037					0,319	0,161	0,164	0,529				0,542	0,067	
<b>Nemertini</b>																				
Nemertea nd		0,001	0,205	*	*	0,002	*	0,008	*	*	*	*	*	*	*	0,029		0,001	*	0,002
<b>Policheti</b>																				
<i>Ampharete acutifrons</i>		*						0,001		0,001		0,001		0,001	*	0,001			0,001	
Ampharetidae nd															*	*	*	*	*	*
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>		*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	*	*	*	*	0,001	*	0,001
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Capitellidae nd																				
<i>Chaetozone caputesocis</i>		0,001		0,001				0,003	0,001					0,001		*	0,001	0,007	0,007	
Cirratulidae nd																				
<i>Glycera rouxii</i>	0,004	0,005	0,011	*	*	0,002			0,002	0,001	0,027	0,061	0,003		0,054	0,004		*	*	0,002
<i>Glycera</i> sp				*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Glycera tessellata</i>									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Goniada maculata</i>									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Harmothoe</i> sp						0,001				0,001	0,003	0,001			*	*	*	*	0,002	0,001
<i>Labioleanira yhlani</i>			0,003				0,022	*	*	*	0,015	*	*	*	*	0,110	*	*	*	*
<i>Lumbrineris gracilis</i>								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Marphysa bellii</i>	0,034	0,111	0,061	0,067	0,038	0,066	0,132	0,053	0,039	0,067	0,090	0,105	0,042	0,086	0,119	0,061	0,025	0,025	0,086	0,097
<i>Minuspia cirrifera</i>																				
<i>Nephtys hystrix</i>		0,001	0,010		0,003			0,004	0,009	0,008		*		0,003	0,080			0,004	0,001	0,002
Nereididae nd																				
<i>Ninoe</i> sp	0,006	0,011	0,001	0,005	0,003	0,005		0,005	0,002	0,003	0,005	0,005	0,005	0,005	0,013	0,003	0,004	0,005	0,005	0,010
<i>Notomastus aberans</i>		0,009	0,006			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ophelina cylindricaudata</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	*		*	*	*	0,003	*	0,001	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Owenia fusiformis</i>																				
<i>Paradiopatra calliopae</i>		*	*	0,001	*	*	*	*	*	0,002	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Paralacydonia paradoxa</i>		*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Paraonidae nd	0,001	0,003	0,002	0,001	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,005	*	*	0,001	0,002	0,001
<i>Paraprionospio pinnata</i>																				
<i>Phylo foetida</i>				0,050		0,004				0,010										0,003
<i>Phylo norvegica</i>												0,007	0,020	*	0,003	*	*	0,003	*	*
Pilargidae nd	*	*	*	*</																



**Fig. 3.10** - Esempio di *Brissopsis atlantica mediterranea* rinvenuto nell'estate 2018 in una replica prelevata dal sito C4.

### 3.3.2. AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE

Nell'estate 2018 i taxa di fondo mobile sono risultati i più rappresentati (Tab. 3-XXXVa e 3-XXXVb) come già precedentemente. In particolare, le specie limicole (legate alla presenza di fango) si sono confermate come il raggruppamento biocenotico più importante in tutte le stazioni sia in termini di numero di specie che di densità, seguiti dagli indicatori di materia organica nei sedimenti e/o dai sabulicoli e dai misticoli. A differenza dei monitoraggi precedenti non sono state rinvenute specie attribuibili alla Biocenosi dei fondi mobili instabili né minuticole che comunque, quando presenti, erano in numero molto esiguo.

**Tab. 3-XXXV** – Numero di taxa (a) e di individui (b) rinvenuti nell'intero periodo di osservazione suddivisi in base alla loro affinità biocenotica. In giallo sono indicati i gruppi più numerosi. C4 e D4 = siti posizionati sul sea-line; K = controlli. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XV.

a)

**Pre-survey**

	C4	K6	D4	K9
Limicoli (Lim, VTC, VB)	12	14	12	8
Sabulicoli (Sab, SFBC)	2		1	1
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)		2	1	1
Indicatori di Materia Organica (MO)	5	6	5	3
Substrato duro (Sd)			1	1
Larga ripartizione ecologica (Lre)		2	1	

**1° Post Lavori**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Substrato mobile non in letter. (Sm)												1								
Limicoli (Lim, VTC, VB)	9	6	7	7	6	6	7	5	5	5	8	9	9	6	10	10	6	7	4	4
Sabulicoli (Sab, SFBC)		2		1	1	1	1					2		3		1	2	2	1	1
Misticoli (Mixt, DC, DE)	1				1	1		1	1		1	1	1						1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	3	1	2	1	1	2	2	4	4	2	3	5	3	2	1	3	1	2	3	2
Minuticole (Minut)										1										
Substrato duro (HP)	1	1						1		1										
Larga ripartizione ecologica (Lre)			2				1		1											

**Tab. 3-XXXV – Continuo.**

<b>2° Post Lavori</b>	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Substrato mobile non in letter. (Sm)																				
Limicoli (Lim, VTC, VB)	6	6	6	9	9	7	7	11	6	13	12	13	11	12	12	11	9	7	5	6
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1		1		2				1	3	2	2	4	3		1	1		1	
Misticoli (Mixt, DE, DL)	2	1				1	1		1	1		1	2			1	1			2
Indicatori di Materia Organica (MO)	3	3	3	3	2	2	1	3	3	3	4	4	3	2	3	3	3	2	2	1
Minuticoli (Minut)																				
Substrato duro (HP, Sd)			1	1	1													1		
Larga ripartizione ecologica (Lre)								1		1				1						

<b>3° Post Lavori</b>	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Substrato mobile non in letter. (Sm)			1			1					1		1							
Limicoli (Lim, VTC, VB)	8	11	8	7	4	7	7	10	9	9	5	9	6	4	4	6	5	9	8	10
Sabulicoli (Sab, SFBC)	2	3			1		1					1	1	1		1	2	3		3
Misticoli (Mixt, DE, DL)	1	3					3			3		1	1		1			1	1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	3	2	2	3	2	1	3	4	4	2	2	4	2	1	2	2	1	1	2	3
Minuticoli (Minut)																		1		
Substrato duro (HP, Sd)	1	1		1					1	1										
Larga ripartizione ecologica (Lre)	1		3		1			1		1										

<b>4° Post Lavori</b>	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Substrato mobile non in letter. (Sm)															1					
Limicoli (Lim, VTC, VB)	12	8	9	9	7	7	11	10	13	10	8	7	8	9	6	7	7	11	8	11
Sabulicoli (Sab, SFBC)	3	3	2	1	3	2		2	1	2	4	2	2	3	1	3		3	2	2
Misticoli (Mixt, DE, DL)			2			1		3	3					1			2	1	2	
Indicatori di Materia Organica (MO)	1	2	2	2	1	3	1	2	3	5	2	2	3	6	4	2	3	3	3	5
Minuticoli (Minut)								1	1			1								
Substrato duro (HP, Sd)		1				1	1			1						1		2		
Larga ripartizione ecologica (Lre)	1	1	1	1				2	1	1			1					2		

<b>5° Post Lavori</b>	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Substrato mobile non in letter. (Sm)																				
Limicoli (Lim, VTC, VB)	11	10	7	11	9	7	7	9	8	9	6	5	9	10	6	5	11	11	9	7
Sabulicoli (Sab, SFBC)	4	3	1	4	3	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	3		2	4
Misticoli (Mixt, DE, DL)	2	1		2	2			2	1	1	1	1	3			2	3	4	1	
Indicatori di Materia Organica (MO)	4	2	4	2	3	2	2	4	5	4	3	3	5	3	2	3	4	3	2	4
Fondi Mobili Instabili (MI)						1	1						1				1			
Minuticoli (Minut)				1	1															
Substrato duro (HP, Sd)	1			2	3	1	2			1	1		1	1			2	4		
Larga ripartizione ecologica (Lre)		1			1	1		1	1				1					1	1	

<b>6° Post Lavori</b>	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Substrato mobile non in letter. (Sm)		1		1		1									1					
Limicoli (Lim, VTC, VB)	8	16	15	10	10	9	9	13	13	15	11	12	11	14	15	10	8	13	14	11
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1	1	5	3	2	4	3	2	3	4	1	3	3	4		4	2	3	3	3
Misticoli (Mixt, DE, DL)		1	2	2	3	3		1	1	4	1	1	4	2	1	1	2	2	3	2
Indicatori di Materia Organica (MO)	3	5	4	2	2	4	3	4	6	5	3	4	4	5	4	3	3	4	4	5
Fondi Mobili Instabili (MI)																				
Minuticoli (Minut)																				
Substrato duro (HP, Sd)								1						1	1					1
Larga ripartizione ecologica (Lre)		1	1	1	1	1		1	1	1				1						1

**b)**

<b>Pre-survey</b>	C4	K6	D4	K9
Limicoli (Lim, VTC, VB)	6,33	15,33	6,33	9,33
Sabulicoli (Sab, SFBC)	0,67		0,33	0,33
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)		0,67	0,33	0,33
Indicatori di Materia Organica (MO)	5,33	4,00	2,33	1,00
Substrato duro (Sd)			0,33	0,33
Larga ripartizione ecologica (Lre)		0,67	0,33	

<b>1° Post Lavori</b>	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Substrato mobile non in letter. (Sm)												0,33								
Limicoli (Lim, VTC, VB)	6,00	5,67	4,00	7,00	5,67	3,33	4,67	4,67	4,00	6,00	12,33	10,00	8,33	4,00	6,33	7,67	6,33	9,33	5,00	5,33
Sabulicoli (Sab, SFBC)		0,67		0,33	0,33	0,33	0,33					0,67	0,00	1,00		0,67	0,67	0,67	1,33	0,33
Misticoli (Mixt, DC, DE)	0,33					0,33		0,33	0,67		0,33	3,67	0,33							0,33
Indicatori di Materia Organica (MO)	2,67	0,33	1,33	1,00	0,33	1,33	2,33	1,67	2,33	1,67	1,33	2,67	2,33	1,00	1,00	3,00	0,67	1,33	2,00	0,67
Minuticoli (Minut)										0,33										
Substrato duro (HP)	0,33	0,33						0,33		0,33										
Larga ripartizione ecologica (Lre)			0,67				0,33		0,33											

<b>2° Post Lavori</b>	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Substrato mobile non in letter. (Sm)																				
Limicoli (Lim, VTC, VB)	2,67	2,67	6,33	5,33	9,67	4,00	5,67	6,33	4,67	10,00	12,33	15,33	13,33	10,67	8,33	13,67	6,00	7,33	8,00	7,67
Sabulicoli (Sab, SFBC)	0,67		0,33		0,67				0,33	1,33	1,33	0,67	2,00	1,00		0,33	0,33		1,00	
Misticoli (Mixt, DE, DL)	0,67	0,67				0,67	0,33		0,33	0,33			0,33	1,00		0,33	0,33			0,67
Indicatori di Materia Organica (MO)	1,33	1,33	1,33	2,00	2,00	1,67	1,00	1,00	1,67	2,00	4,00	4,67	4,67	1,67	2,33	3,67	1,67	1,33	1,00	0,67
Minuticoli (Minut)																				
Substrato duro (HP, Sd)			0,33	0,33	1,00															
Larga ripartizione ecologica (Lre)								0,33		1,00				0,33						

Tab. 3-XXXV – Continuo.

3° Post Lavori	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Substrato mobile non in letter. (Sm)			0,33			0,33					0,33		0,33							
Limicoli (Lim, VTC, VB)	21,67	19,33	5,00	16,67	14,67	16,00	12,67	11,00	9,67	5,67	8,33	10,00	5,33	4,33	2,33	4,33	7,33	16,33	9,33	15,00
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1,00	1,33			0,33	0,00	0,33					0,33	0,67	0,67		0,33	0,67	2,00		2,33
Misticoli (Mixt, DE, DL)	0,33	1,00					1,33			1,00		0,33	0,67		0,33			0,33	0,33	
Indicatori di Materia Organica (MO)	2,67	2,00	0,67	2,67	1,00	1,67	1,67	3,33	2,33	1,00	1,00	4,00	3,67	1,00	0,67	2,00	2,67	1,00	1,33	3,00
Minuticoli (Minut)																			0,33	
Substrato duro (HP, Sd)	0,33	0,33	0,00	0,33					0,33	0,33										
Larga ripartizione ecologica (Lre)	0,33		3,33		0,33			0,33		0,67										

4° Post Lavori	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Substrato mobile non in letter. (Sm)															0,33					
Limicoli (Lim, VTC, VB)	0,75	1,71	1,26	1,26	1,24	0,95	1,73	1,03	0,95	0,97	1,71	1,10	0,79	1,63	1,56	1,33	1,05	0,64	1,08	0,64
Sabulicoli (Sab, SFBC)	0,44	0,33	0,83	0,33	0,33	0,50		0,33	0,33	0,50	0,42	0,33	0,50	0,44	0,33	0,44		0,44	0,33	0,50
Misticoli (Mixt, DE, DL)			0,50					0,56	0,44					0,33				0,33	0,33	0,33
Indicatori di Materia Organica (MO)	1,67	1,17	0,50	0,83	0,33	0,33	3,33	1,00	1,00	0,60	1,33	0,67	0,89	0,94	0,67	1,17	0,67	1,33	1,00	0,53
Minuticoli (Minut)								0,33	0,33			0,33								
Substrato duro (HP, Sd)		0,33				0,33	0,33			0,33							0,33		0,33	
Larga ripartizione ecologica (Lre)		0,33	0,33	0,33				0,33	0,33	0,33			0,33							0,50

5° Post Lavori	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Substrato mobile non in letter. (Sm)																				
Limicoli (Lim, VTC, VB)	9,33	12,33	13,67	12,33	8,33	6,67	11,00	7,33	7,67	9,00	3,33	5,67	9,00	8,00	3,00	7,33	9,67	8,00	6,33	9,00
Sabulicoli (Sab, SFBC)	2,67	1,00	0,33	1,67	1,00	0,67	0,33	0,67	1,00	0,33	0,67	0,33	0,33	1,00	0,33	1,00	1,67		1,33	1,33
Misticoli (Mixt, DE, DL)	0,67	0,33	0,00	1,67	1,00			0,67	0,33	0,33	0,33	0,33	2,00			1,00	1,00	2,00		0,33
Indicatori di Materia Organica (MO)	3,67	1,67	3,67	2,33	3,67	1,33	1,33	3,67	4,33	4,67	1,33	4,67	2,33	2,67	1,67	1,00	5,67	7,00	4,33	3,00
Fondi Mobili Instabili (MI)						0,33	0,33						0,67					0,33		
Minuticoli (Minut)				1,00	1,33															
Substrato duro (HP, Sd)	3,00			0,66	0,66		0,33			0,67	0,33			0,33			0,33	3,00		
Larga ripartizione ecologica (Lre)		1,00			0,67	0,33		0,67	0,67					0,33					12,00	0,33

6° Post Lavori	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	K5	K6	K7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	K8	K9	K10
Substrato mobile non in letter. (Sm)		0,33		0,67		0,33			0,33		0,33				0,33					
Limicoli (Lim, VTC, VB)	13,33	15,67	17,33	10,67	9,00	12,00	15,33	14,00	17,33	17,33	14,00	14,00	14,33	23,00	14,67	12,00	13,33	14,33	17,00	13,33
Sabulicoli (Sab, SFBC)	0,67	1,67	3,00	1,00	0,67	1,67	1,33	1,00	2,00	2,67	0,33	1,67	2,33	2,33		1,33	1,00	1,67	3,33	1,33
Misticoli (Mixt, DE, DL)	0,00	0,33	0,67	1,00	1,33	1,00		1,00	0,67	1,67	0,33	0,33	1,67	0,67	0,33	0,33	0,67	1,67	2,33	0,67
Indicatori di Materia Organica (MO)	4,67	6,67	5,33	3,00	4,33	4,33	3,67	7,00	5,67	7,00	5,33	6,00	4,67	5,00	4,00	2,33	2,67	5,00	6,00	3,67
Fondi Mobili Instabili (MI)																				
Minuticoli (Minut)																				
Substrato duro (HP, Sd)								0,33						0,67	0,33					0,33
Larga ripartizione ecologica (Lre)		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33		1,67	0,67	1,67				1,33						0,67

### 3.3.3. DOMINANZA

Per la rappresentazione grafica delle dominanze sono stati evidenziati i 22 taxa che nel corso del monitoraggio hanno complessivamente costituito tra il 77% (pre-survey) e l'83% (3° post lavori) delle comunità, includendo i rimanenti nella categoria "altro" (fig. 3.11).

