



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

**SERVIZI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
CAMPO CLARA NW**

**MONITORAGGIO DELL'AREA INTERESSATA  
DALL'INSTALLAZIONE DELLA PIATTAFORMA  
CLARA NW**

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

**1° ANNO**

**RAPPORTO FINALE**

**(gennaio - dicembre 2016)**

**RAPPORTO n. 4**

**OPERATORE SCIENTIFICO:  
CNR – ISMAR SEDE DI ANCONA**

**COORDINATORE:  
GIANNA FABI**

**RESPONSABILE SCIENTIFICO:  
ALESSANDRA SPAGNOLO**

**RAPPORTO A CURA DI:  
GIANNA FABI  
ALESSANDRA SPAGNOLO  
MIRENO BORGHINI  
DANIELE CASSIN  
ANNA MARIA DE BIASI**

**AMELIA DE LAZZARI  
ANNALISA GAETANI  
LUDMILA KOZINKOVA  
GIULIO PELLINI  
ELISA PUNZO**

**ANCONA, Giugno 2017**



## INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	1
2.	MATERIALI E METODI.....	5
2.1.	CAMPIONAMENTO IN MARE.....	5
2.1.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA.....	5
2.1.2.	MISURE CORRENTOMETRICHE .....	7
2.1.3.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI E SULLA COMUNITÀ BENTONICA .....	8
2.1.4.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI .....	10
2.1.5.	ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKERS NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA .....	11
2.1.6.	INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO.....	11
2.1.6.1	Campionamenti di pesca.....	11
2.1.6.2	Investigazioni acustiche.....	12
2.1.6.3	Indagini video in prossimità della piattaforma.....	13
2.1.7.	RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI.....	14
2.2.	ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI.....	15
2.2.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA .....	15
2.2.2.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI .....	22
2.2.3.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI .....	25
2.2.3.1	<i>Dunaliella tertiolecta</i> .....	25
2.2.3.2	<i>Vibrio fischeri</i> (sistema Microtox®).....	27
2.2.3.3	<i>Corophium orientale</i> .....	27
2.2.3.4	<i>Crassostrea gigas</i> .....	28
2.2.3.5	Ricerca di metalli pesanti in <i>Hediste diversicolor</i> .....	30
2.2.4.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA .....	31
2.2.5.	INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO.....	35
2.2.5.1	Campionamenti di pesca.....	35
2.2.5.2	Investigazioni acustiche.....	36
2.2.5.3	Indagini video in prossimità della piattaforma.....	39
3.	RISULTATI.....	40
3.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA.....	40
3.1.1.	TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA.....	40
3.1.2.	NUTRIENTI .....	46
3.1.3.	PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO.....	54
3.1.4.	IDROCARBURI TOTALI, IDROCARBURI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX.....	60
3.1.5.	GLICOLE ETILENICO.....	63
3.1.6.	METALLI PESANTI.....	63
3.1.7.	CONSIDERAZIONI E ANALISI DEI DATI SUL CICLO ANNUALE.....	68
3.1.7.1	Indagini fisiche, chimiche e biologiche.....	68
3.1.7.2	Metalli e inquinanti organici .....	72
3.2.	MISURE CORRENTOMETRICHE .....	76
3.3.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI.....	82
3.3.1.	GRANULOMETRIA.....	82
3.3.2.	IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI .....	84

3.3.3.	IDROCARBURI TOTALI .....	88
3.3.4.	METALLI PESANTI.....	89
3.3.5.	SOSTANZA ORGANICA.....	100
3.3.6.	TOTAL ORGANIC CARBON (TOC).....	101
3.4.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI.....	104
3.4.1.	<i>DUNALIELLA TERTIOLECTA</i> .....	104
3.4.2.	<i>VIBRIO FISCHERI</i> (SISTEMA MICROTOX®) .....	105
3.4.3.	<i>COROPHIUM ORIENTALE</i> .....	105
3.4.4.	<i>CRASSOSTREA GIGAS</i> .....	107
3.4.5.	RICERCA DI METALLI PESANTI IN <i>HEDISTE DIVERSICOLOR</i> .....	108
3.5.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA .....	112
3.5.1.	DENSITÀ (N) E BIOMASSA (P) .....	112
3.5.2.	AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE.....	126
3.5.3.	DOMINANZA .....	129
3.5.4.	RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S) .....	130
3.5.5.	RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA (S <sub>M</sub> ) .....	132
3.5.6.	DIVERSITÀ SPECIFICA (H') .....	133
3.5.7.	MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS).....	134
3.5.8.	VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE .....	135
3.5.8.1	Indice W di Clarke.....	135
3.5.8.2	Indice AMBI.....	137
3.5.8.3	Indice Bentix .....	137
3.5.8.4	Stato ecologico .....	137
3.6.	INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO.....	143
3.6.1.	CAMPIONAMENTI DI PESCA .....	143
3.6.1.1	Ricchezza specifica e Diversità specifica.....	143
3.6.1.2	Rendimenti di pesca e composizione delle catture.....	147
3.6.1.3	Affinità delle specie catturate con i substrati duri.....	149
3.6.1.4	PERMANOVA e Principal Coordinate analysis (PCO) .....	152
3.6.2.	INVESTIGAZIONI ACUSTICHE.....	152
3.6.3.	INDAGINI VIDEO IN PROSSIMITÀ DELLA PIATTAFORMA .....	163
3.8.	RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI .....	166
4.	CONCLUSIONI.....	167
5.	BIBLIOGRAFIA.....	174
ALLEGATO A	Schede tecniche della strumentazione utilizzata nelle indagini .....	I
- ALL. A1	Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua .....	II
- ALL. A2	Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti .....	VII
- ALL. A3	Indagini sulla comunità bentonica.....	XII
- ALL. A4	Indagini sul popolamento ittico.....	XV
ALLEGATO B	Schede granulometriche 2° survey post lavori (estate 2016) .....	XIX

## PARTECIPANTI AL PROGRAMMA

Coordinatore	G. Fabi	CNR - ISMAR Ancona
Responsabile Scientifico	A. Spagnolo	CNR - ISMAR Ancona
Analisi chimiche e fisiche colonna d'acqua	A. Boldrin F. Acri G. Caccamo D. Cassin M. Casula L. Dametto A. De Lazzari M. Leonetti A. Pesce P. Polidori	CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR Ancona
Misure correntometriche	M. Borghini L. Mazzei	CNR - ISMAR La Spezia CNR - ISMAR La Spezia
Analisi dei sedimenti ed ecotossicologia	A.M. De Biasi G. Bontà Pittaluga S. Dell'Ira L. Kozinkova M. Pertusati S. Polese O. Spinelli	CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno
Comunità bentonica	G. Bruno C. Cuicchi L. Montagnini P. Polidori E. Punzo V. Salvalaggio A. Santelli P. Strafella	Cooperativa Mare Ricerca Ancona Cooperativa Mare Ricerca Ancona Cooperativa Mare Ricerca Ancona CNR - ISMAR Ancona
Comunità ittica	P. Polidori C. Ferrà Vega A. Gaetani S. Leoni G. Pellini A.N. Tassetti	CNR - ISMAR Ancona Coop. Mare Ricerca Ancona CNR - ISMAR Ancona Coop. Mare Ricerca Ancona Coop. Mare Ricerca Ancona CNR - ISMAR Ancona
Censimento mammiferi e rettili marini	V. Salvalaggio P. Strafella G. Bruno S. Leoni C. Ferrà Vega	CNR - ISMAR Ancona CNR - ISMAR Ancona Coop. Mare Ricerca Ancona Coop. Mare Ricerca Ancona Coop. Mare Ricerca Ancona

Hanno inoltre collaborato allo svolgimento dei campionamenti in mare i Sigg.ri Giampaolo Gaetani e Antonio Marziali imbarcati sulla M/R TecnoPesca II del CNR-ISMAR UOS Ancona utilizzata per le indagini.