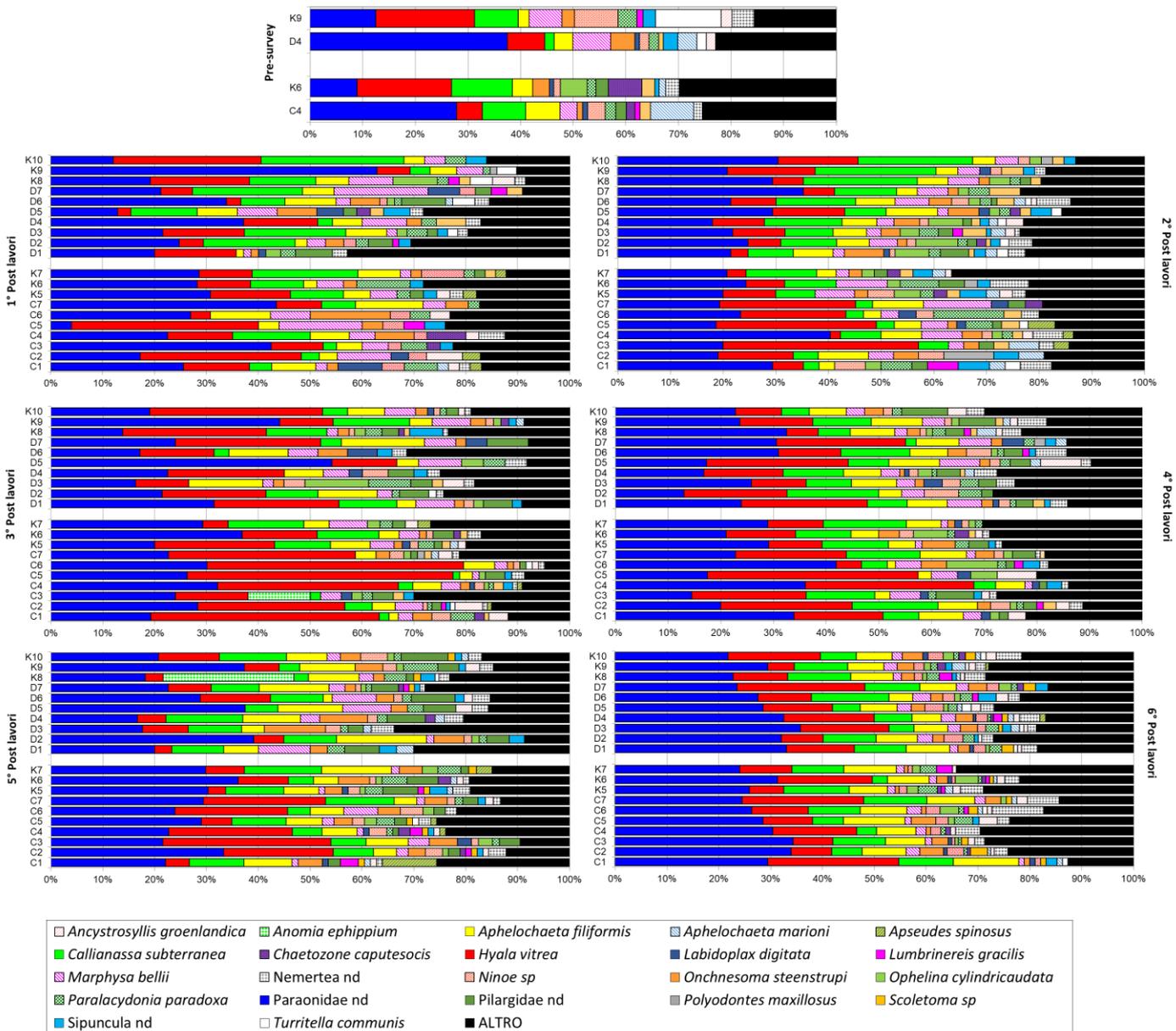
Trattandosi di un numero cospicuo, per una più semplice lettura verranno qui di seguito riportate solo alcune considerazioni importanti.

Come anticipato nel Cap. 3.3.1, i policheti appartenenti alla famiglia Paraonidae e il gasteropode *H. vitrea*, oltre a *C. subterranea* e *A. filiformis*, sono risultati i taxa principali sempre e ovunque con poche eccezioni, la più eclatante delle quali si è verificata nell'inverno 2018 quando, in K8, ha prevalso il bivalve *A. ephippium* con il 25,2%. Questa specie è stata rinvenuta solo un'altra volta, più specificatamente in C3 nel 3° post lavori quando ha rappresentato il 12%. Trattandosi di un organismo di substrato duro la sua presenza è stata sporadica e determinata dalla presenza occasionale di un cospicuo numero di esemplari adesi a dei frammenti di conchiglia.

Il polichete *M. bellii* è risultato ben rappresentato sino all'inverno 2018 in diversi siti e ha raggiunto la massima percentuale (18%) in D7 nel 1° survey post lavori. Tutti gli altri taxa

riportati in fig. 3.11 hanno raramente raggiunto il 10%.

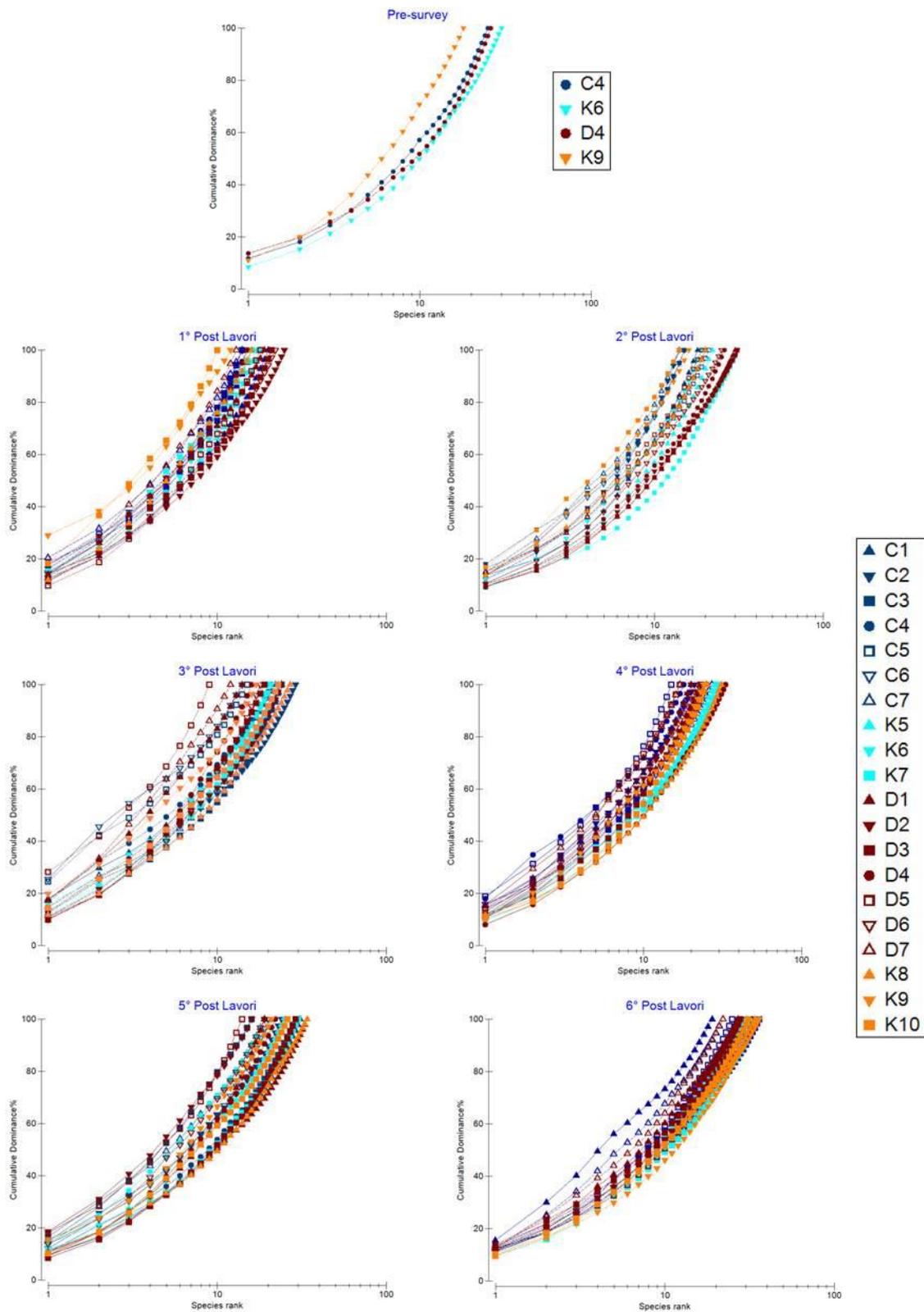
La categoria “altro” è sempre apparsa discretamente rappresentata ovunque.



**Fig. 3.11** - Valori percentuali di dominanza delle specie principali ottenuti nelle stazioni monitorate nell'intero periodo di indagine. C4 e D4 = siti posizionati sul sea-line; K = controlli.

Le curve di dominanza cumulativa (fig. 3.12) prima dell'installazione della condotta avevano evidenziato un'omogeneità tra i siti C4 e K6, risultati simili anche a D4. La curva del controllo K9, invece, appariva distaccata dalle altre per la maggiore importanza delle specie principali. Nel 1° post lavori di installazione solo i controlli K9 e K10 erano leggermente isolati dalle altre stazioni, mentre nei monitoraggi successivi è stata riscontrata una generale similitudine tra i siti. Nell'ultimo survey il lieve distacco della

curva relativa a C1 è stato determinato da un'importanza maggiore dei taxa principali e da una percentuale leggermente inferiore di taxa secondari.



**Fig. 3.12** - Curve di dominanza cumulativa ottenute per le stazioni campionate nell'intero periodo di indagine. C4 e D4 = siti posti sul sea-line; K = controlli.

### 3.3.4. RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S)

Nell'estate 2018 sono stati censiti complessivamente 85 taxa, indicando un decremento rispetto all'anno precedente.

Tenendo in considerazione solo la fase di post installazione della condotta, caratterizzata dal medesimo numero di siti campionati, è evidente un progressivo incremento della Ricchezza specifica sino all'estate 2017, una stabilizzazione nell'inverno seguente e una riduzione a fine periodo (Tab. 3-XXXVI), andamento che potrebbe indicare una tendenza verso la stabilizzazione delle comunità.

Come in tutto il periodo di monitoraggio, policheti, crostacei e molluschi sono stati i raggruppamenti meglio rappresentati anche nell'ultimo survey. La quantità dei primi e quella dei briozoi sono rimaste simili a quelle dell'inverno precedente; echinodermi e nemertini sono rimasti identici, mentre crostacei e molluschi si sono ridotti così come i sipunculidi e gli cnidari.

**Tab. 3-XXXVI** - Numero complessivo di taxa suddivisi nei gruppi tassonomici rinvenuti nell'intero periodo di indagine.

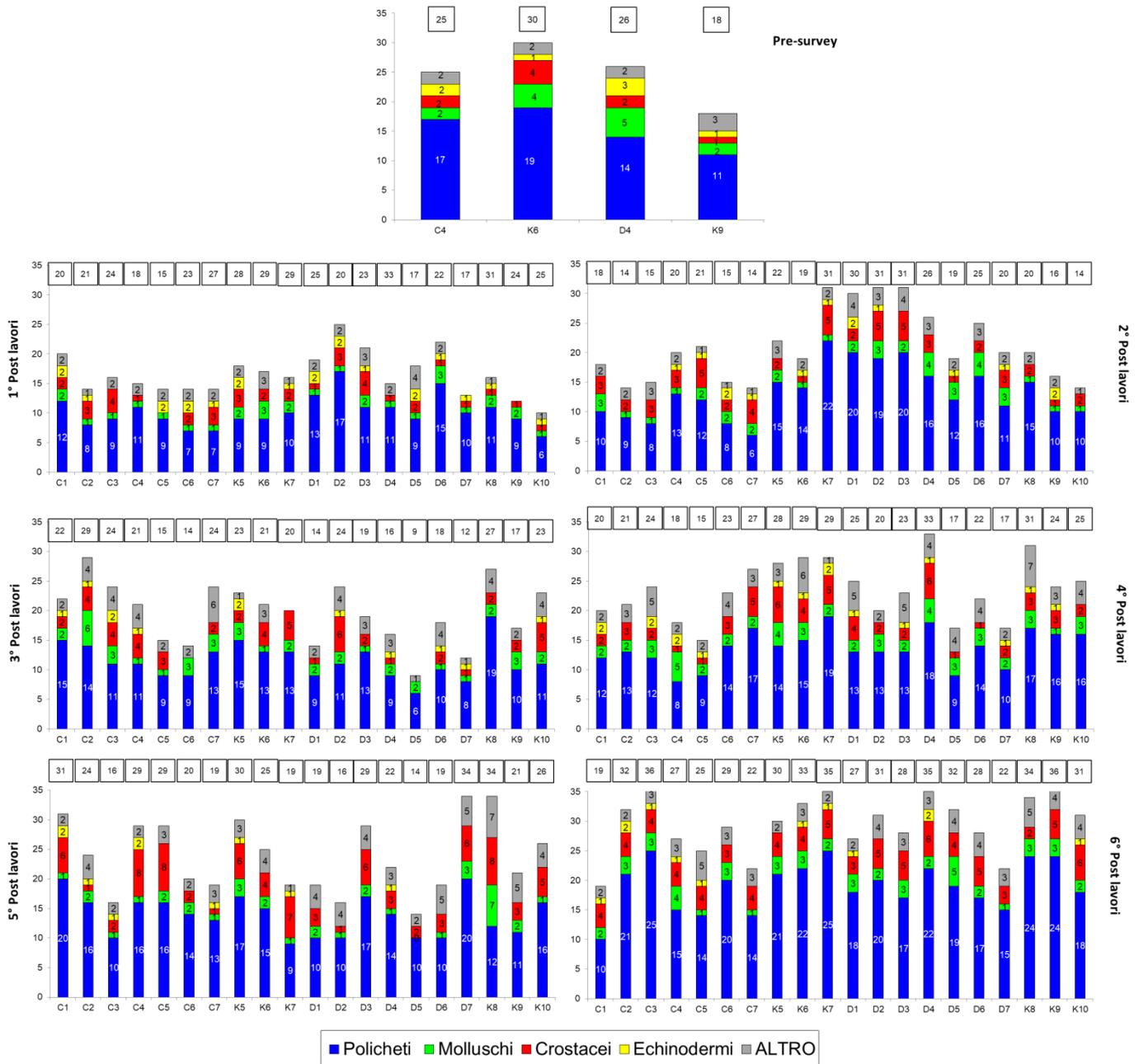
	Pre-survey	1° Post Lavori	2° Post Lavori	3° Post Lavori	4° Post Lavori	5° Post Lavori	6° Post Lavori
Briozoi		1	1	2	3	3	2
Cnidari		1	2	4	4	4	2
Crostacei	6	13	15	22	20	30	21
Echinodermi	4	3	3	2	2	2	2
Molluschi	7	7	7	14	16	15	10
Nemertini	1	1	1	1	1	1	1
Platelminti			1			1	
Policheti	26	43	45	42	56	47	45
Poriferi				1			
Sipunculidi	2	3	4	3	4	4	2
<b>TOTALE</b>	<b>46</b>	<b>72</b>	<b>79</b>	<b>91</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>85</b>

Nell'ultimo survey è stata confermata l'elevata eterogeneità tra le stazioni di ciascun transetto osservata in tutto il periodo. Lungo C i valori sono infatti oscillati tra 19 (C1) e 36 (C3), lungo D tra 22 (D7) e 35 (D4), senza trend evidenti (fig. 3.13). La maggior parte dei siti di ciascun transetto ha presentato valori di Ricchezza specifica inferiori rispetto a quelli dei controlli corrispondenti.

I policheti hanno costituito il gruppo principale in tutte le stazioni, seguiti dai crostacei e/o molluschi. Gli echinodermi ove censiti sono stati rappresentati al massimo da 2 specie come già precedentemente.

Dal confronto con il pre-survey appare evidente un ritorno alle condizioni iniziali in C4 e K6 dove i valori registrati nell'estate 2018 (27 e 33 rispettivamente) sono molto simili a

quelli rilevati prima dell'installazione della condotta (25 e 30). Nelle altre due stazioni (D4 e K9), invece, a fine periodo è avvenuto un incremento, molto più cospicuo al controllo.

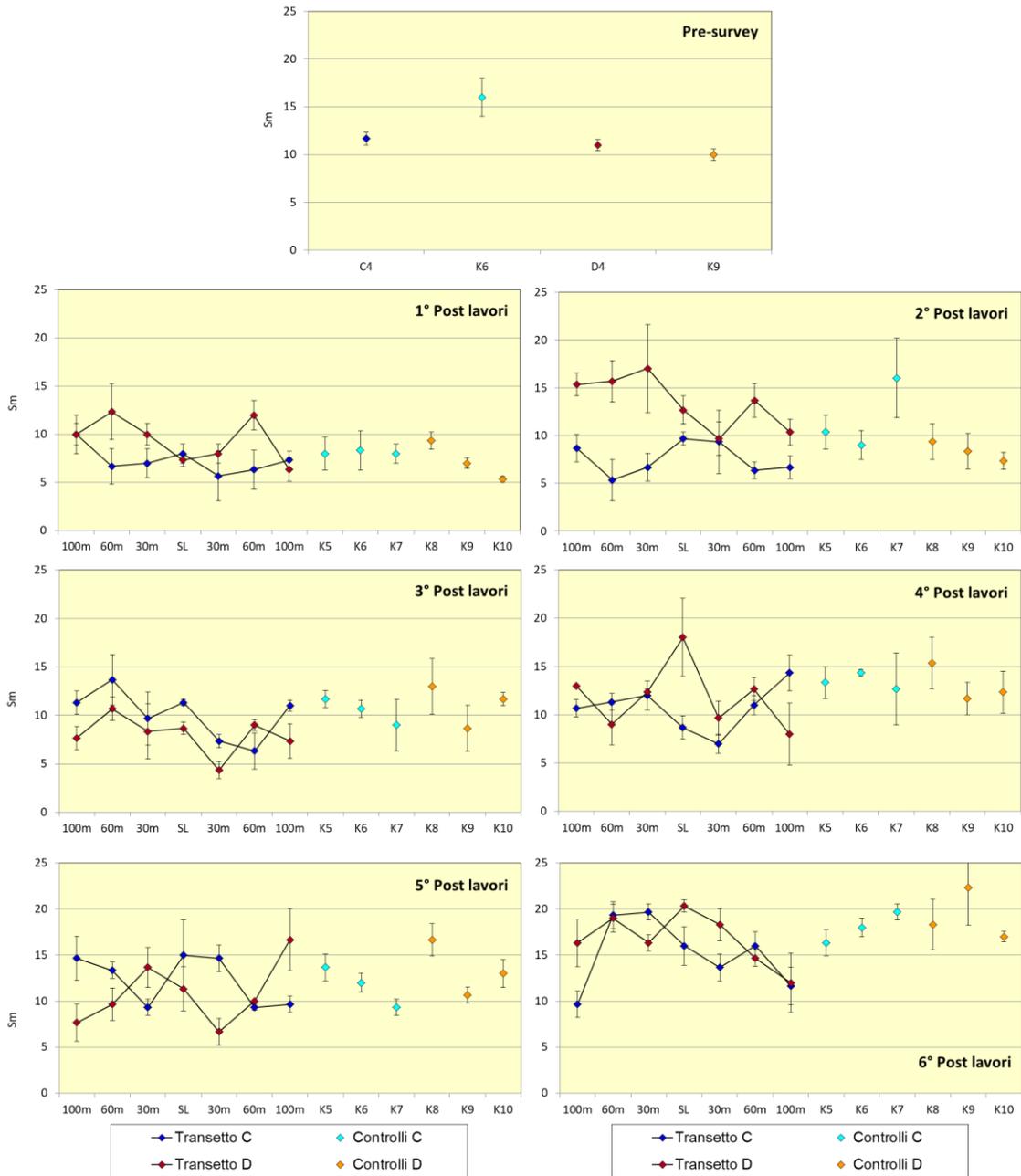


**Fig. 3.13** - Ripartizione secondo il phylum di appartenenza delle specie rinvenute nelle singole stazioni campionate nell'intero periodo di osservazione. Sono anche riportati i valori della Ricchezza specifica totale ottenuti per i vari siti (riquadri). C4 e D4 = siti posizionati sul sea-line; K = controlli.