## 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-ISMAR UOS 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 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 poste 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-ISMAR presso analoghe strutture situate in Adriatico centrale e settentrionale (Fabi *et al.*, 2001a; 2001b; 2002; 2003; 2004; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015a; 2017a; 2017b; 2017c; 2017d) e le prescrizioni di ARPAM, per quanto concerne la sola piattaforma Clara NW si è ritenuto opportuno proporre un programma di monitoraggio comprendente le seguenti indagini:

1. caratteristiche idrologiche della colonna d'acqua (correnti, temperatura, salinità, ossigeno disciolto, sali nutritivi, fluorescenza, ecc.);
2. caratteristiche delle comunità fito- e zooplanctoniche (come da indicazioni ARPAM del 06/02/2015, Prot. 003920);
3. caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti presenti nel fondo mobile circostante;
4. ecotossicologia dei sedimenti circostanti;

5. caratteristiche delle comunità bentoniche presenti nei sedimenti circostanti;
6. analisi di inquinanti in organismi marini (*Hediste diversicolor*);
7. analisi di inquinanti e di biomarkers in organismi marini insediati sulle parti sommerse della piattaforma (*Mytilus galloprovincialis*);
8. evoluzione del popolamento ittico;
9. rilevamento del passaggio di cetacei.

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

- a. Fase precedente alla posa in opera della struttura;
- b. Fase di installazione della piattaforma e perforazione dei pozzi: le indagini ai punti 1) e 2) dell'elenco sopra riportato sono state condotte su base bimestrale per tutta la durata della fase: le indagini di cui ai punti 3-6 sono state effettuate nel corso di un survey. Il rilevamento del passaggio di cetacei è avvenuto mediante operatori MMO.
- c. Fase di produzione: le indagini previste ai punti 1, 3-9 verranno condotte per 5 anni dopo la fine dei lavori di installazione delle strutture e perforazione dei pozzi. Per le indagini sedimentologiche, ecotossicologiche, sulla comunità bentonica e la ricerca di inquinanti e biomarkers in organismi marini si effettueranno survey stagionali (inverno ed estate). I campionamenti per lo studio della comunità ittica saranno mensili, mentre l'osservazione di mammiferi marini sarà effettuata mediante 3 campionamenti/mese. Le indagini previste al punto 1 verranno effettuate per tutta la durata dell'esercizio dell'impianto mediante campionamenti bimestrali. Le indagini di cui al punto 2 non sono previste in questa fase.
- d. Fase di fine produzione:
  1. pre-smantellamento: verranno condotte le indagini di cui ai punti 3-5 e 7-8; eccetto lo studio della comunità ittica si prevede un survey per ogni tipologia di indagini che verrà effettuato subito prima dell'inizio dei lavori di smantellamento. Per la comunità ittica verranno condotti 3 survey;
  2. smantellamento: in questa fase verranno condotte le indagini di cui ai punti 1, 3-5 e 8; si prevede come minimo n. 1 survey che potrà essere ripetuto in funzione della durata dei lavori;
  3. post-smantellamento: tutte le indagini di cui ai punti 3-5 e 7-8 verranno condotte per un periodo di 3 anni dallo smantellamento della piattaforma. Quelle riguardanti i sedimenti e la comunità bentonica si svolgeranno in inverno e/o estate, il popolamento ittico verrà invece investigato mensilmente. Le indagini

riguardanti la colonna d'acqua (punto 1) avranno la durata di 1 anno e si svolgeranno con cadenza bimestrale.

Per le fasi a) e b) sono stati previsti monitoraggi semplificati rispetto a quelli successivi all'installazione a causa dell'assenza fisica della struttura (pre-survey) e di problemi tecnici e di sicurezza legati alla presenza dei mezzi di lavoro (fase di installazione).

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

Nel presente rapporto sono descritti i risultati conseguiti per la piattaforma dal pre-survey alla fine del 1° anno della fase di produzione (2016).

**Tab. 1-I** – Survey previsti durante il programma di monitoraggio ambientale presso la piattaforma Clara NW.

<b>Fase</b>	<b>Comparti d'indagine</b>	<b>Piattaforma Clara NW</b>
<b>Ante operam</b>	Colonna acqua	1-3 survey
	Comunità planctoniche	1-3 survey
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Rilevamento cetacei	3-5 survey
<b>Cantiere</b>	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Comunità planctoniche	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Ecotossicologia dei sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Comunità bentonica	Per tutta la durata della fase
	Rilevamento cetacei	*
<b>Esercizio</b>	Correntometria	Per tutta la durata della fase
	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	5 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti	5 anni
	Comunità bentonica	5 anni
	Comunità ittica	5 anni
	Analisi inquinanti e biomarker in organismi marini	5 anni
	Rilevamento cetacei	5 anni
<b>Pre smantellamento</b>	Colonna d'acqua	**
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Comunità ittica	3 survey
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione
<b>Smantellamento</b>	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Ecotossicologia dei sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Comunità bentonica	Per tutta la durata della fase
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione
<b>Post smantellamento</b>	Colonna acqua	1 anno
	Sedimenti	3 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti	3 anni
	Comunità bentonica	3 anni
	Comunità ittica	3 anni
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione

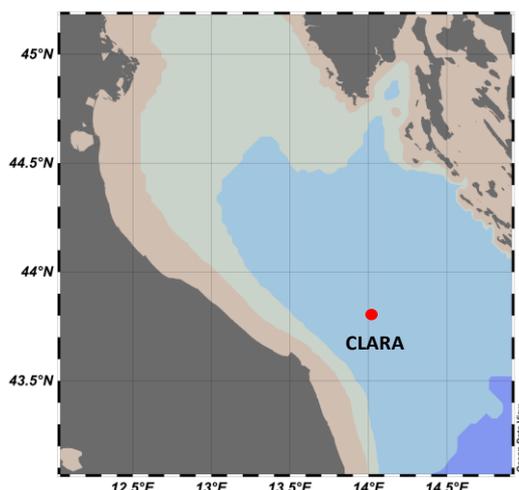
\* Monitoraggio in continuo da parte di operatori MMO (rif. DM punto A.7-a)

\*\* Incluso nella fase di Esercizio

## 2. MATERIALI E METODI

Come già accennato nel Cap. 1, la piattaforma Clara NW è ubicata a circa 45 km al largo di Ancona a una profondità di circa 74-75 m (fig. 2.1). Le coordinate del punto in cui è avvenuta l'installazione della struttura sono riportate in Tab. 2-I.

I lavori di installazione sono iniziati nel maggio 2015 e sono terminati a fine dicembre dello stesso anno.



**Fig. 2.1** - Ubicazione della piattaforma Clara NW.

**Tab. 2-I** – Coordinate geografiche del punto in cui è stata installata la piattaforma Clara NW.

Sito	Coordinate Geografiche
Piattaforma Clara NW	43° 48' 07,723''N 14° 01' 23,862''E

### 2.1.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

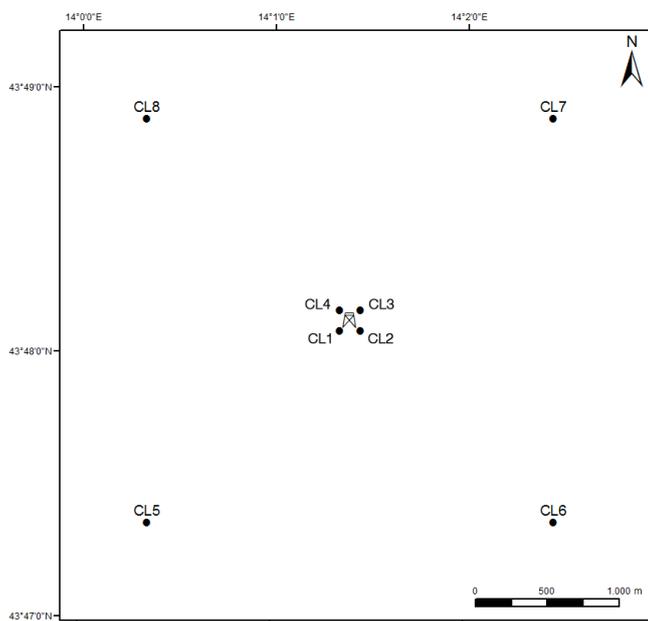
Per lo studio delle caratteristiche fisiche e biochimiche della colonna d'acqua nel 2016 sono stati condotti sei survey (febbraio, marzo, aprile, giugno, settembre e dicembre).