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

Come nei monitoraggi precedenti anche nell'estate 2018  $S_m$  ha presentato trend molto simili a quelli osservati per la Ricchezza specifica totale e un'elevata variabilità tra le repliche sia attorno al sea-line, sia nelle due aree in cui sono posizionati i controlli (fig.

3.14). Lungo il transetto C i valori minimi sono stati registrati nelle due stazioni più lontane dalla condotta (C1:  $9,67 \pm 1,45$ ; C7:  $11,67 \pm 2,03$ ), gli unici due siti a non rientrare nel range dei controlli K5-K7 ( $16,33 \pm 1,45 \leq S_m \leq 19,67 \pm 0,88$ ). Il massimo ( $19,67 \pm 0,88$ ) è stato rilevato in C3, molto simile sia a C2 che a K7.



**Fig. 3.14** – Ricchezza specifica media ( $\pm$  e.s.) registrata nell'intero periodo. C4 e D4 = siti posizionati sul sea-line; K = controlli.

Il transetto D, pur caratterizzato anch'esso da un range di valori piuttosto ampio variando tra  $12,00 \pm 3,21$  (D7) e  $20,33 \pm 0,67$  (D4), con la sola eccezione di D7 è tutto rientrato

nell'intervallo dei controlli corrispondenti ( $17,00 \pm 0,58 \leq S_m \leq 22,33 \pm 4,30$ ).

Rispetto all'inverno le variazioni non sono state univoche: lungo C si sono verificati incrementi in C2, C3 e C6 e un decremento in C1, mentre lungo D l'indice è aumentato in 4 stazioni (D1, D2, D4 e D5) rimanendo stabile nelle restanti 3. Rispetto invece al pre-survey, analogamente a S anche l'indice medio non ha presentato variazioni di rilievo in C4 e K6, mentre in D4 e K9 è aumentato a fine periodo.

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

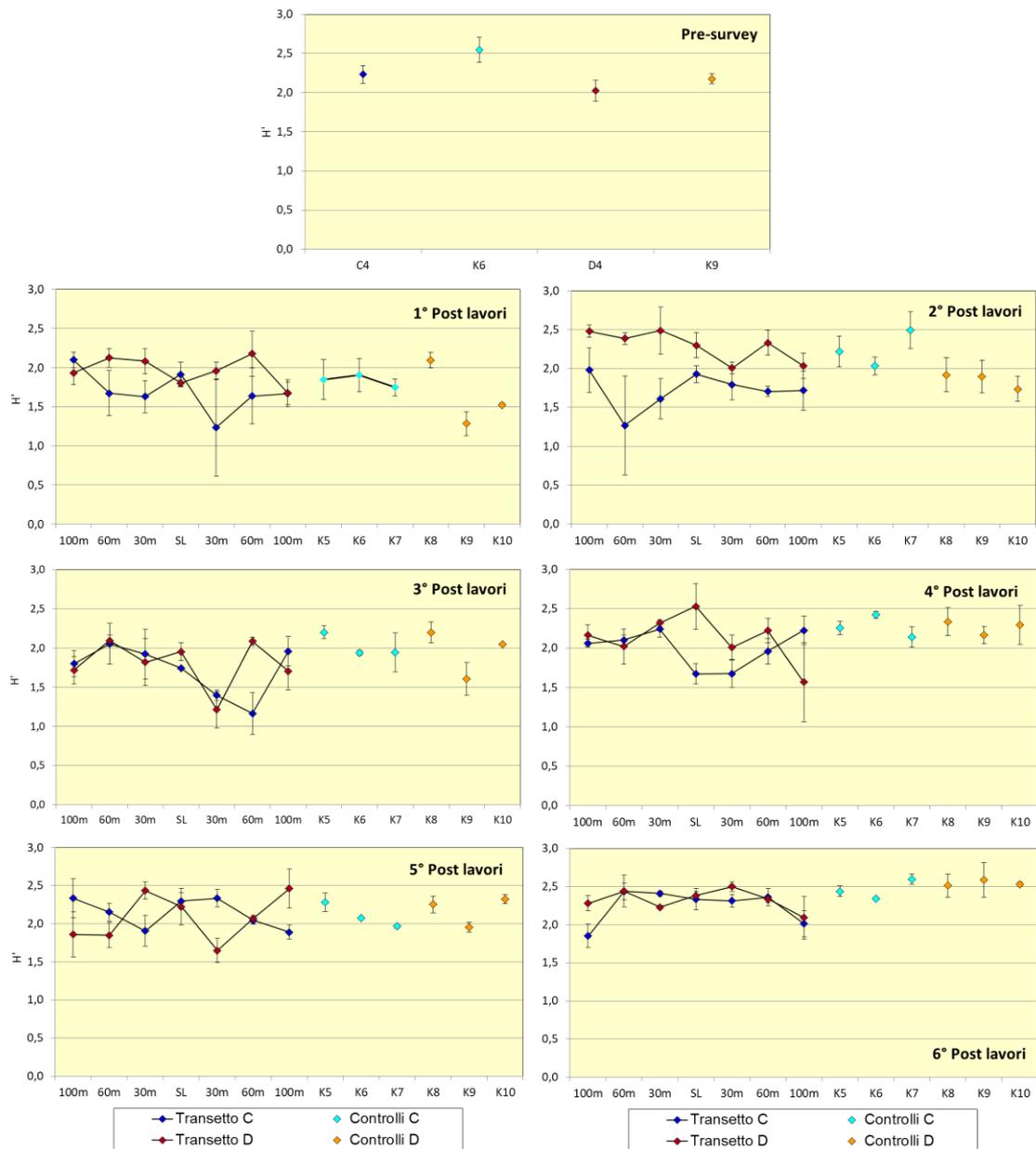
La Diversità specifica ottenuta nell'estate 2018 suggerisce nelle varie stazioni una ripartizione molto simile delle abbondanze nei popolamenti, caratterizzati come già evidenziato da una forte dominanza di poche specie (fig. 3.15).

Il range dei valori, infatti, è apparso piuttosto contenuto sia lungo i transetti che ai controlli e gli andamenti hanno rispecchiato le variazioni percentuali delle specie principali da una stazione all'altra. Ad esempio, il valore minimo registrato lungo C in C1 ( $1,85 \pm 0,15$ ), corrispondente in termini assoluti anche al minimo stagionale, è stato determinato dalla forte dominanza di *Paraonidae* nd, *H. vitrea*, *C. subterranea* e *A. filiformis* che, da soli, hanno rappresentato il 78% della comunità rinvenuta. Una situazione analoga è stata osservata in C7 ( $2,01 \pm 0,17$ ) in cui i 4 taxa sopra citati hanno rappresentato il 70% del popolamento. Solo questi due siti hanno avuto valori inferiori a quelli rilevati nei controlli K5-K7, tutti gli altri sono rientrati nel range dei riferimenti.

Lungo D il minimo ( $2,09 \pm 0,28$ ) è stato rilevato in D7 sempre a causa dei 4 taxa predominanti che, in questo caso, hanno costituito il 66% della comunità. Comunque, tutte le stazioni di D inclusa D7 sono rientrate nell'intervallo dei controlli K8-K10 oscillato tra  $2,51 \pm 0,15$  (K8) e  $2,59 \pm 0,23$  (K9).

Anche per questo indice le variazioni rispetto all'inverno non sono state univoche essendo aumentato in alcuni siti, diminuito o rimasto stabile in altri.

Rispetto invece al pre-survey, non si rilevano variazioni in C4 e K6 mentre nelle altre due stazioni H' è aumentato per una migliore distribuzione delle abbondanze tra i taxa.



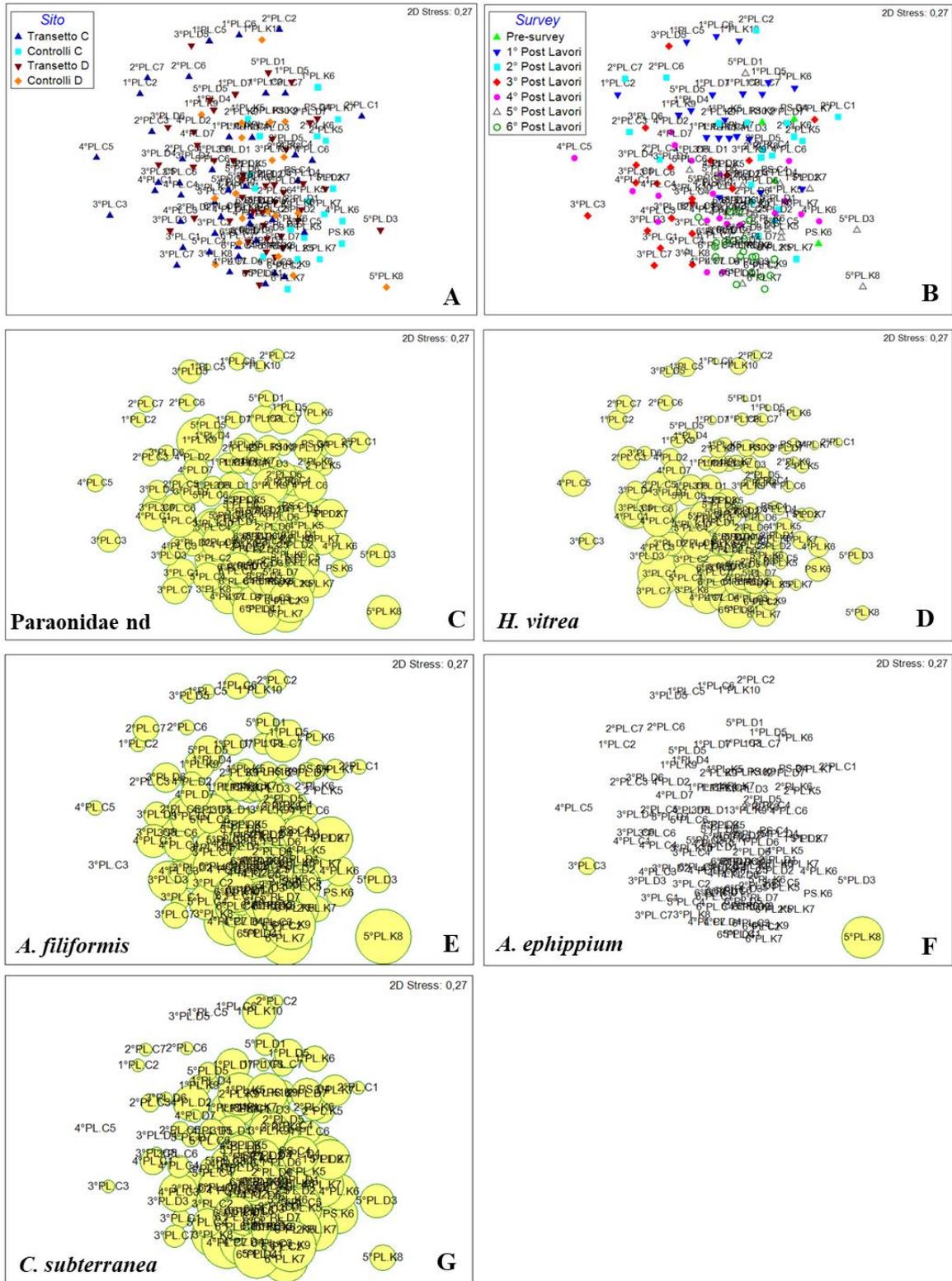
**Fig. 3.15** - Diversità specifica ( $\pm$  e.s.) registrata nell'intero periodo. C4 e D4 = siti posizionati sul sea-line; K = controlli.

### 3.3.7. MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS)

Il MultiDimensional Scaling applicato ai dati di densità delle singole specie campionate nell'intero periodo non ha evidenziato particolari differenze tra i quattro gruppi di siti (fig. 3.16a) quanto, piuttosto, un trend temporale, con le stazioni campionate a partire dall'inverno 2017 (3° post lavori) posizionate nella porzione inferiore della rappresentazione grafica (fig. 3.16b), soprattutto perchè caratterizzate da quantitativi maggiori dei taxa principali rispetto al periodo precedente (figg. 3.16c - 3.16e e 3.16g).

Alcuni siti sono apparsi isolati dagli altri; si tratta in particolare di C3 campionato nel 3° post lavori, caratterizzato da densità basse dei taxa sopra citati (*A. filiformis* addirittura non

rinvenuto), e di K8 e C5 campionati in inverno 2018 (5° post lavori). Il primo sito è stato caratterizzato da una netta dominanza di *A. ephippium* (fig. 3.16f) già descritta nel Cap. 3.3.3, il secondo dal mancato rinvenimento di *C. subterranea*.



**Fig. 3.16** – Rappresentazione bidimensionale dei siti campionati nell'intero periodo di indagine tramite il metodo del MultiDimensional Scaling. I cerchi gialli indicano i quantitativi in termini di densità delle singole specie.

### 3.3.8. VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE

#### 3.3.8.1 Indice W di Clarke

Nell'ultimo monitoraggio questo indice ha evidenziato la presenza di un ambiente leggermente disturbato ovunque confermando sostanzialmente i risultati ottenuti sin dal pre-survey (Tab. 3-XXXVII). Solo raramente, infatti, sono state rilevate situazioni di disturbo moderato o di assenza di disturbo.

**Tab. 3-XXXVII** – Valori dell'indice W di Clarke ottenuti nei diversi monitoraggi. In rosso i siti corrispondenti al sea-line. K = controlli.

	Stazione	W	Classificazione ambientale
Pre-survey	C4	0,495	Leggermente disturbato
	K6	0,428	Leggermente disturbato
	D4	0,433	Leggermente disturbato
	K9	0,426	Leggermente disturbato
1° Post lavori	C1	0,515	Leggermente disturbato
	C2	0,535	Leggermente disturbato
	C3	0,547	Leggermente disturbato
	C4	0,419	Leggermente disturbato
	C5	0,680	Leggermente disturbato
	C6	0,588	Leggermente disturbato
	C7	0,391	Leggermente disturbato
	K5	0,593	Leggermente disturbato
	K6	0,520	Leggermente disturbato
	K7	0,307	Leggermente disturbato
2° Post lavori	D1	0,465	Leggermente disturbato
	D2	0,597	Leggermente disturbato
	D3	0,388	Leggermente disturbato
	D4	0,478	Leggermente disturbato
	D5	0,533	Leggermente disturbato
	D6	0,423	Leggermente disturbato
	D7	0,505	Leggermente disturbato
	K8	0,451	Leggermente disturbato
	K9	0,322	Leggermente disturbato
	K10	0,444	Leggermente disturbato
3° Post lavori	C1	0,661	Leggermente disturbato
	C2	0,546	Leggermente disturbato
	C3	0,395	Leggermente disturbato
	C4	0,487	Leggermente disturbato
	C5	0,445	Leggermente disturbato
	C6	0,708	Non disturbato
	C7	0,497	Leggermente disturbato
	K5	0,615	Leggermente disturbato
	K6	0,452	Leggermente disturbato
	K7	0,576	Leggermente disturbato
4° Post lavori	D1	0,477	Leggermente disturbato
	D2	0,432	Leggermente disturbato
	D3	0,457	Leggermente disturbato
	D4	0,478	Leggermente disturbato
	D5	0,505	Leggermente disturbato
	D6	0,460	Leggermente disturbato
	D7	0,547	Leggermente disturbato
	K8	0,498	Leggermente disturbato
	K9	0,471	Leggermente disturbato
	K10	0,341	Leggermente disturbato
5° Post lavori	C1	0,325	Moderatamente disturbato
	C2	0,449	Leggermente disturbato
	C3	0,657	Leggermente disturbato
	C4	0,377	Leggermente disturbato
	C5	0,371	Leggermente disturbato
	C6	0,271	Moderatamente disturbato
	C7	0,502	Leggermente disturbato
	K5	0,627	Leggermente disturbato
	K6	0,380	Leggermente disturbato
	K7	0,553	Leggermente disturbato
6° Post lavori	D1	0,464	Leggermente disturbato
	D2	0,511	Leggermente disturbato
	D3	0,171	Moderatamente disturbato
	D4	0,629	Leggermente disturbato
	D5	0,422	Leggermente disturbato
	D6	0,501	Leggermente disturbato
	D7	0,498	Leggermente disturbato
	K8	0,415	Leggermente disturbato
	K9	0,428	Leggermente disturbato
	K10	0,415	Leggermente disturbato
7° Post lavori	C1	0,522	Leggermente disturbato
	C2	0,445	Leggermente disturbato
	C3	0,657	Leggermente disturbato
	C4	0,618	Leggermente disturbato
	C5	0,483	Leggermente disturbato
	C6	0,482	Leggermente disturbato
	C7	0,438	Leggermente disturbato
	K5	0,619	Leggermente disturbato
	K6	0,551	Leggermente disturbato
	K7	0,574	Leggermente disturbato
8° Post lavori	D1	0,382	Leggermente disturbato
	D2	0,539	Leggermente disturbato
	D3	0,523	Leggermente disturbato
	D4	0,459	Leggermente disturbato
	D5	0,448	Leggermente disturbato
	D6	0,458	Leggermente disturbato
	D7	0,471	Leggermente disturbato
	K8	0,662	Leggermente disturbato
	K9	0,638	Leggermente disturbato
	K10	0,546	Leggermente disturbato
9° Post lavori	C1	0,501	Leggermente disturbato
	C2	0,592	Leggermente disturbato
	C3	0,346	Leggermente disturbato
	C4	0,648	Leggermente disturbato
	C5	0,420	Leggermente disturbato
	C6	0,524	Leggermente disturbato
	C7	0,656	Leggermente disturbato
	K5	0,541	Leggermente disturbato
	K6	0,465	Leggermente disturbato
	K7	0,457	Leggermente disturbato
10° Post lavori	D1	0,631	Leggermente disturbato
	D2	0,349	Leggermente disturbato
	D3	0,280	Moderatamente disturbato
	D4	0,670	Leggermente disturbato
	D5	0,516	Leggermente disturbato
	D6	0,476	Leggermente disturbato
	D7	0,459	Leggermente disturbato
	K8	0,373	Leggermente disturbato
	K9	0,495	Leggermente disturbato
	K10	0,443	Leggermente disturbato
11° Post lavori	C1	0,349	Leggermente disturbato
	C2	0,567	Leggermente disturbato
	C3	0,351	Leggermente disturbato
	C4	0,621	Leggermente disturbato
	C5	0,639	Leggermente disturbato
	C6	0,416	Leggermente disturbato
	C7	0,405	Leggermente disturbato
	K5	0,304	Leggermente disturbato
	K6	0,314	Leggermente disturbato
	K7	0,580	Leggermente disturbato
12° Post lavori	D1	0,381	Leggermente disturbato
	D2	0,393	Leggermente disturbato
	D3	0,340	Leggermente disturbato
	D4	0,548	Leggermente disturbato
	D5	0,466	Leggermente disturbato
	D6	0,404	Leggermente disturbato
	D7	0,449	Leggermente disturbato
	K8	0,374	Leggermente disturbato
	K9	0,458	Leggermente disturbato
	K10	0,450	Leggermente disturbato

#### 3.3.8.2 Indice AMBI

Anche l'indice AMBI è stato molto coerente nell'intero periodo (Tab. 3-XXXVIII). Anche in questo caso, infatti, l'ambiente è risultato sempre leggermente disturbato, con pochi casi di disturbo assente. Nell'estate 2018 in tutti i siti è stata registrata una preponderanza di

organismi “tolleranti a un eccessivo arricchimento organico nei sedimenti” (gruppo ecologico III), come avvenuto in tutta la fase successiva all’installazione della condotta sottomarina (eccetto il 2° post lavori e qualche stazione negli altri monitoraggi). Anche nel pre-survey il gruppo ecologico III aveva prevalso in C4 e D4, mentre nei due controlli erano risultati più importanti il gruppo I (specie sensibili; K6) e il gruppo II (specie indifferenti all’arricchimento organico; K9).

**Tab. 3-XXXVIII** – 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 nell’intero periodo e classificazione del disturbo ambientale secondo l’indice AMBI. In giallo è riportato il gruppo ecologico più rappresentativo in ciascuna stazione. In rosso i siti corrispondenti al sea-line. K = controlli.

	Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale
Pre-survey	C4	16,7	25,0	46,7	11,7	0	2,300	Leggermente disturbato
	K6	42,3	14,1	33,3	10,3	0	1,673	Leggermente disturbato
	D4	26,8	21,4	46,4	5,4	0	1,955	Leggermente disturbato
	K9	33,3	37,5	29,2	0,0	0	1,438	Leggermente disturbato
1° Post lavori	C1	31,9	19,1	46,8	2,1	0,0	1,787	Leggermente disturbato
	C2	39,3	25,0	35,7	0,0	0,0	1,446	Leggermente disturbato
	C3	25,6	17,9	53,8	2,6	0,0	2,000	Leggermente disturbato
	C4	28,2	10,3	53,8	7,7	0,0	2,115	Leggermente disturbato
	C5	64,0	24,0	8,0	4,0	0,0	0,780	Non disturbato
	C6	36,0	20,0	44,0	0,0	0,0	1,620	Leggermente disturbato
	C7	26,1	8,7	65,2	0,0	0,0	2,087	Leggermente disturbato
	K5	30,8	12,8	56,4	0,0	0,0	1,885	Leggermente disturbato
	K6	27,0	27,0	45,9	0,0	0,0	1,784	Leggermente disturbato
	K7	18,4	20,4	61,2	0,0	0,0	2,143	Leggermente disturbato
	D1	31,9	13,0	55,1	0,0	0,0	1,848	Leggermente disturbato
	D2	33,3	16,7	47,6	1,2	1,2	1,804	Leggermente disturbato
	D3	32,0	14,0	52,0	2,0	0,0	1,860	Leggermente disturbato
	D4	22,9	22,9	51,4	2,9	0,0	2,014	Leggermente disturbato
	D5	47,4	10,5	36,8	5,3	0,0	1,500	Leggermente disturbato
	D6	23,9	14,1	57,7	4,2	0,0	2,134	Leggermente disturbato
	D7	21,2	30,3	48,5	0,0	0,0	1,909	Leggermente disturbato
	K8	31,9	23,4	44,7	0,0	0,0	1,691	Leggermente disturbato
	K9	11,5	15,4	71,8	1,3	0,0	2,442	Leggermente disturbato
	K10	40,0	12,0	44,0	4,0	0,0	1,680	Leggermente disturbato
2° Post lavori	C1	29,4	55,9	11,8	2,9	0,0	1,324	Leggermente disturbato
	C2	33,3	47,6	14,3	4,8	0,0	1,357	Leggermente disturbato
	C3	54,3	31,4	8,6	5,7	0,0	0,986	Non disturbato
	C4	17,3	57,7	23,1	1,9	0,0	1,644	Leggermente disturbato
	C5	50,0	39,7	10,3	0,0	0,0	0,905	Non disturbato
	C6	33,3	56,7	10,0	0,0	0,0	1,150	Non disturbato
	C7	46,7	33,3	13,3	6,7	0,0	1,200	Leggermente disturbato
	K5	32,5	42,5	15,0	10,0	0,0	1,537	Leggermente disturbato
	K6	22,0	56,1	22,0	0,0	0,0	1,500	Leggermente disturbato
	K7	25,0	41,3	28,7	5,0	0,0	1,706	Leggermente disturbato
	D1	34,1	39,6	23,1	3,3	0,0	1,434	Leggermente disturbato
	D2	27,3	44,5	22,7	5,5	0,0	1,595	Leggermente disturbato
	D3	29,1	41,7	24,3	4,9	0,0	1,573	Leggermente disturbato
	D4	31,1	37,7	29,5	1,6	0,0	1,525	Leggermente disturbato
	D5	33,3	43,1	19,6	3,9	0,0	1,412	Leggermente disturbato
	D6	22,0	41,8	33,0	3,3	0,0	1,764	Leggermente disturbato
	D7	20,8	60,4	18,8	0,0	0,0	1,469	Leggermente disturbato
	K8	16,7	50,0	33,3	0,0	0,0	1,750	Leggermente disturbato
	K9	29,2	39,6	31,2	0,0	0,0	1,531	Leggermente disturbato
	K10	23,9	50,0	26,1	0,0	0,0	1,533	Leggermente disturbato

Tab. 3-XXXVIII – continuo.

	Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale
3° Post lavori	C1	50,5	18,3	29,4	1,8	0,0	1,239	Leggermente disturbato
	C2	41,1	11,6	47,3	0,0	0,0	1,594	Leggermente disturbato
	C3	54,2	16,7	29,2	0,0	0,0	1,125	Non disturbato
	C4	43,3	9,6	45,2	1,9	0,0	1,587	Leggermente disturbato
	C5	60,0	3,8	35,0	1,3	0,0	1,162	Non disturbato
	C6	55,4	4,8	38,6	1,2	0,0	1,283	Leggermente disturbato
	C7	50,0	9,5	36,5	4,1	0,0	1,419	Leggermente disturbato
	K5	31,2	15,6	50,0	1,6	1,6	1,898	Leggermente disturbato
	K6	23,9	11,3	63,4	1,4	0,0	2,134	Leggermente disturbato
	K7	22,0	17,1	58,5	0,0	2,4	2,159	Leggermente disturbato
	D1	37,0	13,0	46,3	3,7	0,0	1,750	Leggermente disturbato
	D2	34,3	14,9	49,3	1,5	0,0	1,769	Leggermente disturbato
	D3	31,3	20,8	45,8	2,1	0,0	1,781	Leggermente disturbato
	D4	35,0	22,5	42,5	0,0	0,0	1,612	Leggermente disturbato
	D5	20,8	16,7	62,5	0,0	0,0	2,125	Leggermente disturbato
	D6	34,3	22,9	37,1	5,7	0,0	1,714	Leggermente disturbato
	D7	44,0	10,0	46,0	0,0	0,0	1,530	Leggermente disturbato
	K8	45,2	14,0	34,4	4,3	2,2	1,565	Leggermente disturbato
	K9	20,6	11,8	64,7	2,9	0,0	2,250	Leggermente disturbato
	K10	45,8	12,0	41,0	1,2	0,0	1,464	Leggermente disturbato
4° Post lavori	C1	32,8	10,3	56,9	0,0	0,0	1,862	Leggermente disturbato
	C2	35,0	15,0	50,0	0,0	0,0	1,725	Leggermente disturbato
	C3	41,8	13,4	43,3	1,5	0,0	1,567	Leggermente disturbato
	C4	43,7	4,2	52,1	0,0	0,0	1,627	Leggermente disturbato
	C5	52,5	12,5	32,5	2,5	0,0	1,275	Leggermente disturbato
	C6	28,3	15,0	53,3	3,3	0,0	1,975	Leggermente disturbato
	C7	38,1	8,0	48,7	5,3	0,0	1,819	Leggermente disturbato
	K5	37,8	15,6	46,7	0,0	0,0	1,633	Leggermente disturbato
	K6	29,5	22,7	43,2	4,5	0,0	1,841	Leggermente disturbato
	K7	27,3	18,2	54,5	0,0	0,0	1,909	Leggermente disturbato
	D1	33,9	16,1	45,5	4,5	0,0	1,808	Leggermente disturbato
	D2	36,5	15,4	46,2	1,9	0,0	1,702	Leggermente disturbato
	D3	25,0	9,5	63,1	1,2	1,2	2,161	Leggermente disturbato
	D4	38,8	16,3	42,9	2,0	0,0	1,622	Leggermente disturbato
	D5	34,6	12,8	51,3	1,3	0,0	1,788	Leggermente disturbato
	D6	33,3	12,5	51,4	2,8	0,0	1,854	Leggermente disturbato
	D7	26,7	12,0	60,0	1,3	0,0	2,040	Leggermente disturbato
	K8	24,7	16,0	54,3	4,9	0,0	2,093	Leggermente disturbato
	K9	26,8	12,7	57,7	1,4	1,4	2,070	Leggermente disturbato
	K10	35,1	12,3	52,6	0,0	0,0	1,763	Leggermente disturbato
5° Post lavori	C1	29,9	16,9	50,6	2,6	0,0	1,890	Leggermente disturbato
	C2	32,2	8,9	55,6	3,3	0,0	1,950	Leggermente disturbato
	C3	47,3	10,8	41,9	0,0	0,0	1,419	Leggermente disturbato
	C4	36,4	18,2	42,0	3,4	0,0	1,687	Leggermente disturbato
	C5	24,7	15,3	60,0	0,0	0,0	2,029	Leggermente disturbato
	C6	37,0	19,6	43,5	0,0	0,0	1,598	Leggermente disturbato
	C7	38,2	7,4	51,5	2,9	0,0	1,787	Leggermente disturbato
	K5	30,3	11,2	57,3	1,1	0,0	1,938	Leggermente disturbato
	K6	29,3	9,8	57,3	3,7	0,0	2,030	Leggermente disturbato
	K7	29,2	9,2	61,5	0,0	0,0	1,985	Leggermente disturbato
	D1	25,0	21,4	50,0	3,6	0,0	1,982	Leggermente disturbato
	D2	20,6	10,3	69,1	0,0	0,0	2,228	Leggermente disturbato
	D3	34,8	19,7	40,9	3,0	1,5	1,750	Leggermente disturbato
	D4	31,5	13,0	48,1	7,4	0,0	1,972	Leggermente disturbato
	D5	18,7	12,5	62,5	6,3	0,0	2,344	Leggermente disturbato
	D6	29,8	19,3	49,1	1,8	0,0	1,842	Leggermente disturbato
	D7	26,0	18,7	53,1	2,1	0,0	1,969	Leggermente disturbato
	K8	46,9	16,1	37,1	0,0	0,0	1,353	Leggermente disturbato
	K9	22,7	14,7	62,7	0,0	0,0	2,100	Leggermente disturbato
	K10	33,8	16,9	48,1	1,3	0,0	1,753	Leggermente disturbato

Tab. 3-XXXVIII – continuo.

	Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale
6° Post lavori	C1	37,9	8,4	52,6	1,1	0,0	1,753	Leggermente disturbato
	C2	20,9	13,7	60,8	4,6	0,0	2,235	Leggermente disturbato
	C3	25,5	8,9	65,6	0,0	0,0	2,102	Leggermente disturbato
	C4	27,7	9,9	61,4	1,0	0,0	2,035	Leggermente disturbato
	C5	27,7	14,5	57,8	0,0	0,0	1,952	Leggermente disturbato
	C6	23,6	15,5	60,0	0,9	0,0	2,073	Leggermente disturbato
	C7	33,0	7,2	57,7	2,1	0,0	1,933	Leggermente disturbato
	K5	19,3	14,1	63,0	3,7	0,0	2,267	Leggermente disturbato
	K6	35,3	9,6	53,7	1,5	0,0	1,820	Leggermente disturbato
	K7	25,6	16,3	56,6	1,6	0,0	2,012	Leggermente disturbato
6° Post lavori	D1	22,5	15,5	60,5	1,6	0,0	2,116	Leggermente disturbato
	D2	20,0	17,8	60,0	2,2	0,0	2,167	Leggermente disturbato
	D3	29,3	15,4	52,8	2,4	0,0	1,927	Leggermente disturbato
	D4	27,1	14,1	55,4	3,4	0,0	2,025	Leggermente disturbato
	D5	28,2	18,2	52,7	0,9	0,0	1,895	Leggermente disturbato
	D6	26,4	19,5	51,7	2,3	0,0	1,948	Leggermente disturbato
	D7	38,8	12,9	47,1	1,2	0,0	1,659	Leggermente disturbato
	K8	18,7	20,3	56,9	3,3	0,8	2,207	Leggermente disturbato
	K9	15,5	20,6	59,4	4,5	0,0	2,294	Leggermente disturbato
	K10	31,6	14,3	52,0	2,0	0,0	1,867	Leggermente disturbato

### 3.3.8.3 Indice BENTIX

Come di consueto l'indice BENTIX ha fornito risultati più negativi rispetto ai precedenti, classificando nell'ultimo monitoraggio tutti i siti eccetto D6 come moderatamente disturbati e suggerendo un generale, lieve peggioramento rispetto all'inverno 2018 (Tab. 3-XXXIX). Rispetto al pre-survey, invece, ha confermato i risultati relativi a C4 e D4, mentre i controlli sono risultati leggermente più impattati.

Per quanto concerne la discrepanza con gli altri indici, sono da considerare le loro differenti classificazioni dei taxa. Ad esempio, BENTIX considera tollerante *H. vitrea* che è invece considerata sensibile dall'AMBI. Trattandosi di uno dei taxa fortemente dominanti è chiara la sua importanza per la classificazione dello stato ambientale.

Tab. 3-XXXIX – Risultati dell'indice BENTIX e relativa classificazione del disturbo ambientale ottenuti nei diversi monitoraggi. In rosso i siti corrispondenti al sea-line. K = controlli.

	Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale
Pre-survey	C4	3,15	Moderatamente disturbato
	K6	3,61	Leggermente disturbato
	D4	3,25	Moderatamente disturbato
	K9	4,13	Leggermente disturbato
1° Post lavori	C1	3,49	Moderatamente disturbato
	C2	3,24	Moderatamente disturbato
	C3	3,23	Moderatamente disturbato
	C4	3,60	Leggermente disturbato
	C5	3,92	Leggermente disturbato
	C6	3,77	Leggermente disturbato
	C7	3,07	Moderatamente disturbato
	K5	3,28	Moderatamente disturbato
	K6	3,38	Moderatamente disturbato
	K7	3,59	Leggermente disturbato
1° Post lavori	D1	4,00	Leggermente disturbato
	D2	4,26	Leggermente disturbato
	D3	3,37	Moderatamente disturbato
	D4	2,69	Moderatamente disturbato
	D5	4,31	Leggermente disturbato
	D6	3,52	Leggermente disturbato
	D7	4,18	Leggermente disturbato
	K8	3,87	Leggermente disturbato
	K9	2,87	Moderatamente disturbato
	K10	3,76	Leggermente disturbato

	Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale
2° Post lavori	C1	3,53	Leggermente disturbato
	C2	3,71	Leggermente disturbato
	C3	3,03	Moderatamente disturbato
	C4	3,54	Leggermente disturbato
	C5	3,29	Moderatamente disturbato
	C6	3,33	Moderatamente disturbato
	C7	3,42	Moderatamente disturbato
	K5	3,80	Leggermente disturbato
	K6	3,66	Leggermente disturbato
	K7	3,76	Leggermente disturbato
2° Post lavori	D1	3,94	Leggermente disturbato
	D2	3,77	Leggermente disturbato
	D3	3,25	Moderatamente disturbato
	D4	4,03	Leggermente disturbato
	D5	3,33	Moderatamente disturbato
	D6	3,66	Leggermente disturbato
	D7	3,32	Moderatamente disturbato
	K8	3,88	Leggermente disturbato
	K9	3,75	Leggermente disturbato
	K10	3,91	Leggermente disturbato

	Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale
3° Post lavori	C1	2,88	Moderatamente disturbato
	C2	3,14	Moderatamente disturbato
	C3	4,04	Leggermente disturbato
	C4	2,74	Moderatamente disturbato
	C5	2,50	Moderatamente disturbato
	C6	2,48	Fortemente disturbato
	C7	3,12	Moderatamente disturbato
	K5	3,17	Moderatamente disturbato
	K6	3,15	Moderatamente disturbato
	K7	3,56	Leggermente disturbato
3° Post lavori	D1	3,41	Moderatamente disturbato
	D2	3,25	Moderatamente disturbato
	D3	3,47	Moderatamente disturbato
	D4	3,60	Leggermente disturbato
	D5	2,50	Moderatamente disturbato
	D6	3,49	Moderatamente disturbato
	D7	3,12	Moderatamente disturbato
	K8	3,32	Moderatamente disturbato
	K9	3,29	Moderatamente disturbato
	K10	3,01	Moderatamente disturbato

Tab. 3-XXXIX – Continuo.