Il campionamento, come da disciplinare tecnico, è stato effettuato in 8 stazioni disposte a croce lungo le direttrici NW-SE e NE-SW e aventi come punto di intersezione la piattaforma, di cui 4 poste entro un raggio di 100 m dal punto di ubicazione della piattaforma e 4 a una distanza di circa 2000 m da esso (fig. 2.1; Tab. 2-I).

In tutte le stazioni sono stati misurati in continuo mediante una sonda multiparametrica (CTD; All. A1-I) della Sea Bird modello SBE19plusV2 equipaggiata, oltre che con i sensori standard di pressione, temperatura e conducibilità, con un fluorimetro Turner - Cyclops7 per la misurazione della concentrazione di clorofilla *a*, con un torbidimetro

(Backscatterometro) Turner - Cyclops7 per la misurazione del particolato sospeso (TSM) e con un sensore di ossigeno SBE43 per la determinazione della concentrazione di ossigeno disciolto e con un altimetro Teledyne Benthos Altimetro PSA-916. La sonda è stata calibrata dalla Ditta costruttrice per i parametri di pressione, temperatura e conducibilità. I sensori di ossigeno disciolto, fluorescenza e torbidità sono stati calibrati con campioni raccolti *in situ* durante ogni campagna e analizzati per il contenuto di ossigeno disciolto (metodo Winkler), di pigmenti clorofilliani (Chl, metodo HPLC) e per contenuto di materiale particolato totale (TSM, metodo gravimetrico).

La sonda ha una frequenza di acquisizione di 4 serie di dati al secondo (4 Hz).



**Fig. 2.2** - Schema di campionamento adottato nella fase di produzione della piattaforma per le indagini idrologiche.

**Tab. 2-II** - Coordinate geografiche delle stazioni di campionamento utilizzate per le indagini idrologiche.

Nome Stazione	Distanza da Bonaccia NW (m)	Posizione rispetto alla piattaforma	Coordinate geografiche
CL1	100	SW	43° 48' 05"N 14° 10' 21"E
CL2	100	SE	43° 48' 05"N 14° 10' 27"E
CL3	100	NE	43° 48' 10"N 14° 10' 27"E
CL4	100	NW	43° 48' 10"N 14° 10' 21"E
CL5	2000	SW	43° 47' 21"N 14° 00' 21"E
CL6	2000	SE	43° 47' 22"N 14° 20' 28"E
CL7	2000	NE	43° 48' 54"N 14° 20' 26"E
CL8	2000	NW	43° 48' 53"N 14° 00' 20"E

Lungo la colonna d'acqua sono stati registrati i seguenti parametri:

- profondità (pressione);

- temperatura;
- conducibilità (da cui si ricava la salinità);
- ossigeno disciolto;
- fluorescenza;
- torbidità (Backscatterometro).

Presso ogni stazione sono stati anche prelevati campioni di acqua a 4 quote (superficie, -20 m, -40 m e fondo) mediante “rosette” Sea-Bird Electronics mod. SBE 32C Carousel Water Sampler con bottiglie GO da 5 litri accoppiata alla sonda CTD SBE19 plusV2 (All. A1-I).

Su tali campioni sono stati misurati i seguenti parametri:

- ossigeno disciolto tramite metodo Winkler;
- azoto inorganico come Ammoniaca, Nitriti e Nitrati;
- fosforo inorganico disciolto come Ortofossato;
- silicio inorganico disciolto come Ortosilicato;
- carico solido totale come peso secco;
- concentrazione di pigmenti clorofilliani;
- Idrocarburi totali;
- Idrocarburi alifatici (IA);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Solventi organici aromatici (BTEX);
- metalli pesanti (alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco);
- glicole etilenico.

Tutti i campioni raccolti sono stati mantenuti in luogo fresco ed al buio fino al momento dell’analisi. I campioni dei nutrienti e i filtri per i solidi sospesi e i pigmenti clorofilliani sono stati conservati a -20°C fino al momento dell’analisi.

### **2.1.2. MISURE CORRENTOMETRICHE**

Nei primi tre mesi del 2016 non era stato possibile posizionare il correntometro essendo ancora presenti impedimenti in prossimità di Clara NW per il protrarsi dei lavori di posa della condotta sottomarina. I dati del 1° semestre 2016 sono stati acquisiti a partire dal 21 aprile sino al 30 giugno. Nel 2° semestre 2016 le registrazioni sono avvenute dal 01/07 al 31/12/2016.

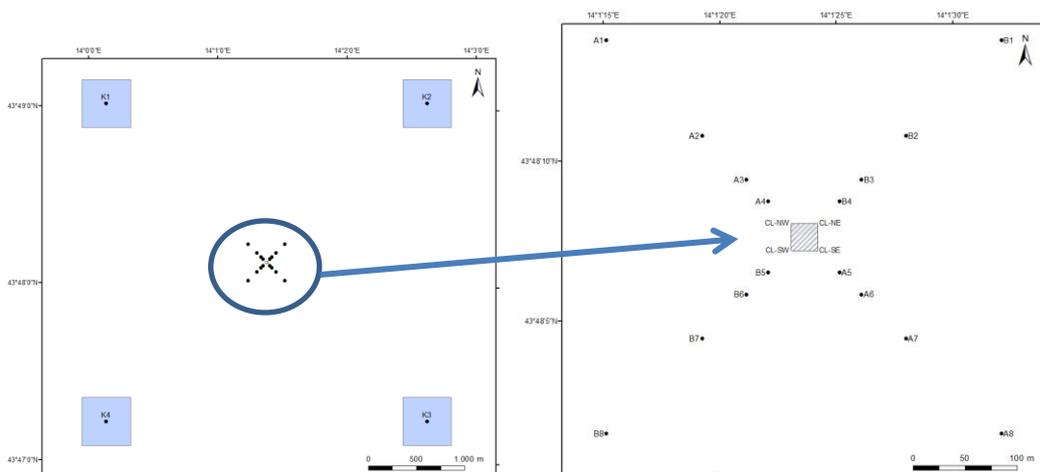
In entrambi i periodi è stato posizionato un ormeggio correntometrico in prossimità di

Clara NW (Latitudine 43°48.200' N, Longitudine 14°01.42' E) a circa 75 m di profondità. Tale ormeggio è costituito da due correntometri Nortek modello Aquapro (All. A1-II) uno posizionato a 36 m, l'altro a 66 m, da due boe di spinta in materiale sintattico, da uno sganciato acustico Edge Tech e da una zavorra di ferro a perdere di circa 110 kg.

Il correntometro acustico (ADCP), oltre a misurare la direzione e la velocità della corrente nei vari strati, misura la temperatura e la pressione nel luogo in cui è posizionato. La sua accuratezza è di circa 0,5 cm/s e la risoluzione di 0,15 cm/s. Gli strumenti sono settati per misurare con 15 celle da 2 m, coprendo in questo modo 30 m di profilo ciascuno per un totale di 60 m. Il tempo di campionamento è stato impostato ogni ora.