	4° Post lavori				5° Post lavori				6° Post lavori		
	Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale		Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale		Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale
4° Post lavori	C1	3,31	Moderatamente disturbato	5° Post lavori	C1	3,56	Leggermente disturbato	6° Post lavori	C1	3,06	Moderatamente disturbato
	C2	3,45	Moderatamente disturbato		C2	2,98	Moderatamente disturbato		C2	2,99	Moderatamente disturbato
	C3	3,65	Leggermente disturbato		C3	3,19	Moderatamente disturbato		C3	3,22	Moderatamente disturbato
	C4	2,67	Moderatamente disturbato		C4	3,09	Moderatamente disturbato		C4	2,92	Moderatamente disturbato
	C5	3,30	Moderatamente disturbato		C5	3,51	Leggermente disturbato		C5	3,38	Moderatamente disturbato
	C6	3,48	Moderatamente disturbato		C6	3,30	Moderatamente disturbato		C6	3,16	Moderatamente disturbato
	C7	3,38	Moderatamente disturbato		C7	3,29	Moderatamente disturbato		C7	3,10	Moderatamente disturbato
	K5	3,26	Moderatamente disturbato		K5	3,57	Leggermente disturbato		K5	3,30	Moderatamente disturbato
	K6	3,60	Leggermente disturbato		K6	3,12	Moderatamente disturbato		K6	2,94	Moderatamente disturbato
	K7	3,47	Moderatamente disturbato		K7	3,31	Moderatamente disturbato		K7	3,09	Moderatamente disturbato
4° Post lavori	D1	3,66	Moderatamente disturbato	5° Post lavori	D1	3,79	Leggermente disturbato	6° Post lavori	D1	3,20	Moderatamente disturbato
	D2	3,54	Moderatamente disturbato		D2	3,33	Moderatamente disturbato		D2	3,23	Moderatamente disturbato
	D3	3,24	Moderatamente disturbato		D3	3,61	Leggermente disturbato		D3	2,85	Moderatamente disturbato
	D4	3,08	Leggermente disturbato		D4	3,78	Leggermente disturbato		D4	2,99	Moderatamente disturbato
	D5	3,47	Moderatamente disturbato		D5	3,50	Leggermente disturbato		D5	3,23	Moderatamente disturbato
	D6	3,65	Moderatamente disturbato		D6	3,69	Leggermente disturbato		D6	3,66	Leggermente disturbato
	D7	3,44	Moderatamente disturbato		D7	3,44	Moderatamente disturbato		D7	3,22	Moderatamente disturbato
	K8	3,45	Moderatamente disturbato		K8	4,24	Leggermente disturbato		K8	3,37	Moderatamente disturbato
	K9	3,44	Moderatamente disturbato		K9	3,07	Moderatamente disturbato		K9	3,31	Moderatamente disturbato
	K10	3,47	Moderatamente disturbato		K10	3,71	Leggermente disturbato		K10	3,24	Moderatamente disturbato

### 3.3.8.4 Stato ecologico

In Tab. 3-XL è riportato lo stato ecologico relativo alle diverse stazioni derivato dalla combinazione dei tre indici. Nell'ultimo monitoraggio esso è risultato buono/moderato ovunque eccetto in D6 (buono), indicando un'omogeneità generale e un lieve peggioramento rispetto all'inverno in qualche sito. E' invece confermato lo stato rilevato nel pre-survey in corrispondenza del sea-line, mentre nei due controlli prima dell'installazione lo stato era risultato buono (fig. 3.17). Comunque, le variazioni nel tempo sono state ovunque lievi.

Tab. 3-XL – Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione dei tre differenti indici e relativa ai diversi monitoraggi effettuati. In rosso i siti corrispondenti al sea-line. K = controlli.

	Stazione	W	AMBI	BENTIX	Stato ecologico
		Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	
Pre-survey	C4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	D4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
1° Post lavori	K9	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	C1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	C2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	C3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	C4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	C5	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	C6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	C7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	D1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	D2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	D3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	D4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	D5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	D6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
D7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono	
K8	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono	
K9	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato	
K10	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono	



Tab. 3-XL – Continuo.

	Stazione	W	AMBI	BENTIX	Stato ecologico
		Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	
5° Post lavori	C1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	C2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	C3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	C4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	C5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	C6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	C7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	K6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	D1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	D2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	D3	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono/moderato
	D4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	D5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	D6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	D7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K8	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	K9	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K10	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
6° Post lavori	C1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	C2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	C3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	C4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	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
	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
	D1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	D2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	D3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	D4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	D5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	D6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	D7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K8	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K9	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K10	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato

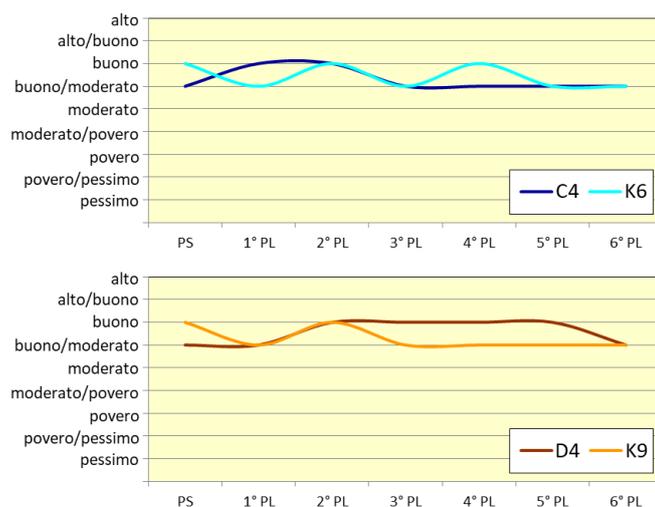


Fig. 3.17 - Andamenti temporali dello stato ecologico registrato dal pre-survey al 6° monitoraggio post lavori di installazione nei siti C4 e D4 corrispondenti alla condotta e nei due controlli K6 e K9.

## 4. CONCLUSIONI

In riferimento al Decreto n. 0000227 del 17/09/2014 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 Clara NW e della condotta sottomarina collegante tale struttura alla piattaforma Calipso. 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 di Ancona 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 (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 Clara NW.

Per quanto concerne la condotta sottomarina, è stato proposto un monitoraggio comprendente indagini riguardanti le caratteristiche fisiche, chimiche ed ecotossicologiche dei sedimenti e la composizione quali-quantitativa della comunità bentonica.

Il monitoraggio è stato suddiviso in 3 fasi:

- a. fase precedente alla posa in opera (pre-survey);
- b. fase di esercizio (durata: 3 anni);
- c. fase di fine esercizio.

Nella presente relazione sono riportati i risultati ottenuti nel periodo di indagine comprendente le fasi a) e b), ovvero dal pre-survey al 6° monitoraggio post lavori di installazione.

**Caratteristiche sedimentologiche** - I sedimenti su cui è stato posizionato il sea-line risultano costituiti per la maggior parte da silt, da una minore percentuale di argilla e da una piccola frazione di sabbia. Durante il periodo esaminato sono state osservate alcune variazioni nei rapporti percentuali tra le frazioni, in nessun caso relazionabili alla presenza della condotta sottomarina.

Complessivamente, dopo 3 anni dall'installazione l'area di studio non risulta alterata nelle sue caratteristiche chimiche, anche se sporadicamente sono stati rilevati picchi di

concentrazione di alcuni contaminanti.

Gli IPA ad esempio hanno mostrato un evidente incremento nel 3° survey post lavori condotto nell'inverno 2017. I tenori sono comunque rimasti sempre molto bassi anche in quel monitoraggio, tutti ben al di sotto dei rispettivi LCB (ICRAM-APAT, 2007) o dei limiti riportati nel DM 173/2016, con l'unica eccezione del Naftalene, superiore al proprio limite in tre siti del transetto C (due posizionati a 60 m di distanza e uno a 100 m), in 4 del transetto D (inclusa la stazione corrispondente alla condotta) e in un controllo. Ciononostante, i valori di IPA totali sono rimasti molto modesti e ampiamente inferiori ai 900 µg/kg stabiliti come LCB da ICRAM-APAT o come limite nel DM 173/2016 anche in quel campionamento. Già nel monitoraggio successivo le concentrazioni si sono ridotte notevolmente e, nell'ultimo survey, sono risultate addirittura inferiori a quelle registrate prima dell'installazione.

Nel 3° monitoraggio post lavori si è verificato anche un incremento degli Idrocarburi totali pesanti (C>12), ma anche in questo caso i tenori sono rimasti modesti in valore assoluto. A fine periodo si sono ridotti quasi ovunque e la loro distribuzione è apparsa omogenea indicando l'assenza di alterazione da parte di questi contaminanti conseguente alla presenza del sea-line. Gli idrocarburi totali leggeri (C<12) non sono mai stati rilevati.

Per quanto riguarda i metalli pesanti, si segnala l'anomalia relativa all'arsenico osservata nel 2° survey post lavori (estate 2016) in C6, stazione posta a 60 m in direzione SSW, rilevata nuovamente a fine periodo quando, comunque, è risultata molto simile alla concentrazione registrata nel controllo K5 corrispondente al transetto. Nell'ultimo monitoraggio, così come in molti dei precedenti, il limite chimico di riferimento nazionale (LCRN) riportato nel DM 173/2016 è stato superato praticamente ovunque (eccetto un sito di riferimento e la stazione a 100 a NNE lungo D), anche ai controlli. Ciò permette ragionevolmente di escludere alterazioni imputabili alla presenza del sea-line.

Nel 5° survey post lavori effettuato in inverno 2018 era stato segnalato un incremento di bario lungo il transetto D, ma i tenori erano comunque modesti in termini assoluti e confrontabili con un controllo corrispondente; nell'ultimo monitoraggio anche il transetto D è tornato a essere comparabile con i dati del pre-survey.

Il medesimo comportamento è stato osservato per il cromo, caratterizzato da un incremento lungo il transetto D e in un riferimento nel 5° survey post lavori di installazione. Questo metallo, analogamente al nicel, ha presentato sempre e ovunque concentrazioni superiori all'LCRN, anche nel pre-survey; ciò, congiuntamente alla generale omogeneità tra transetti e controlli, permette di asserire che non vi sono alterazioni riconducibili alla presenza della

condotta né per il cromo, né per il nichel. Sempre nel 5° survey post lavori lungo D è stato rilevato un incremento di altri metalli quali gallio, stagno, titanio e vanadio che, comunque, sono risultati comparabili ai controlli corrispondenti, presentando inoltre un decremento nell'ultimo survey. Ciò consente di escludere un fenomeno di accumulo di questi metalli nei sedimenti circostanti la condotta sottomarina. Tutti gli altri metalli non hanno mai presentato anomalie degne di nota. Alla luce dei risultati complessivi è possibile affermare che la struttura non ha influito e non influisce sulla distribuzione dei metalli pesanti nell'area circostante.

Infine, sostanza organica e TOC hanno presentato picchi anomali limitatamente al 1° monitoraggio condotto dopo l'installazione del sea-line, la sostanza organica solo in un sito del transetto D, il TOC anche nei riferimenti. Ciò indica che anche questi due parametri non sono mai stati influenzati dalla presenza della condotta.

**Ecotossicologia dei sedimenti** - Nell'intero periodo di indagine i sedimenti si sono dimostrati ottimali per la crescita algale di *Dunaliella tertiolecta* e per la bioluminescenza di *Vibrio fischeri*, nei confronti dei quali non sono state rilevate variazioni a partire dal pre-survey. Nel caso della sopravvivenza dell'anfipode *Corophium orientale* è stata rilevata la presenza di tossicità, per lo più di basso grado, praticamente in tutti i monitoraggi; solo nel pre-survey e nel 3° post lavori tutti i sedimenti sono risultati privi di tossicità. Comunque le alterazioni, quando rilevate, hanno interessato anche i riferimenti per cui non sono correlabili al sea-line.

Per quanto concerne il test sullo sviluppo larvale del mollusco bivalve *Crassostrea gigas*, eccetto il pre-survey in tutto il periodo sono stati rilevati alcuni casi di tossicità per lo più bassa. Nell'ultimo campionamento è avvenuto un peggioramento che, però, ha interessato anche entrambi i controlli; pertanto, è corretto sostenere che, anche per gli esiti di questo saggio, la presenza della condotta sottomarina è ininfluenta.

Infine, la maggior parte dei metalli ricercati nel test di bioaccumulo condotto utilizzando policheti afferenti alla specie *Hediste diversicolor* è risultata in concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità o al contenuto rinvenuto nel bianco anche nell'ultimo survey come in precedenza. Sono stato infatti rilevati solo un bioaccumulo generalizzato di nichel e silicio, che conferma i risultati dell'inverno 2018, e di arsenico, che indica invece un peggioramento non imputabile alla condotta essendosi verificato anche nei controlli, oltre che sporadici segnali di altri metalli sia lungo i transetti, sia, spesso, nei riferimenti.

**Indagini sulla comunità bentonica** - A tre anni dall'installazione della condotta sottomarina la comunità bentonica è apparsa abbastanza povera in termini di numero di

individui e di specie come già sin dal pre-survey e costituita quasi esclusivamente da taxa di fondo mobile. In tutte le stazioni le specie limicole hanno rappresentato il raggruppamento biocenotico più importante, in termini sia di numero di taxa che di densità. I policheti sono risultati il taxon principale, seguiti da crostacei e molluschi.

A partire dall'installazione della condotta la comunità si è arricchita progressivamente di specie per due anni, dopodiché è rimasta dapprima stabile, poi si è impoverita a fine periodo. Tali variazioni tendono ad evidenziare il raggiungimento o l'avvicinamento a una stabilizzazione delle comunità che è apparso più evidente nell'area in cui è stato posto il transetto C. Infatti, nel sito corrispondente al sea-line (C4) e al corrispettivo controllo K6 nell'estate 2018 è stato raggiunto un numero di taxa praticamente identico a quello rinvenuto prima dell'installazione della condotta, indicando che dopo tre anni dalla sua installazione il popolamento circostante è tornato alle condizioni originarie, come indicato anche dalle specie principali rimaste identiche anche se in proporzioni leggermente diverse. Presso l'altro sito posizionato sul sea-line (D4) e nel controllo corrispondente K9 a fine periodo è avvenuto un arricchimento; tuttavia, essendo questo aumento risultato molto più cospicuo nel riferimento non sembra essere stato determinato dalla presenza della struttura, quanto piuttosto da qualche fattore ambientale che caratterizza l'area in cui sono posizionati transetto e controlli. Anche in questo caso, comunque, le specie principali a fine periodo, ovvero i policheti *Paraonidae* e *Aphelochaeta filiformis*, il mollusco gasteropode *Hyala vitrea* e il crostaceo decapode *Callinassa subterranea*, tutti caratteristici di fondali limosi, sono le stesse osservate prima dell'installazione.

A differenza della Ricchezza specifica, al termine del monitoraggio sono aumentate in generale le densità rispetto al pre-survey come anche evidenziato dal MultiDimensional Scaling applicato a tutti i dati raccolti. Tale aumento è avvenuto sia nelle aree circostanti la condotta, sia nei controlli, il che tende ad escludere un coinvolgimento della struttura in questa variazione.

Lo stato ecologico relativo ai diversi siti campionati, derivato dalla combinazione dei tre indici W di Clarke, AMBI, BENTIX, è risultato buono/moderato sia lungo i transetti che nei controlli con la sola eccezione della stazione posizionata a 60 m a SSW rispetto alla condotta lungo il transetto D (D6), confermando quanto rilevato prima dell'installazione della struttura.

Alla luce dei risultati complessivi si ritiene che l'installazione del sea-line non abbia determinato modificazioni rilevanti nelle comunità bentoniche e che, dopo tre anni, esse siano nelle medesime condizioni osservate precedentemente alle operazioni di posa.

## 4. 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.
- 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. 2001a. *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. 2001b. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Anemone (1999-2000). Rapporto finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 119 pp + allegati.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Panfili M. 2002. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Calpurnia. Rapporto conclusivo di due anni di indagine (2000-2001)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 65 + IX 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. 2004. *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)*. 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., De Biasi A.M., Kozinkova L., Montagnini L. 2018. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della condotta collegante Clara NW a Calipso. Fase di produzione - 2° anno - Rapporto finale. Rapporto n. 9*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 91 + XXX 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., De Biasi A.M., Kozinkova L., Montagnini L. 2019c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della condotta collegante Clara NW a Calipso. Fase di produzione - 3° anno - Rapporto semestrale. Rapporto n. 10*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 61 + XXIX 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., Costantini I. 2016. *Progetto di monitoraggio cetacei durante la costruzione della piattaforma Clara NW*. Servizio di monitoraggio ambientale ENI S.P.A. Distretto Centro-

Settentrionale (DICS). Rapporto Finale CNR-ISMAR Ancona. 140 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.