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

Nel 2° semestre 2016 è stato condotto in estate il 2° survey post lavori di installazione. Come precedentemente i prelievi hanno interessato un'area di circa 2000x2000 m all'interno della quale sono state posizionate 20 stazioni lungo due transetti ortogonali tra di loro e aventi come punto di intersezione la piattaforma stessa (fig. 2.3). Il primo transetto (transetto A) è stato orientato da NW verso SE e il secondo (transetto B) da NE verso SW, ortogonalmente alla linea di costa. Le stazioni sono state poste a distanze crescenti dalla struttura (<5 m, 30 m, 60 m, 120 m, 250 m). Sono stati campionati anche 4 siti di controllo posizionati in modo random all'interno di aree (500x500 m) poste a circa 2000 m dalla struttura. La distanza e la posizione delle singole stazioni dal punto "Clara NW" relative all'estate 2016 e le profondità sono riportate in Tab. 2-III.



**Fig. 2.3** - Schema di campionamento utilizzato per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica nella fase di produzione di Clara NW, con il particolare dei 20 siti attorno alla piattaforma.

**Tab. 2-III** - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate nel 2° survey post lavori di installazione (estate 2016) per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica. In rosso i punti di campionamento in corrispondenza di Clara NW.

	Distanza dal sito Clara NW (m)	Posizione rispetto alla piattaforma	Coordinate geografiche	Profondità (m)
A1	250	NW	43°48'273N 14°01'266E	74,9
A2	120	NW	43°48'238N 14°01'343E	75,0
A3	60	NW	43°48'218N 14°01'355E	75,0
A4	30	NW	43°48'195N 14°01'370E	75,0
CL NW	0	NW	43°48'185N 14°01'376E	75,1
CL SE	0	SE	43°48'153N 14°01'406E	74,2
A5	30	SE	43°48'146N 14°01'414E	74,5
A6	60	SE	43°48'135N 14°01'436E	74,7
A7	120	SE	43°48'117N 14°01'468E	75,0
A8	250	SE	43°48'065N 14°01'508E	75,2
B1	250	NE	43°48'248N 14°01'540E	75,2
B2	120	NE	43°48'219N 14°01'468E	75,1
B3	60	NE	43°48'198N 14°01'454E	75,1
B4	30	NE	43°48'188N 14°01'423E	74,6
CL NE	0	NE	43°48'187N 14°01'407E	75,0
CL SW	0	SW	43°48'161N 14°01'370E	75,2
B5	30	SW	43°48'144N 14°01'366E	75,0
B6	60	SW	43°48'127N 14°01'357E	75,1
B7	120	SW	43°48'095N 14°01'339E	75,1
B8	250	SW	43°48'058N 14°01'270E	75,2
K1	2000	NW	43°48'895N 14°00'260E	75,1
K2	2000	NE	43°48'981N 14°02'550E	75,6
K3	2000	SE	43°47'261N 14°02'666E	76,0
K4	2000	SW	43°47'240N 14°00'186E	75,8

**Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti** - Tutte le stazioni sono state campionate mediante box-corer (fig. 2.4; All. A2-I).

In situ sono stati rilevati i seguenti parametri:

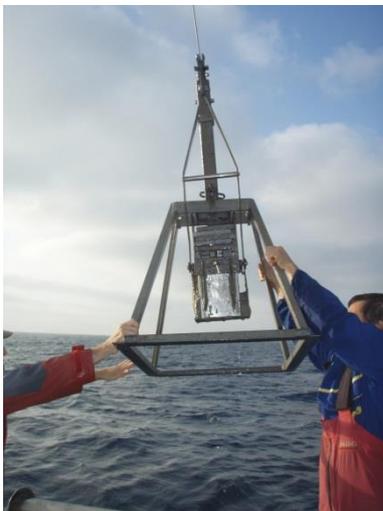
- aspetto macroscopico (colore, odore, eventuale presenza di frammenti di conchiglie, concrezioni, ecc.);
- tessitura;
- presenza di strutture sedimentarie di varia natura;

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);
- 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. 2.4** – 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. 2.5; All. A3-I). Presso ogni stazione sono state effettuate 6 repliche. I campioni sono stati lavati e setacciati con maglia da 0,5 mm (All. A3-II) e fissati in formaldeide diluita in acqua di mare al 5%.



**Fig. 2.5** – Benna Van Veen utilizzata per le indagini sulla comunità bentonica.

#### **2.1.4. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI**

Presso le stazioni di campionamento CL SE, A3, B3, A6, B6, K1, K2, K3 e K4 (fig. 2.3) sono stati prelevati mediante benna Van-Veen anche campioni di sedimento per lo svolgimento dei seguenti saggi ecotossicologici:

- *Dunaliella tertiolecta* (accrescimento);
- *Vibrio fischeri* (variazione della bioluminescenza);

- *Corophium orientale* (mortalità dopo 10 giorni);
- *Crassostrea gigas* (embriotossicità).

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

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.

#### **2.1.5. ANALISI INQUINANTI E BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA**

Nei due monitoraggi effettuati nel 2016 non sono stati rinvenuti esemplari di *Mytilus galloprovincialis* adesi sulle parti sommerse della struttura; pertanto non è stato possibile eseguire tale tipo di analisi.

#### **2.1.6. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO**

##### **2.1.6.1 Campionamenti di pesca**

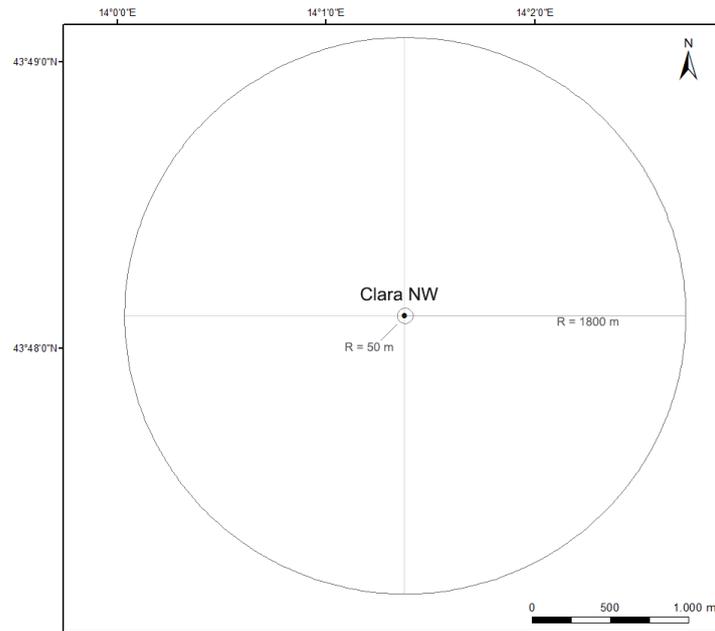
Nel 2016 sono stati condotti nove campionamenti di pesca mensili a partire da aprile. Nei primi tre mesi dell'anno non è stato possibile condurre i survey per la presenza di mezzi tecnici che stavano completando la posa della condotta sottomarina (Fabi *et al.*, 2016b).

I campionamenti di pesca sono stati effettuati sia nei pressi della piattaforma Clara NW (entro un raggio di 50 m dalla struttura), sia in due aree di controllo prive di substrati duri naturali o artificiali, situate sulla stessa batimetria della struttura e a una distanza di circa 1800 m, in modo da non essere influenzate dalla sua presenza. I campionamenti presso le due aree di controllo sono stati condotti in due dei quattro quadranti (NW, NE, SW e SE) intorno alla piattaforma, scelti in maniera casuale ad ogni campionamento (fig. 2.6).

E' stata utilizzata una rete da posta tipo "tremaglio" avente le seguenti caratteristiche: lunghezza totale 300 m; altezza 3 m; pannello interno in monofilamento di poliammide con maglie di 72 mm di apertura; pannelli esterni in monofilamento di poliammide con maglie di 400 mm di apertura (All. 4-I).