## A2-VI TSQ™ 9000 TRIPLE QUADRUPOLE GC-MS/MS SYSTEM



## **A2-VII 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-VIII 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-IX 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-X      VARIAN ICP-720ES per la misurazione di ALLUMINIO, BARIO, CROMO, NICHEL, RAME, SILICIO, FERRO, 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-XI      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



Strumento	Costruttore	Modello	Risoluzione	Capacità
Bilancia elettronica	Mettler Toledo	ML204	0,0001 g	220 g

# **ALLEGATO B**

## **SCHEDE GRANULOMETRICHE DEI SITI POSTI NELL'AREA DEL SEA-LINE E DEI CONTROLLI**

**K5 - K10**

**6° SURVEY POST LAVORI DI INSTALLAZIONE**

**Estate 2018**



## Stazione C1 (100 m NNE)

PARAMETRI FISICI		
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )		n.d.
Umidità (%)		55,9
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,82
Mediana	M <sub>d</sub>	6,84
Classazione	σ	2,71
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	-0,11
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,03

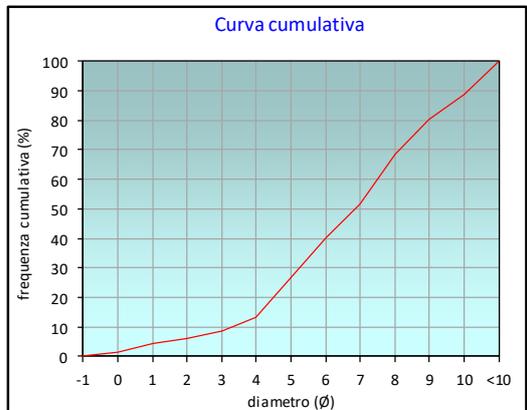
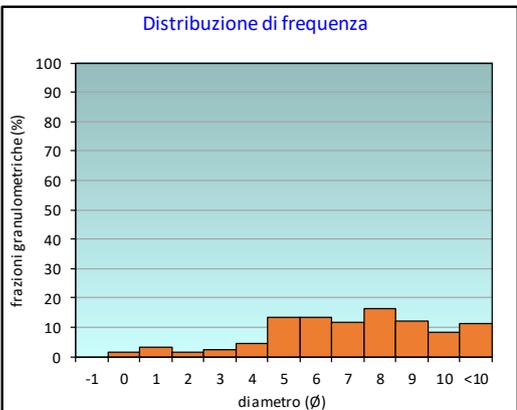
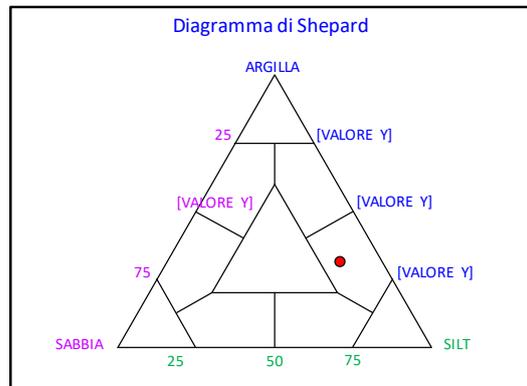
PERCENTILE	∅
5	1,28
16	4,19
25	4,86
50	6,84
75	8,55
84	9,43
95	10,55

	∅	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,5	1,5
SABBIA	1	500	3,0	4,5
	2	250	1,7	6,2
	3	125	2,6	8,8
	4	62,5	4,6	13,4
LIMO	5	31,2	13,5	26,9
	6	15,6	13,2	40,1
	7	7,8	11,7	51,8
	8	3,9	16,6	68,4
ARGILLA	9	2	12,0	80,4
	10	0,98	8,4	88,8
	<10	<0,98	11,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	13,4	55,0	31,6

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica negativa
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione C2 (60 m NNE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	57,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	7,03
Mediana	M <sub>d</sub>	6,97
Classazione	σ	2,60
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	-0,05
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,96

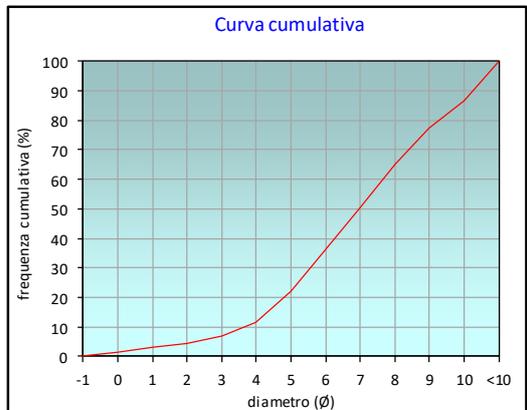
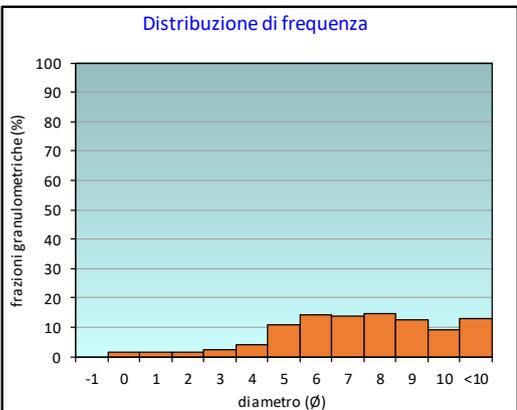
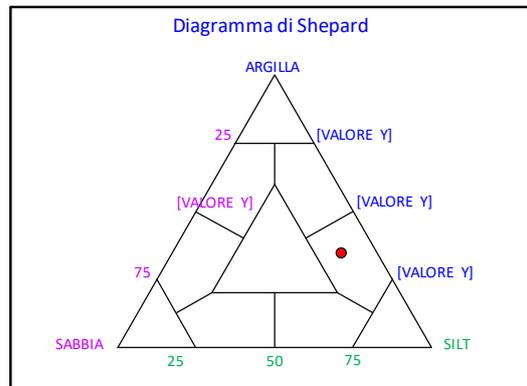
PERCENTILE	φ
5	2,16
16	4,42
25	5,19
50	6,97
75	8,80
84	9,70
95	10,62

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,5	1,5
SABBIA	1	500	1,7	3,2
	2	250	1,4	4,6
	3	125	2,5	7,1
	4	62,5	4,3	11,4
LIMO	5	31,2	10,9	22,3
	6	15,6	14,2	36,5
	7	7,8	13,9	50,4
	8	3,9	14,7	65,1
ARGILLA	9	2	12,4	77,5
	10	0,98	9,4	86,9
	<10	<0,98	13,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	11,4	53,7	34,9

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione C3 (30 m NNE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	55,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	7,13
Mediana	M <sub>d</sub>	7,11
Classazione	σ	2,56
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	-0,07
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,93

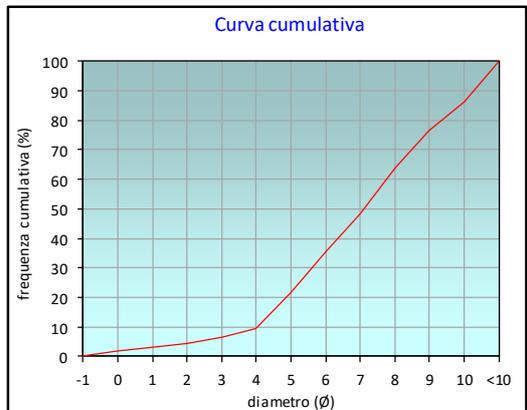
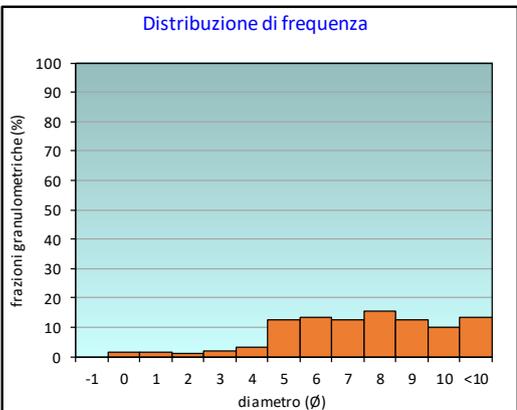
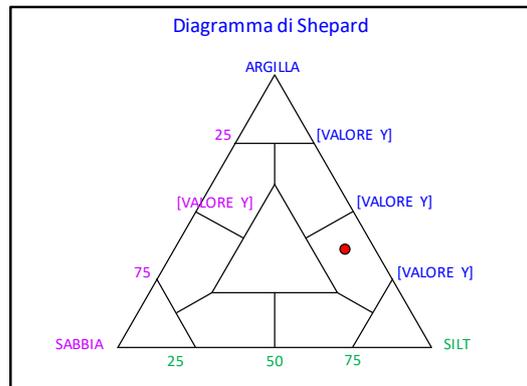
PERCENTILE	φ
5	2,34
16	4,53
25	5,23
50	7,11
75	8,88
84	9,76
95	10,63

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,7	1,7
SABBIA	1	500	1,4	3,1
	2	250	1,2	4,3
	3	125	2,1	6,4
	4	62,5	3,1	9,5
LIMO	5	31,2	12,4	21,9
	6	15,6	13,6	35,5
	7	7,8	12,7	48,2
	8	3,9	15,7	63,9
ARGILLA	9	2	12,6	76,5
	10	0,98	9,9	86,4
	<10	<0,98	13,6	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	9,5	54,4	36,1

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione C4 (SEA-LINE)

PARAMETRI FISICI		
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )		n.d.
Umidità (%)		59,1
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	7,52
Mediana	M <sub>d</sub>	7,42
Classazione	σ	2,29
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	-0,02
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,92

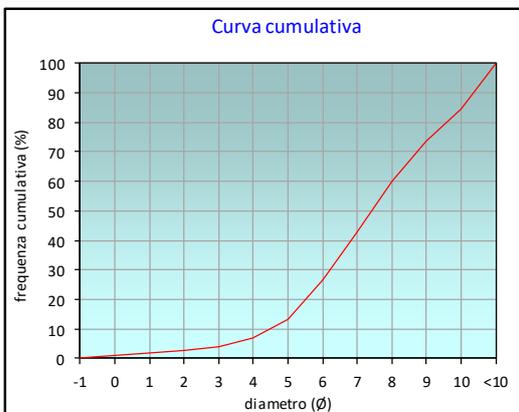
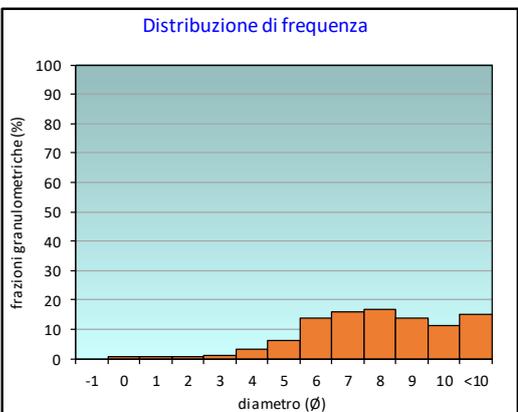
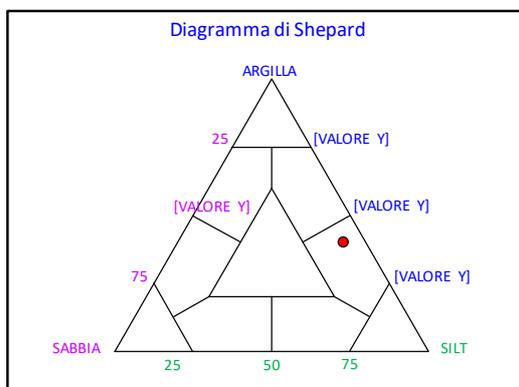
PERCENTILE	φ
5	3,38
16	5,22
25	5,87
50	7,42
75	9,13
84	9,94
95	10,67

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,9	0,9
SABBIA	1	500	0,9	1,8
	2	250	0,8	2,6
	3	125	1,2	3,8
	4	62,5	3,1	7,0
LIMO	5	31,2	6,1	13,1
	6	15,6	13,7	26,8
	7	7,8	16,1	42,9
	8	3,9	17,0	59,9
ARGILLA	9	2	13,7	73,6
	10	0,98	11,1	84,7
	<10	<0,98	15,3	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	7,0	52,9	40,1

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione C5 (30 m SSW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	58,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	7,12
Mediana	M <sub>d</sub>	7,12
Classazione	σ	2,58
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	-0,09
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,98

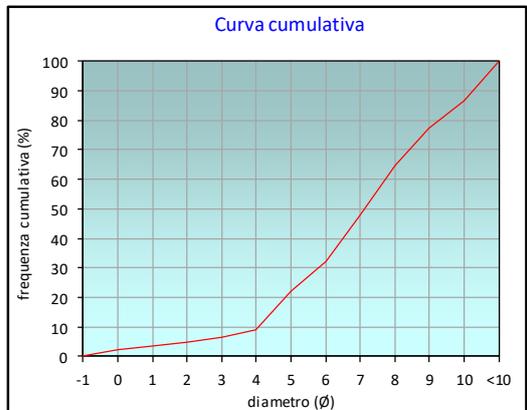
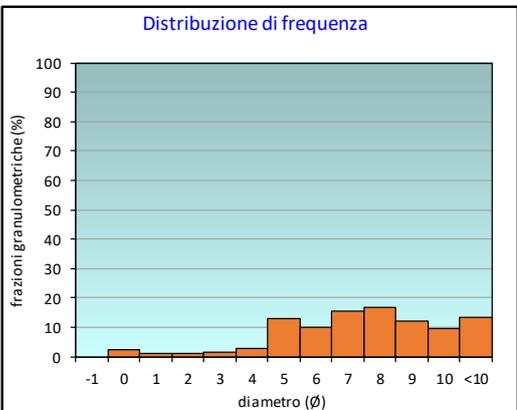
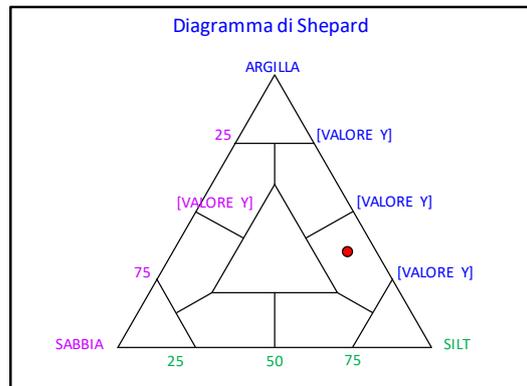
PERCENTILE	∅
5	2,16
16	4,52
25	5,27
50	7,12
75	8,82
84	9,71
95	10,62

	∅	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	2,2	2,2
SABBIA	1	500	1,3	3,5
	2	250	1,2	4,7
	3	125	1,7	6,5
	4	62,5	2,7	9,1
LIMO	5	31,2	13,1	22,3
	6	15,6	10,1	32,4
	7	7,8	15,6	48,0
	8	3,9	16,9	64,9
ARGILLA	9	2	12,3	77,2
	10	0,98	9,5	86,7
	<10	<0,98	13,3	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	9,1	55,8	35,1

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione C6 (60 m SSW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	55,9
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,27
Mediana	M <sub>d</sub>	5,66
Classazione	σ	2,52
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,25
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,01

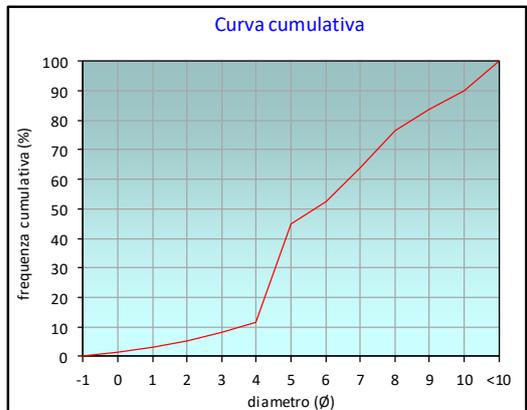
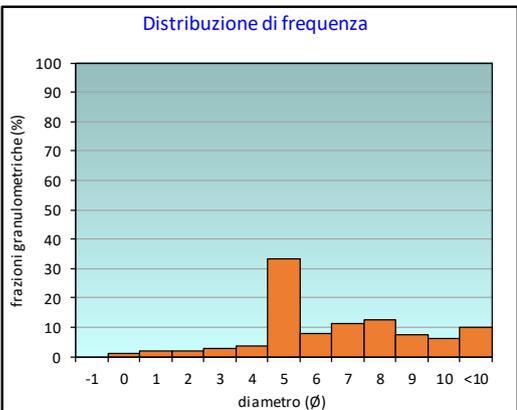
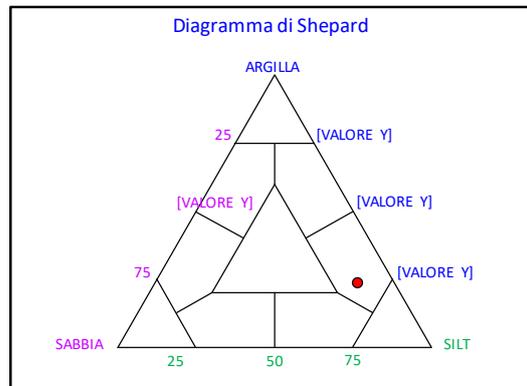
PERCENTILE	φ
5	1,92
16	4,13
25	4,40
50	5,66
75	7,88
84	9,02
95	10,50

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,3	1,3
SABBIA	1	500	1,8	3,2
	2	250	2,0	5,2
	3	125	2,9	8,0
	4	62,5	3,6	11,6
LIMO	5	31,2	33,2	44,8
	6	15,6	7,9	52,7
	7	7,8	11,2	63,9
	8	3,9	12,6	76,5
ARGILLA	9	2	7,4	83,9
	10	0,98	6,2	90,1
	<10	<0,98	9,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	11,6	64,8	23,5

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica positiva
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione C7 (100 m SSW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	57,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,95
Mediana	M <sub>d</sub>	6,65
Classazione	σ	2,50
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,12
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,74