La rete veniva calata al tramonto e salpata all'alba del giorno seguente, per una permanenza in mare di circa 12 h. I campionamenti sono stati effettuati con frequenza

mensile e contemporaneamente nei tre siti, al fine di operare nelle medesime condizioni meteo-marine.



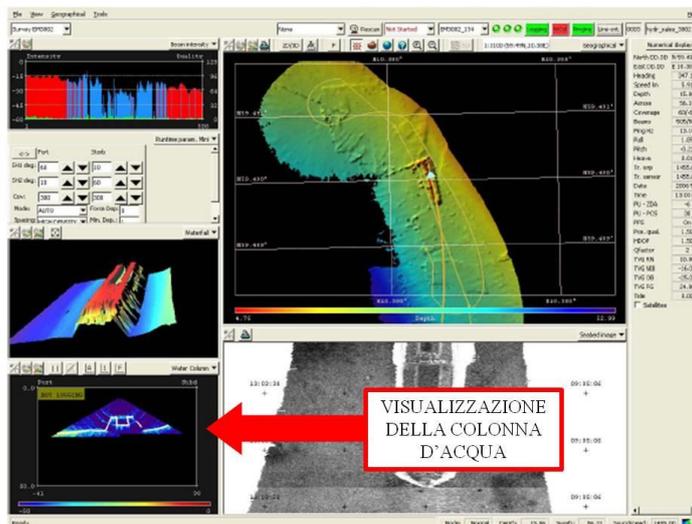
**Fig. 2.6** - Schema di campionamento per le indagini sulla comunità ittica.

#### **2.1.6.2 Investigazioni acustiche**

Le investigazioni acustiche, condotte contemporaneamente ai campionamenti di pesca, sono state eseguite con sistema multibeam echosounder (MBES; Kongsberg Simrad EM3002D; All. 4-II) installato a bordo della Tecnopesca II di proprietà del CNR-ISMAR UOS Ancona. Kongsberg Simrad EM3002D è un multibeam echosounder ad alta risoluzione che lavora alla frequenza di 300 kHz. Rispetto ai sistemi precedenti, oltre alla completa mappatura del fondale marino, è in grado di acquisire dati acustici riguardanti la colonna d'acqua (fig. 2.7) restituendo, oltre a dati geometrici e morfologici di eventuali aggregazioni di pesce o altri riflettori presenti lungo la colonna stessa, anche immagini tridimensionali.

La fig. 2.8 illustra lo schema di campionamento adottato durante i survey. La colonna d'acqua è stata insonificata tramite una griglia quadrata dimensioni pari a 1500x1500 m composta da 13 transetti, di interasse pari a 125 m circa e centrata sulla piattaforma. Negli schemi planari di campionamento dei vari mesi si evidenzia un'area circolare che individua il volume d'acqua compreso entro un raggio di 300 m dalla piattaforma in quanto, da studi effettuati (Scarcella *et al.*, 2011), si è potuto determinare che tale è l'area di influenza della struttura in ambiente naturale: la circonferenza in planimetria definisce una colonna

d'acqua cilindrica entro la quale si può apprezzare la variazione di popolazione ittica nel tempo e relazionarla all'esistenza della struttura.



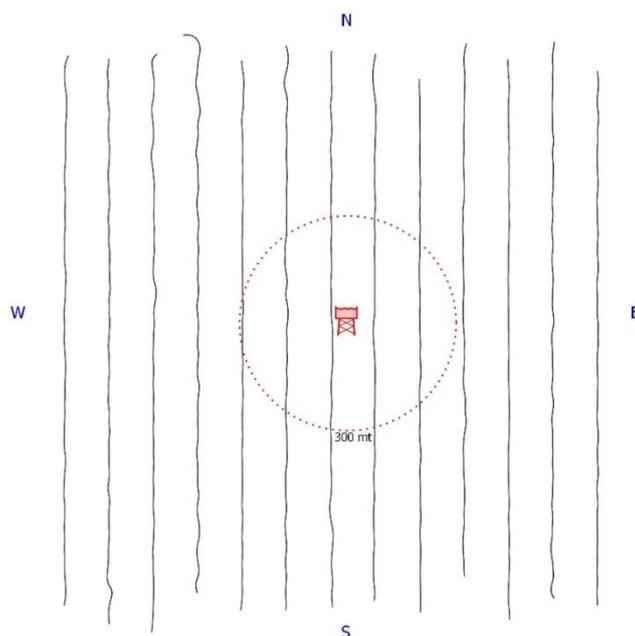
**Fig. 2.7** - Schermata di acquisizione dati del software SIS utilizzato dal sistema multibeam EM3002D. Il sistema è in grado di visualizzare e acquisire dati acustici relativi alla colonna d'acqua. (Modificato da Kongsberg, 2006).

Un totale di 508 beam acustici è stato campionato digitalmente con una risoluzione spaziale di 15 cm per ciascun ping, creando un'immagine della porzione di massa d'acqua insonificata dal trasduttore. Considerando una profondità media di circa 80 m e un angolo di apertura del cono acustico di 120° in totale, è stato possibile investigare circa 210 m di areale per ogni transetto effettuato.

Tutti i campionamenti sono stati eseguiti nello stesso arco temporale della giornata (dalle 11:00 alle 16:00 circa), con condizioni di mare da calmo a poco mosso.

### 2.1.6.3 Indagini video in prossimità della piattaforma

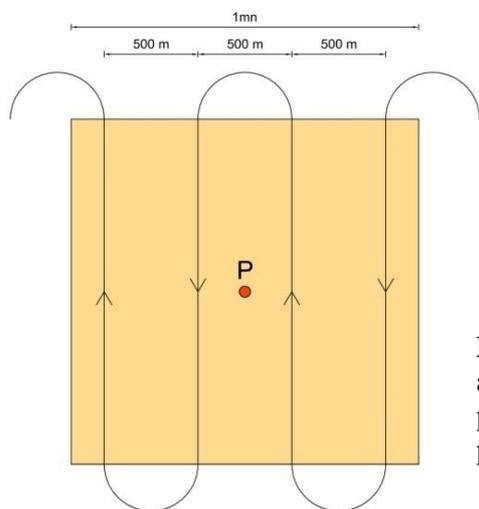
Durante i survey, ogni qualvolta lo hanno consentito le condizioni di visibilità, sono state realizzate riprese con telecamera subacquea Quasi Stellar Color (All. 4-III) che consente la visione diurna a colori del fondo in condizioni di scarsa luminosità e torbidità a grandi profondità ( $\geq 200$  m  $200$  m), con intensità di appena 2 millesimi di lux. Le registrazioni sono state effettuate immergendo la telecamera in prossimità della piattaforma a vari step di profondità, controllando contemporaneamente le registrazioni dal monitor del notebook ad essa collegato: in tal modo si sono acquisiti filmati sulle aggregazioni rilevate ed è stata individuata la quota a cui sono state riscontrate nella colonna d'acqua.



**Fig. 2.8** - Schema di campionamento adottato durante i survey. La figura non è in scala. Al centro il simbolo della piattaforma e il limite dei 300 m (in rosso).

### 2.1.7. RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI

Gli avvistamenti di cetacei attorno alla piattaforma Clara NW sono stati effettuati in un'area di circa 1 mn<sup>2</sup> avente al centro il punto Clara NW. All'interno di tale area sono stati tracciati dei transetti distanti circa 500 m l'uno dall'altro e percorsi a una velocità media di 5 nodi (fig. 2.9). Durante il survey due operatori osservavano simultaneamente l'eventuale presenza di cetacei registrandola sul quaderno di campo annotando l'ora, il numero degli esemplari, la loro posizione rispetto alla piattaforma e, ove possibile, la specie. Tali survey sono stati condotti sia nel corso delle campagne di campionamento della colonna d'acqua, dei sedimenti e delle comunità bentonica e ittica, sia durante apposite crociere. Nel periodo gennaio - dicembre 2016 sono stati effettuati 3 avvistamenti/mese, per un totale di 36 survey.



**Fig. 2.9** - Schema di campionamento adottato per gli avvistamenti dei cetacei nell'area interessata dalla presenza della piattaforma Clara NW. P = piattaforma.

## 2.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI

### 2.2.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

I campioni di acqua raccolti sono stati analizzati in laboratorio per valutare il contenuto dei sali nutritivi disciolti (nitrati, nitriti, ammonio, ortofosfati e ortosilicati), dell'ossigeno disciolto, dei solidi totali sospesi (TSM: Total Suspended Matter) e della concentrazione di pigmenti clorofilliani. Sono stati inoltre ricercati i vari inquinanti elencati nel Cap. 2.1.1.

**Ossigeno disciolto** - E' stato quantificato direttamente a bordo con metodo Winkler (1888): i campioni di acqua appena raccolti sono stati fissati con una soluzione di cloruro di manganese e una soluzione alcalina di ioduro di sodio, e conservati al buio fino alla determinazione. La titolazione è stata effettuata con tiosolfato di sodio con metodo potenziometrico ed elettrodo di platino, entro le 4 h successive, utilizzando la buretta automatica Metrohm Basic Titrino 794 (All. A1-III) e confronto con soluzione standard di iodato di potassio (Strickland e Parsons, 1972; Saggiomo *et al.*, 1990). Le analisi di ossigeno disciolto effettuate sono state utilizzate per calibrare i valori misurati dal sensore SBE 43 installato sulla sonda CTD- SBE19plusV2 per i profili in continuo.

**Sali nutritivi** - I campioni per l'analisi dei macro-nutrienti inorganici sono stati prelevati dalle bottiglie di campionamento, dopo filtrazione con filtro in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità = 0,7 µm; Ø = 47 mm), e conservati al buio ad una temperatura di -20°C fino all'analisi.

L'analisi dei nutrienti è stata eseguita tramite un analizzatore colorimetrico automatico EasyChem Plus™ della ditta Systea s.r.l. (All. A1-IV), seguendo le metodiche esposte in Grasshoff *et al.* (1999), in particolare:

- azoto da ammoniaca N-NH<sub>3</sub>: il metodo prevede che l'ammoniaca reagisca in ambiente alcalino con fenolo e ipoclorito per formare blu di indofenolo letto a 660 nm;
- azoto da nitriti N-NO<sub>2</sub>: lo ione nitrito è fatto reagire in ambiente acido con sulfanilamide e naftiletildiamina per formare un composto diazoico di colore rosso. L'assorbanza del prodotto di reazione è misurata a 540 nm;
- azoto da nitrati N-NO<sub>3</sub>: il metodo si basa sulla loro riduzione a nitriti e sul successivo dosaggio dei nitriti totali utilizzando la metodica sopra esposta. La riduzione viene effettuata facendo passare il campione attraverso una colonna di cadmio fornita dalla ditta Systea s.r.l.;
- ortofosfati P-PO<sub>4</sub>: il campione viene trattato con ammonio molibdato in ambiente acido; il complesso che ne risulta viene ridotto con acido ascorbico a blu di

molibdeno. Si misura l'intensità della colorazione così prodotta a 880 nm;

- ortosilicati Si-SiO<sub>4</sub>: il metodo automatico prevede la misurazione fotometrica del prodotto di riduzione (blu di molibdeno) che si forma in presenza di acido ascorbico, quando lo ione silicio reagisce con ammonio molibdato in ambiente acido. Il complesso è letto a 880 nm; l'acido ossalico viene addizionato allo scopo di eliminare le interferenze dei fosfati.

Per ogni parametro i limiti di rilevabilità (IRSA-CNR, 1994) sono:

- N-NH<sub>3</sub>: 0,05 µM;
- N-NO<sub>2</sub>: 0,01 µM;
- N-NO<sub>3</sub>: 0,10 µM;
- P-PO<sub>4</sub>: 0,01 µM;
- Si-SiO<sub>4</sub>: 0,02 µM.

**Pigmenti clorofilliani** - I campioni per la determinazione delle diverse clorofille sono stati prelevati mediante bottiglie idrologiche e filtrati a bordo, immediatamente dopo il prelievo, su filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità = 0,7 µm; Ø = 47 mm), e opportunamente conservati in freezer a -20°C fino al momento dell'analisi. La filtrazione è stata effettuata per aspirazione, con la minore depressione possibile per evitare la rottura delle cellule, in ogni caso minore di 200 mm Hg<sup>-1</sup>.

Le analisi delle clorofille *a*, *b* e *c* sono state effettuate secondo il metodo Vidussi *et al.* (1996) mediante HPLC (High Performance Liquid Chromatography; All. A1-V) HP 1090 dotato di detector DAD (photodiode array detector), utilizzando una colonna *Synergy-Hydro Reversed-phase* (150 mm x 3 cm x 4 µm). I dati sono stati acquisiti tramite integratore HP 3396 series II. L'estratto è stato iniettato attraverso un loop di 200 µl e l'eluizione ha previsto un flusso pari a 0,8 ml/min con un gradiente binario lineare fra il solvente A (metanolo:ammonio acetato 0.5 N, 70:30 v:v) e il solvente B (metanolo puro), avente il seguente programma (minuti, %A, %B): 0, 75, 25 - 1, 50,50 - 15, 0, 100 - 18,5, 0, 100 - 19, 75, 25. L'identificazione dei pigmenti è stata effettuata per confronto con standard esterni (DHI Laboratories) settando la lunghezza d'onda per la lettura a 440 nm. I valori di clorofilla sono stati utilizzati per calibrare i dati del sensore di fluorimetria Turner Cyclops-7 installato sulla sonda CTD- SBE19plusV2 per i profili in continuo.

**TSM (solidi sospesi totali)** - Il carico solido totale è stato determinato con la seguente procedura: i campioni prelevati mediante bottiglie idrologiche sono stati filtrati *in situ* su filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità = 0.7 µm; Ø = 47 mm), pesati a freddo con

bilancia analitica Mettler 0,01 mg (All. A1-V) e riposti in singoli portafiltri numerati. La filtrazione è stata effettuata per aspirazione, con la minore depressione possibile per evitare la rottura delle cellule, in ogni caso minore di 200 mm Hg<sup>-1</sup>. Per eliminare i residui salini il filtro è stato risciacquato nella fase finale della filtrazione del campione per 3 volte con acqua Milli-Q. Al termine della filtrazione i filtri sono stati conservati a -20°C in essiccatore fino al momento dell'analisi. La determinazione in laboratorio del peso secco totale è avvenuta per via gravimetrica, dopo essiccazione a 50-60°C per 4 ore, secondo le indicazioni riportate da Strickland and Parsons (1972). Il peso dei singoli filtri combustibili è stato sottratto al peso del filtro corrispondente su cui è stato filtrato il campione. Le concentrazioni di TSM (total suspended matter) sono state espresse in mg/l. I valori di TSM sono stati utilizzati per calibrare i dati del sensore di torbidità Turner Cyclops-7 installato sulla sonda CTD- SBE19plusV2 per i profili in continuo.

Per la misura di inquinanti lungo la colonna d'acqua sono state utilizzate le metodiche elencate in Tab. 2-IV.

**Metalli pesanti** - Eccetto il silicio, per tutti gli altri metalli stata adottata la tecnica della spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente, indicata con la sigla ICP-MS. Tale tecnica sfrutta l'utilizzo di una torcia al plasma ICP per produrre la ionizzazione del campione e uno spettrometro di massa separa e rileva gli ioni prodotti.