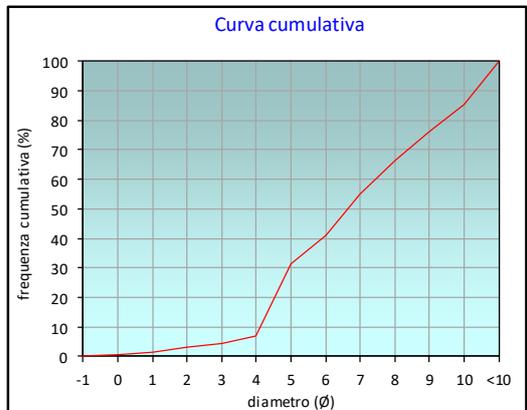
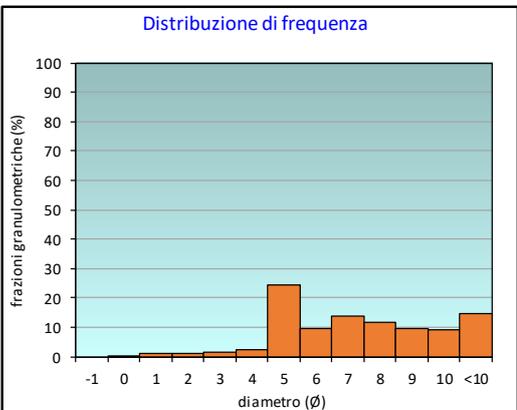
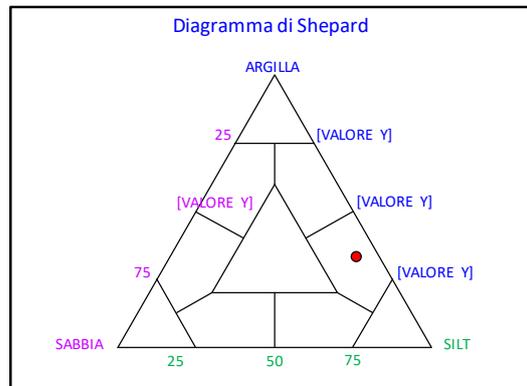
PERCENTILE	∅
5	3,18
16	4,36
25	4,73
50	6,65
75	8,87
84	9,84
95	10,66

	∅	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,4	0,4
SABBIA	1	500	1,2	1,6
	2	250	1,3	2,9
	3	125	1,6	4,6
	4	62,5	2,5	7,1
LIMO	5	31,2	24,4	31,5
	6	15,6	9,6	41,1
	7	7,8	13,7	54,8
	8	3,9	11,7	66,5
ARGILLA	9	2	9,7	76,2
	10	0,98	9,3	85,5
	<10	<0,98	14,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	7,1	59,4	33,5

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica positiva
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione K5

PARAMETRI FISICI		
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )		n.d.
Umidità (%)		55,1
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,76
Mediana	M <sub>d</sub>	6,53
Classazione	σ	2,52
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,08
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,85

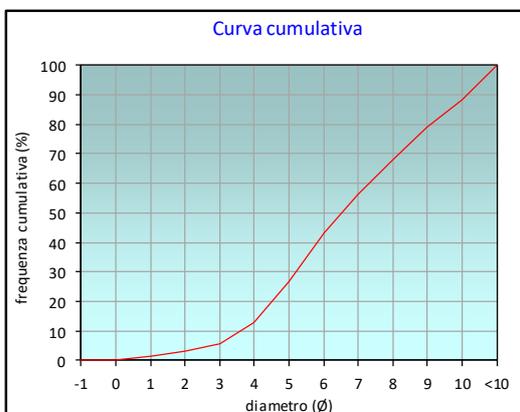
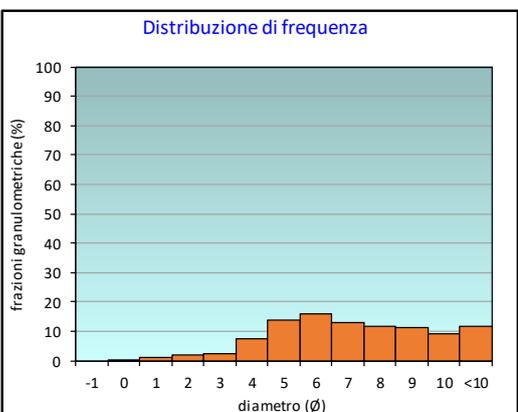
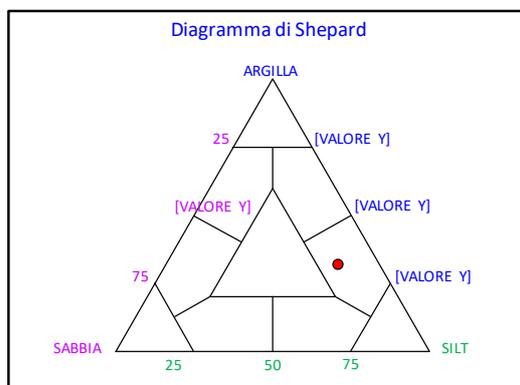
PERCENTILE	φ
5	2,74
16	4,21
25	4,86
50	6,53
75	8,62
84	9,53
95	10,58

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,3	0,3
SABBIA	1	500	1,0	1,3
	2	250	1,8	3,2
	3	125	2,5	5,7
	4	62,5	7,4	13,0
LIMO	5	31,2	13,9	26,9
	6	15,6	16,1	43,0
	7	7,8	13,1	56,1
	8	3,9	11,8	67,9
ARGILLA	9	2	11,3	79,3
	10	0,98	9,0	88,2
	<10	<0,98	11,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	13,0	54,9	32,1

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione K6

PARAMETRI FISICI		
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )		n.d.
Umidità (%)		52,0
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,86
Mediana	M <sub>d</sub>	6,65
Classazione	σ	2,57
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,07
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,78

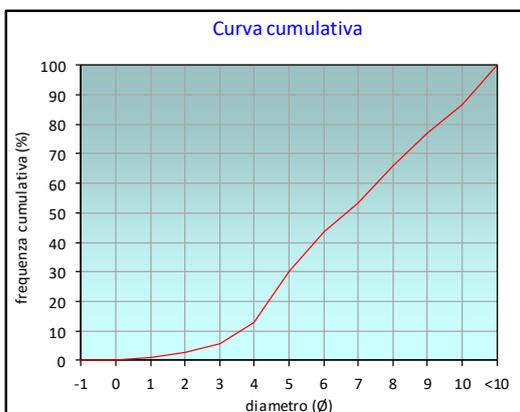
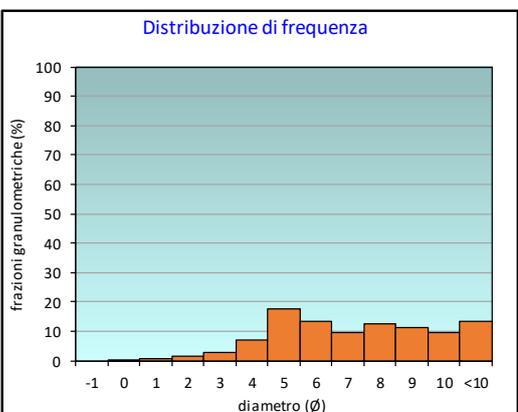
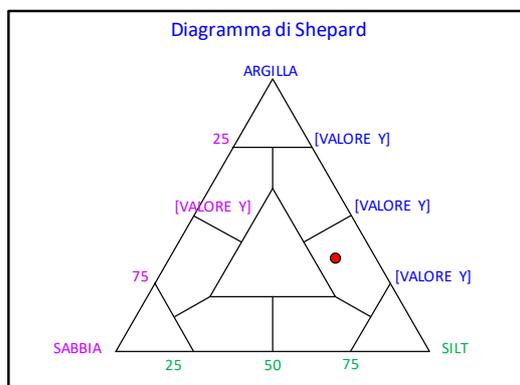
PERCENTILE	∅
5	2,82
16	4,18
25	4,70
50	6,65
75	8,82
84	9,74
95	10,63

	∅	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,2	0,2
SABBIA	1	500	0,8	1,0
	2	250	1,6	2,6
	3	125	3,0	5,5
	4	62,5	7,2	12,8
LIMO	5	31,2	17,5	30,3
	6	15,6	13,5	43,8
	7	7,8	9,5	53,3
	8	3,9	12,5	65,9
ARGILLA	9	2	11,2	77,1
	10	0,98	9,4	86,5
	<10	<0,98	13,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	12,8	53,1	34,1

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione K7

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	52,9
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,22
Mediana	M <sub>d</sub>	5,88
Classazione	σ	2,61
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,13
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,91

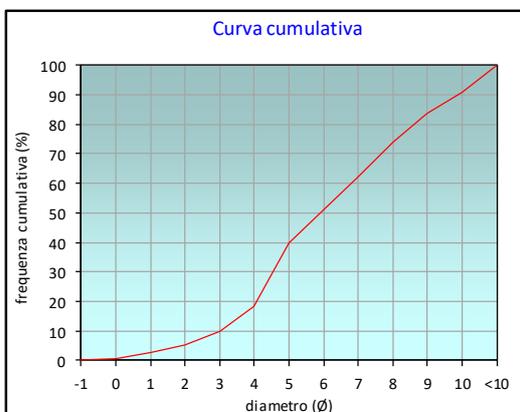
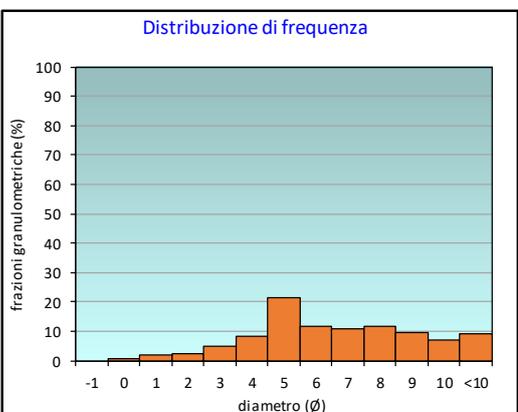
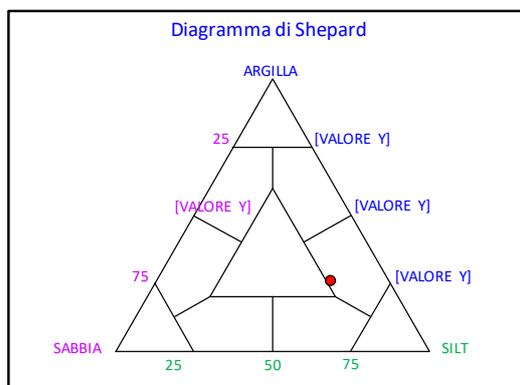
PERCENTILE	φ
5	1,99
16	3,73
25	4,31
50	5,88
75	8,11
84	9,04
95	10,45

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,8	0,8
SABBIA	1	500	1,8	2,6
	2	250	2,4	5,0
	3	125	4,8	9,8
	4	62,5	8,5	18,3
LIMO	5	31,2	21,3	39,6
	6	15,6	11,8	51,4
	7	7,8	10,7	62,1
	8	3,9	11,8	73,9
ARGILLA	9	2	9,8	83,7
	10	0,98	7,2	90,9
	<10	<0,98	9,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	18,3	55,6	26,1

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica positiva
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione D1 (100 m NNE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	53,6
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,98
Mediana	M <sub>d</sub>	6,81
Classazione	σ	2,56
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,03
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,82

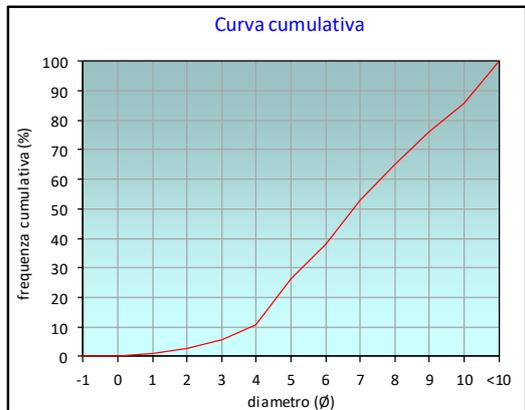
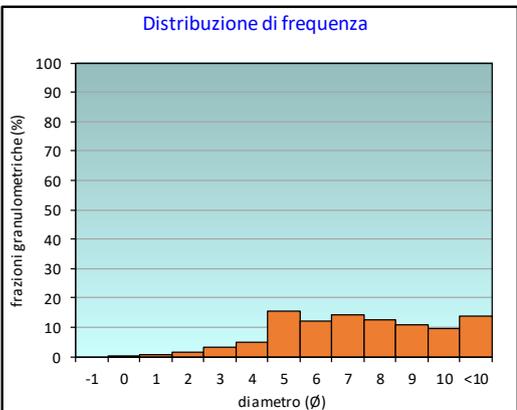
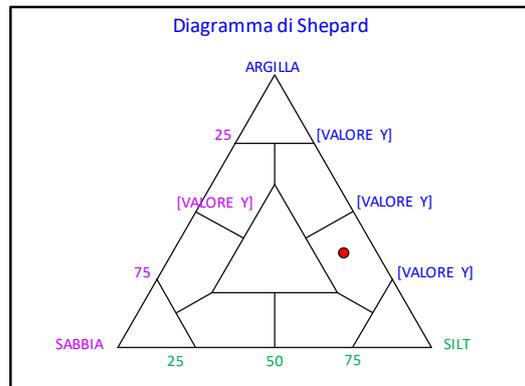
PERCENTILE	φ
5	2,75
16	4,34
25	4,92
50	6,81
75	8,89
84	9,80
95	10,64

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,3	0,3
SABBIA	1	500	0,7	1,0
	2	250	1,7	2,7
	3	125	3,1	5,8
	4	62,5	4,9	10,7
LIMO	5	31,2	15,5	26,2
	6	15,6	12,2	38,3
	7	7,8	14,5	52,8
	8	3,9	12,4	65,2
ARGILLA	9	2	11,0	76,2
	10	0,98	9,8	86,0
	<10	<0,98	14,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	10,7	54,5	34,8

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione D2 (60 m NNE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	55,5
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,81
Mediana	M <sub>d</sub>	6,61
Classazione	σ	2,53
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,06
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,82

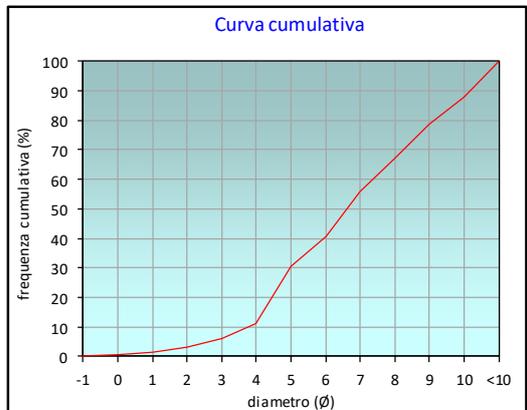
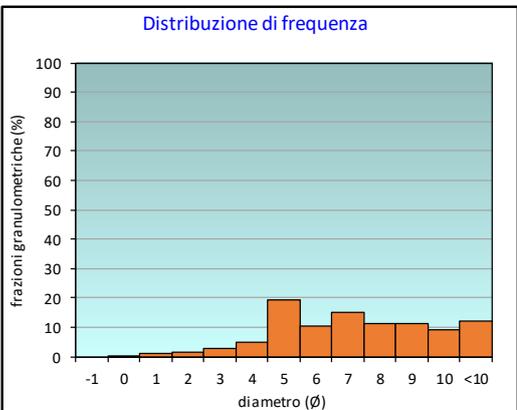
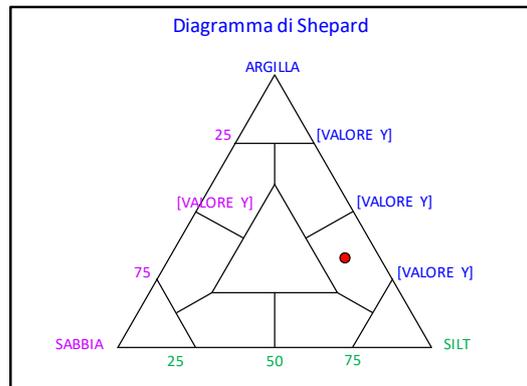
PERCENTILE	φ
5	2,66
16	4,25
25	4,72
50	6,61
75	8,67
84	9,57
95	10,58

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,4	0,4
SABBIA	1	500	0,9	1,4
	2	250	1,7	3,1
	3	125	2,9	6,0
	4	62,5	5,1	11,1
LIMO	5	31,2	19,3	30,4
	6	15,6	10,4	40,8
	7	7,8	15,2	56,0
	8	3,9	11,4	67,3
ARGILLA	9	2	11,4	78,8
	10	0,98	9,2	88,0
	<10	<0,98	12,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	11,1	56,2	32,7

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione D3 (30 m NNE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	50,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

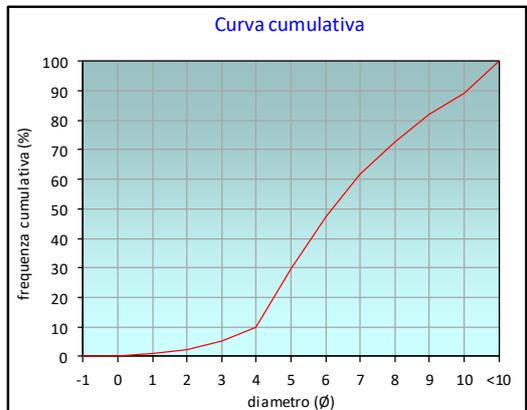
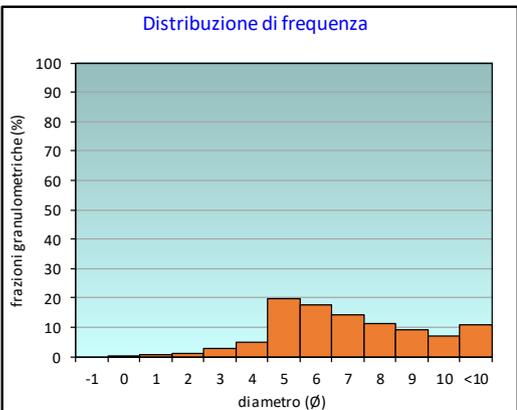
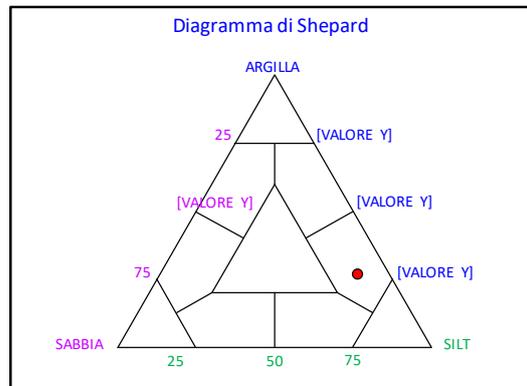
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	6,59	5	2,97
Mediana	M <sub>d</sub>	6,18	16	4,31
Classazione	σ	2,39	25	4,76
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,20	50	6,18
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,90	75	8,23
			84	9,29
			95	10,54