Si è proceduto con l'agitazione del campione e il trasferimento di 100 ml in una beuta da 125 ml; dopo l'aggiunta di 5 ml di acido nitrico, la beuta è stata riscaldata su una piastra e il campione è stato fatto evaporare fino al raggiungimento di un volume di 10-20 ml. Completata la mineralizzazione, alla soluzione sono state aggiunte due successive aliquote di 5 ml di acqua. Una volta raffreddato, il campione è stato portato a volume con acqua per la successiva introduzione nello strumento di analisi. Lo strumento usato è uno spettrometro di massa con sorgente al plasma ICP-MS 7500ce, con cella di collisione Shield Torch e sistema ISIS, Agilent Technologies, dotato di autocampionatore ASX520, Cetac (All. A1-VI).

Per la valutazione del silicio la base del metodo consiste nella misura delle intensità delle radiazioni elettromagnetiche emesse dagli atomi/ioni eccitati delle specie presenti nel campione, mediante tecniche spettrometriche con sorgente al plasma (ICP-OES). Il campione è trasportato nel plasma, dove, in seguito a fenomeni di eccitazione, avviene la produzione dello spettro di emissione composto dalle righe caratteristiche degli elementi presenti. Tali righe, dopo essere state separate mediante un sistema di dispersione, vengono inviate su un rivelatore (fotomoltiplicatore o a stato solido) che produce un segnale

elettrico di intensità proporzionale all'intensità delle righe di emissione. Le intensità di emissione vengono rilevate, simultaneamente o in sequenza, e la concentrazione di analita presente nel campione viene determinata per confronto con una soluzione di riferimento a concentrazione nota.

Per la misurazione del silicio è stato utilizzato uno spettrometro simultaneo ad emissione atomica con plasma ad accoppiamento indotto ICP-AES Vista-MPX dotato di autocampionatore SPS-3, Varian (All. A1-VII).

**Tab. 2-IV** - Elenco degli inquinanti analizzati lungo la colonna d'acqua e metodi di analisi utilizzati.

METALLI			
	unità di misura	limite rilevabilità	metodo
Alluminio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Arsenico	µg/L	0,1	EPA 6020A
Bario	µg/L	0,1	EPA 6020A
Cadmio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Cromo	µg/L	0,1	EPA 6020A
Ferro	µg/L	5	EPA 6020A
Mercurio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Nichel	µg/L	0,1	EPA 6020A
Piombo	µg/L	0,1	EPA 6020A
Rame	µg/L	0,1	EPA 6020A
Vanadio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Zinco	µg/L	0,1	EPA 6020A
Indio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Silice	mg/L	0,01	EPA 200.7
<b>SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (BTEX)</b>			
Benzene	µg/L	0,1	EPA 5030C + EPA 8260C
Etilbenzene	µg/L	1	EPA 5030C + EPA 8260C
Stirene	µg/L	1	EPA 5030C + EPA 8260C
Toluene	µg/L	1	EPA 5030C + EPA 8260C
Xilene	µg/L	1	EPA 5030C + EPA 8260C
<b>ALTRE SOSTANZE</b>			
Idrocarburi totali (n-esano)	µg/L	30	EPA 5021A + EPA 3510C + 8015D
Etilenglicole	mg/L	10	M.U. 1367:99
Idrocarburi policiclici aromatici	µg/L	0,01-0,1	EPA 3510C + EPA 8310
Idrocarburi alifatici	µg/L	1	EPA 3510C + EPA 8270D

*EPA METHOD 6020A, 2007 - Inductively coupled plasma-mass spectrometry.*

*EPA METHOD 200.7, 2001 - Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.*

*EPA METHOD 5030C, 2003 - Purge-and-trap for aqueous samples.*

*EPA METHOD 8260C, 2006 - Volatile organic compounds by gaschromatography/ mass spectrometry (gc/ms).*

*EPA METHOD 5021A, 2003 - Equilibrium headspace.*

*EPA METHOD 3510C, 1996 - Separatory funnel liquid-liquid extraction.*

*EPA METHOS 8015D, 2003 - Nonhalogenated organics using gc/fid.*

*EPA METHOD 8310, 1986 - Polynuclear aromatic hydrocarbons.*

*EPA METHOD 8270D, 2007 - Semivolatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (gc/ms).*

*M.U. 1367:99 - Metodi Unichim, Qualità dell'acqua: determinazione di glicoli: etilenico, dietilenico, propilenico, dipropilenico e trietilenico - Metodo gascromatografico.*

**Solventi organici aromatici (BTEX)** - La determinazione è stata effettuata mediante gascromatografia accoppiata a spazio di testa dinamico ("Purge & trap"). Soltanto i

composti scarsamente solubili in acqua, relativamente volatili, tendono ad occupare lo spazio di testa e quindi possono essere trasferiti nel gascromatografo; in tal modo è possibile minimizzare eventuali interferenze e/o contaminazioni della colonna gascromatografica e del rivelatore.

Il metodo prevede l'estrazione dalla matrice acquosa delle sostanze organiche volatili, con bassa solubilità in acqua, mediante il gorgogliamento di un gas inerte (elio) direttamente nelle vials di campionamento (40 ml). I composti così estratti vengono intrappolati in apposito materiale adsorbente. Terminata l'estrazione, la trappola viene riscaldata e gli analiti sono trascinati dal flusso del gas all'interno del gas cromatografo equipaggiato con rivelatore a massa.

Lo strumento utilizzato per la determinazione dei BTEX è uno spettrometro di massa quadrupolare HEWLETT-PACKARD GC/MS 5973 Network, munito di 1 autocampionatore a 51 posizioni per spazio di testa 4552 Purge & Trap e sistema di Purge & Trap Eclipse 4660 O.I. Analytical (All. A1-VIII).

**Idrocarburi totali** - Questo parametro relativamente alle acque è da intendersi come somma delle due seguenti classi:

- a) i composti che, dopo i processi di estrazione e purificazione, sono rivelati mediante GC-FID, su colonna capillare non polare con tempi di ritenzione compresi tra quelli del n-decano (C<sub>10</sub> H<sub>22</sub>) e del n-tetracontano (C<sub>40</sub> H<sub>82</sub>) (frazione estraibile).
- b) i singoli idrocarburi, determinati mediante spazio di testa e analisi in gascromatografia con rivelatore FID, compresi tra il n-pentano (C<sub>5</sub> H<sub>12</sub>) e in n-decano (C<sub>10</sub> H<sub>12</sub>) inclusi (frazione volatile).

*Analisi frazione volatile:* Il metodo è applicabile a una vasta gamma di composti organici che hanno una volatilità sufficientemente elevata da essere efficacemente rimossi dal campione, mediante la procedura di equilibrio in spazio di testa.

In laboratorio, parte del campione d'acqua è stato trasferito in una vial per spazio di testa. All'interno della vial è stato inoltre aggiunto un modificatore di matrice e il relativo standard interno; successivamente, la vial chiusa e ben mescolata è stata posizionata nell'autocampionatore e mantenuta a temperatura ambiente. Il modificatore di matrice ha lo scopo di ben separare i composti volatili all'interno dello spazio di testa. Circa 1 ora prima dell'analisi, le singole fiale sono state riscaldate e miscelate per vibrazione meccanica.

L'autocampionatore ha quindi pressurizzato le vials con gas elio il quale ha spinto la miscela gassosa, formatasi nello spazio di testa attraverso una linea di trasferimento riscaldata, nella colonna GC. Le analisi sono eseguite utilizzando un GC con rivelatore a

fiamma (FID).