	Ø	µm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,4	0,4
SABBIA	1	500	0,7	1,1
	2	250	1,3	2,3
	3	125	2,8	5,1
	4	62,5	4,9	10,0
LIMO	5	31,2	19,6	29,6
	6	15,6	17,8	47,4
	7	7,8	14,4	61,8
	8	3,9	11,1	72,9
ARGILLA	9	2	9,0	81,9
	10	0,98	7,2	89,1
	<10	<0,98	10,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	10,0	62,9	27,1

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica positiva
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione D4 (SEA-LINE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	53,3
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,73
Mediana	M <sub>d</sub>	6,62
Classazione	σ	2,68
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	-0,01
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,98

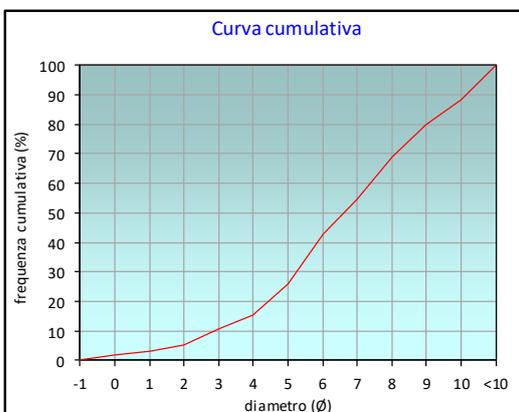
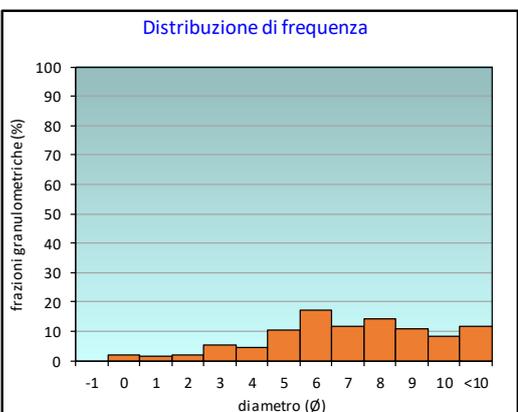
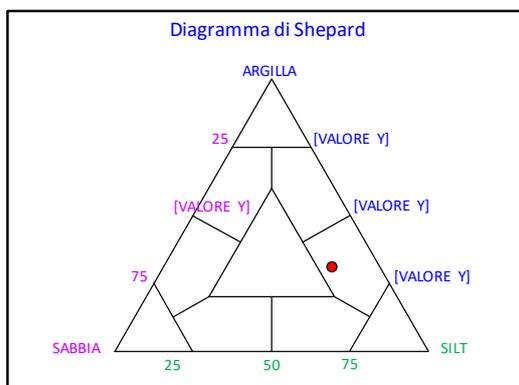
PERCENTILE	φ
5	1,87
16	4,07
25	4,92
50	6,62
75	8,56
84	9,50
95	10,58

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,8	1,8
SABBIA	1	500	1,4	3,2
	2	250	2,0	5,3
	3	125	5,4	10,6
	4	62,5	4,6	15,3
LIMO	5	31,2	10,5	25,8
	6	15,6	17,0	42,8
	7	7,8	11,7	54,5
	8	3,9	14,4	68,9
ARGILLA	9	2	10,9	79,8
	10	0,98	8,4	88,2
	<10	<0,98	11,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	15,3	53,6	31,1

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione D5 (30 m SSW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	56,0
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,40
Mediana	M <sub>d</sub>	6,33
Classazione	σ	2,53
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	-0,03
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,09

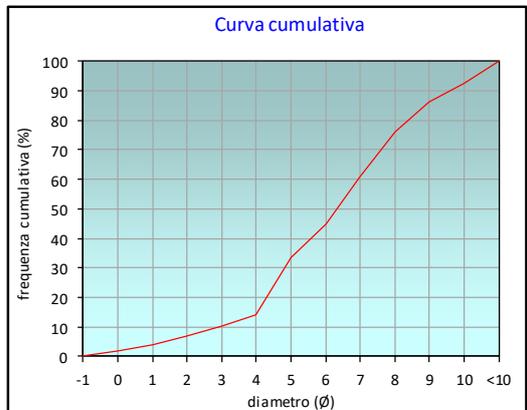
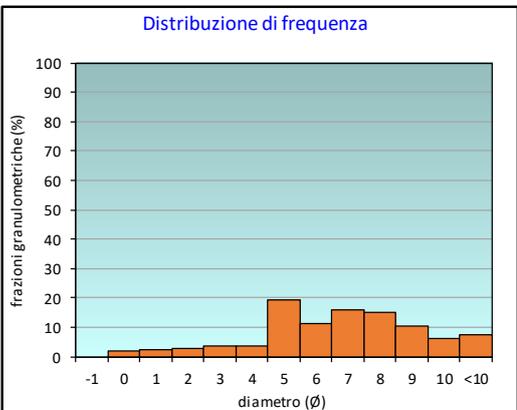
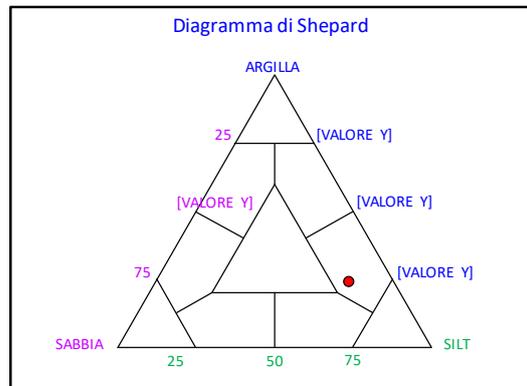
PERCENTILE	φ
5	1,34
16	4,10
25	4,56
50	6,33
75	7,94
84	8,78
95	10,33

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,9	1,9
SABBIA	1	500	2,2	4,1
	2	250	2,7	6,8
	3	125	3,5	10,3
	4	62,5	3,9	14,1
LIMO	5	31,2	19,5	33,6
	6	15,6	11,1	44,7
	7	7,8	16,1	60,8
	8	3,9	15,2	76,0
ARGILLA	9	2	10,3	86,3
	10	0,98	6,3	92,6
	<10	<0,98	7,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	14,1	61,8	24,0

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione D6 (60 m SSW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	52,9
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,75
Mediana	M <sub>d</sub>	6,52
Classazione	σ	2,53
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,06
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,91

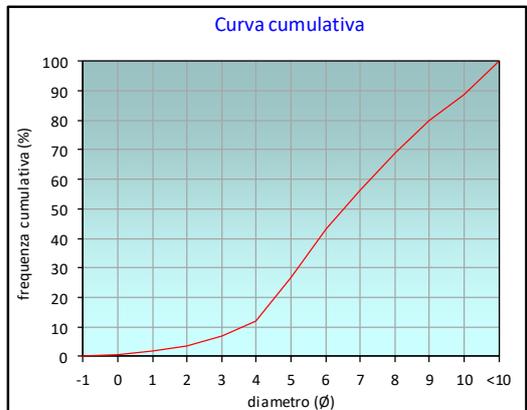
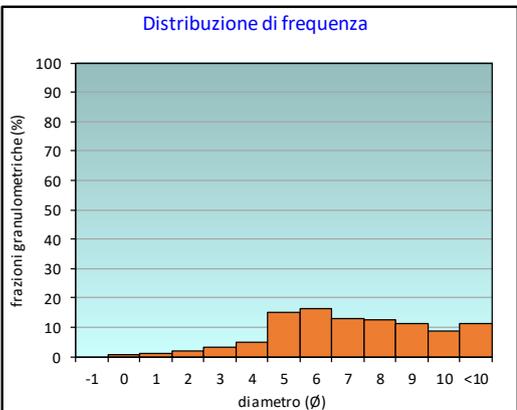
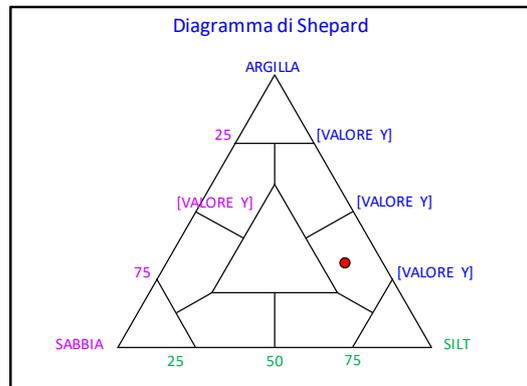
PERCENTILE	φ
5	2,39
16	4,28
25	4,88
50	6,52
75	8,55
84	9,46
95	10,56

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,5	0,5
SABBIA	1	500	1,2	1,7
	2	250	2,0	3,7
	3	125	3,3	7,0
	4	62,5	4,9	11,9
LIMO	5	31,2	15,0	26,8
	6	15,6	16,3	43,2
	7	7,8	13,1	56,2
	8	3,9	12,6	68,8
ARGILLA	9	2	11,2	80,0
	10	0,98	8,6	88,7
	<10	<0,98	11,3	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	11,9	57,0	31,2

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione D7 (100 m SSW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	56,0
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,56
Mediana	M <sub>d</sub>	6,34
Classazione	σ	2,75
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,00
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,09

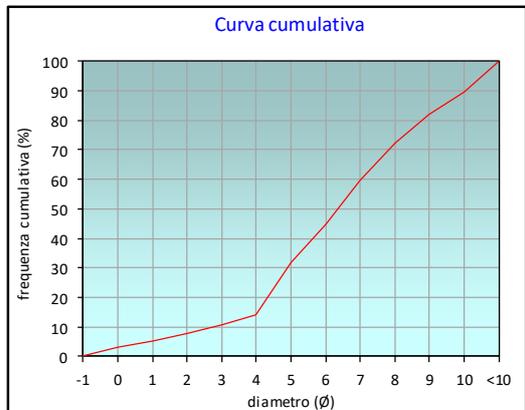
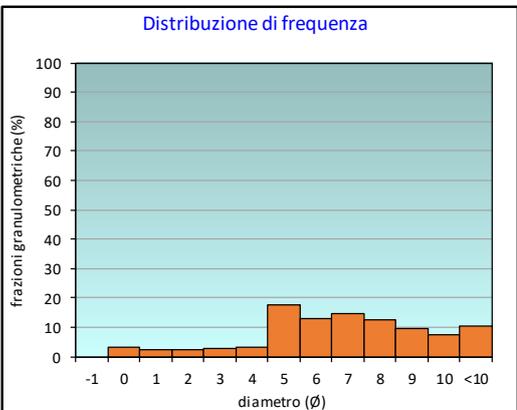
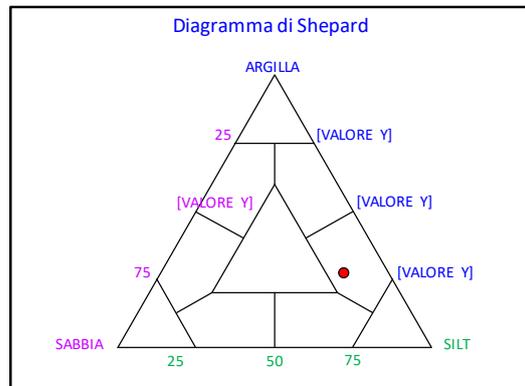
PERCENTILE	φ
5	0,84
16	4,11
25	4,61
50	6,34
75	8,26
84	9,24
95	10,51

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	3,1	3,1
SABBIA	1	500	2,3	5,4
	2	250	2,4	7,8
	3	125	2,9	10,7
	4	62,5	3,4	14,1
LIMO	5	31,2	17,8	31,9
	6	15,6	13,0	44,9
	7	7,8	14,8	59,7
	8	3,9	12,7	72,4
ARGILLA	9	2	9,8	82,2
	10	0,98	7,6	89,8
	<10	<0,98	10,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	14,1	58,4	27,6

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione K8

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	52,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,48
Mediana	M <sub>d</sub>	6,20
Classazione	σ	2,56
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,09
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,93

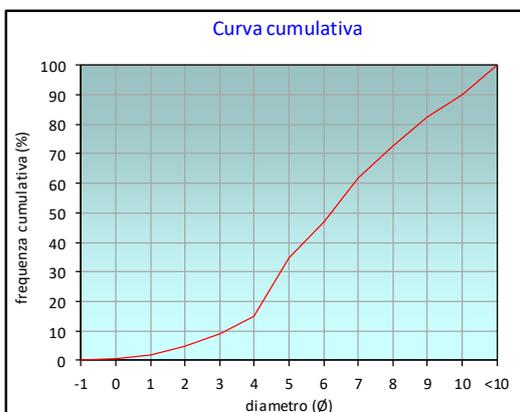
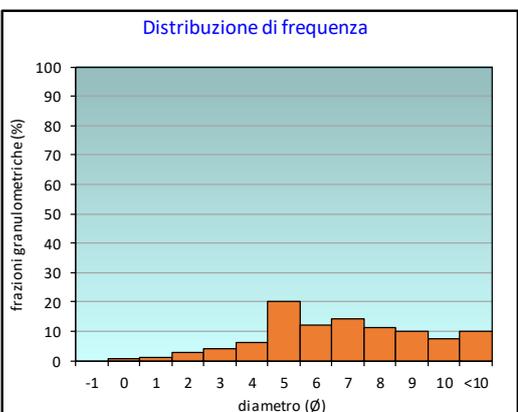
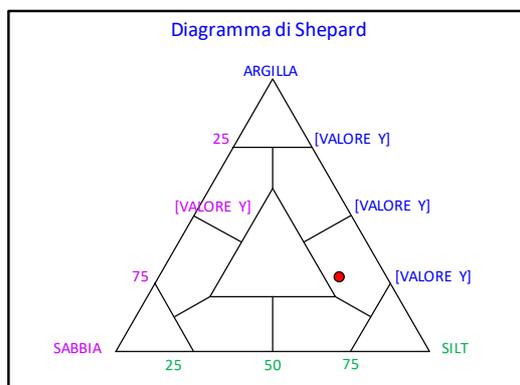
PERCENTILE	φ
5	2,06
16	4,05
25	4,50
50	6,20
75	8,22
84	9,18
95	10,50

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,5	0,5
SABBIA	1	500	1,3	1,8
	2	250	2,9	4,7
	3	125	4,2	8,9
	4	62,5	6,0	14,9
LIMO	5	31,2	20,0	34,9
	6	15,6	12,2	47,2
	7	7,8	14,5	61,6
	8	3,9	11,2	72,8
ARGILLA	9	2	9,8	82,6
	10	0,98	7,4	90,1
	<10	<0,98	9,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	14,9	57,9	27,2

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Mesocurtica



## Stazione K9

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	51,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,70
Mediana	M <sub>d</sub>	6,52
Classazione	σ	2,62
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,04
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,83

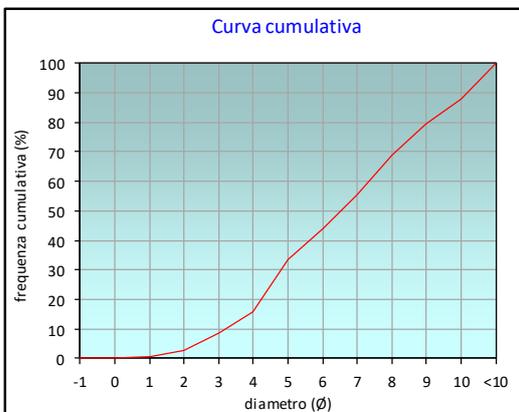
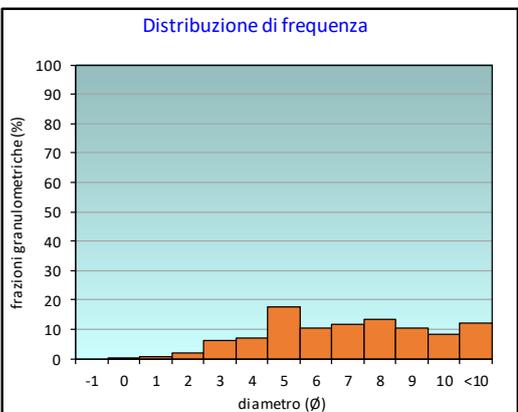
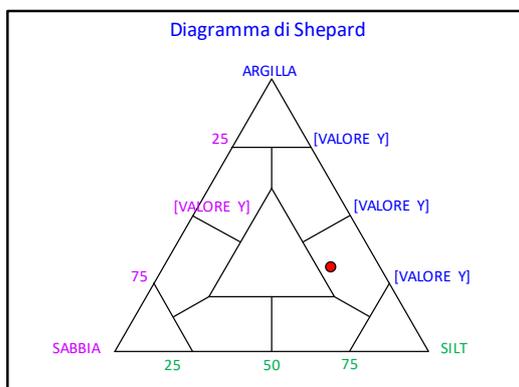
PERCENTILE	φ
5	2,40
16	4,02
25	4,53
50	6,52
75	8,57
84	9,55
95	10,59

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,2	0,2
SABBIA	1	500	0,5	0,7
	2	250	1,8	2,5
	3	125	6,2	8,7
	4	62,5	7,0	15,7
LIMO	5	31,2	17,6	33,3
	6	15,6	10,6	43,9
	7	7,8	11,6	55,6
	8	3,9	13,6	69,1
ARGILLA	9	2	10,3	79,4
	10	0,98	8,3	87,8
	<10	<0,98	12,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	15,7	53,4	30,9

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione K10

PARAMETRI FISICI		
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )		n.d.
Umidità (%)		55,6
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,73
Mediana	M <sub>d</sub>	6,47
Classazione	σ	2,64
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,05
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,88

PERCENTILE	φ
5	2,06
16	4,16
25	4,61
50	6,47
75	8,60
84	9,54
95	10,59

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,6	0,6
SABBIA	1	500	1,7	2,4
	2	250	2,4	4,8
	3	125	3,4	8,2
	4	62,5	4,5	12,7
LIMO	5	31,2	20,0	32,7
	6	15,6	11,6	44,3
	7	7,8	12,1	56,4
	8	3,9	12,2	68,6
ARGILLA	9	2	10,8	79,3
	10	0,98	8,6	87,9
	<10	<0,98	12,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	12,7	55,8	31,4

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Silt argilloso
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Platicurtica