*Analisi frazione estraibile:* In un cilindro graduato è stato misurato 1 l di campione che è stato travasato dal cilindro nell'imbuto separatore. Tale imbuto è stato agitato energicamente per circa 2', con sfiato periodico per scaricare la pressione in eccesso. Lo strato organico è stato lasciato separato dalla fase acquosa per un minimo di 10' e si è ripetuta l'estrazione per altre due volte con porzioni fresche di solvente; al termine di tali operazioni i tre estratti di solvente sono stati uniti. L'essiccazione del campione dell'estratto è avvenuta tramite passaggio dello stesso su colonna di vetro, riempita con 20 g di sodio solfato anidro. Successivamente è stata eseguita la concentrazione in evaporatore rotante per effettuare il cambio del solvente per la successiva analisi cromatografica condotta mediante l'impiego di gascromatografo con rivelatore a fiamma (FID) con colonna capillare.

Gli idrocarburi totali sono stati determinati con un gascromatografo GC 8000 FISIONS INST. con colonna capillare e rivelatore F.I.D., munito di autocampione per spazio di testa statico a 50 posizioni (All. A1-IX).

**Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e Idrocarburi Alifatici (IA)** - I campioni di acqua sono stati preparati utilizzando la stessa metodica di laboratorio appena descritta per l'analisi della frazione estraibile degli Idrocarburi totali sino all'essiccazione del campione dell'estratto tramite passaggio dello stesso su colonna di vetro, riempita con 20 g di sodio solfato anidro. Successivamente, per IPA e IA è stata eseguita la concentrazione in evaporatore rotante per effettuare il cambio del solvente (acetone e isoottano rispettivamente per analisi di IPA e IA) per la successiva analisi cromatografica.

Nel caso degli **IPA**, la concentrazione di 16 IPA (priority pollutants per la USEPA) (Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, Dibenzo(a,h)Antracene, Benzo(g,h,i)Perilene, Indenopirene) è stata determinata con cromatografo liquido ad alte prestazioni HPLC PE 200, accoppiato a un rivelatore a fluorescenza programmabile serie 200A. La colonna utilizzata è una Supelcosil LC-PAH (L = 150 mm  $\phi$  = 3 cm, 5 micron) a fase inversa (All. A1-X). L'eluizione è avvenuta in gradiente ed è stata eseguita con acetone-acqua come fase mobile ad un flusso di 0,8 ml/min. La colonna è stata termostata a 40°C. Un programma di lunghezza d'onda variabile è stato sviluppato per consentire il rilevamento ottimale di tutti i composti. L'identificazione e la quantificazione dei composti si basa sul confronto con i tempi di ritenzione e sulla misurazione dell'area dei picchi di standard di riferimento esterni. Il

limite di rilevabilità è compreso tra 0,01 e 0,1 µg/l. Campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura. Recupero e precisione sono stati validati con campioni di riferimento certificati. La metodica è stata ulteriormente verificata tramite periodica attività di intercalibrazione internazionale.

Gli **IA** sono analizzati mediante gascromatografia capillare con gascromatografo Agilent 7820A accoppiato a rivelatore di massa sistema MSD Agilent 7820A accoppiato a rivelatore di massa sistema MSD Agilent Serie 5977A con autocampionatore a 50 posizioni (All. A1-XI).

L'identificazione degli **IA** si basa sul confronto con il tempo di ritenzione di soluzioni standard e la quantificazione è stata determinata dalle curve di taratura per ciascun composto analizzando cinque standard esterni. I limiti di rilevazione sono stati misurati con il metodo della curva di calibrazione e campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura. Recupero del campione e precisione sono stati validati con campioni di riferimento certificati. La metodica è stata ulteriormente verificata tramite periodica attività di intercalibrazione internazionale.

**Glicole etilenico** - È stato misurato nei campioni di acqua mediante tecnica gas cromatografica utilizzando il rilevamento a ionizzazione di fiamma (FID). L'analisi in campioni d'acqua di mare non prevede la preparazione del campione, che è stato pertanto iniettato direttamente nello strumento previo prelievo di aliquota tarata.

Analogamente agli idrocarburi totali, l'etilenglicole è stato determinato con un gascromatografo GC 8000 FISOONS INST. con colonna capillare e rivelatore F.I.D., munito di autocampione per spazio di testa statico a 50 posizioni (All. A1-IX).

I dati raccolti sono stati restituiti in forma grafica in modo da descrivere l'andamento dei parametri lungo la colonna d'acqua, lungo transetti e spazialmente utilizzando appositi software.

Per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati registrati e raccolti tramite le sonde CTD è stato utilizzato un software fornito dalla casa produttrice seguendo le norme suggerite dall'UNESCO (UNESCO, 1988) e riportate sul manuale "Handbook of method protocols" (Artegiani, 1996); le grandezze derivate, come salinità e anomalie della densità, sono state calcolate secondo gli algoritmi dell'UNESCO (UNESCO, 1983).

Per le varie elaborazioni grafiche sono stati utilizzati il software Grapher™ Vers. 11.3. della Golden Software, Inc., e il software Ocean Data View © Vers: 4.7.7 (Schlitzer, 2016).

### 2.2.2. 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. A2-II). Successivamente sono stati posti in contenitori di alluminio e introdotti in stufa (All. A2-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. A2-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. A2-V) per terreni secondo il metodo di Casagrande basato su due proprietà: a) 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; in seguito, l'analisi è stata compiuta su un'aliquota di circa 20 g (peso umido), mentre una seconda aliquota è stata utilizzata per la determinazione del peso secco.

La determinazione degli IPA è stata effettuata mediante gas cromatografia utilizzando un Gas cromatografo doppia colonna (All. A2-VI). I componenti della miscela (IPA), separati tra loro, sono stati rilevati con la tecnica FID (rilevatore ionizzazione di fiamma), che consente di valutare i tempi di ritenzione e l'ampiezza dei picchi relativi. Il limite di rilevabilità dello strumento è 0,2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

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, Benz(a)Antracene, Crisene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, DiBenzo(a,h)Antracene, Fluorene, Benzo(g,h,i)Perilene, Indeno(1,2,3,c,d)Pirene. Le rette di calibrazione sono state preparate con la tecnica della standardizzazione esterna utilizzando come IPA di riferimento il Perilene, che permette anche di normalizzare le aree dei picchi dei singoli componenti la miscela e di confrontarle tra loro ai fini della quantizzazione.

**Idrocarburi totali** - Per gli idrocarburi leggeri ( $C < 12$ ) sono stati seguiti i metodi EPA 5021A (2003a) e EPA 8015D (2003b). 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. 2-VI).

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

**Metalli pesanti** - Sono stati analizzati i seguenti elementi, espressi in percentuale o mg/kg di sostanza secca: alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio e zinco.

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

Al termine della mineralizzazione i campioni sono stati filtrati e portati a un volume finale di 25 ml utilizzando acqua ultrapura. Gli acidi impiegati sono tutti rigorosamente ultrapuri. L'analisi per la determinazione del **mercurio** è stata condotta mediante tecnica AAS previa decomposizione termica ed amalgamazione (DMA-80 Analizzatore Diretto del Mercurio FKV; All. A2-VII) seguendo la metodica EPA 7473 (2007a). 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 fornello di grafite (Varian SpectrAA-240Z. All. A2-VIII), secondo la procedura EPA 7010 (2007b).

Le concentrazioni di **alluminio**, **bario**, **cromo**, **nicel**, **rame**, **silicio**, **ferro**, **vanadio** e **zinco** sono state ottenute mediante tecnica ICP-AES (Varian ICP-720ES; All. A2-IX) seguendo la metodica EPA 6010C (2007c).

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. A2-X) previa mineralizzazione acida impiegando un sistema "Digiprep" specifico per l'introduzione di campioni nell'ICP MS. Sono stati utilizzati circa 0,5 g di sostanza secca, mineralizzati con 10 ml di Acido Nitrico e portati a un volume finale di 50 ml utilizzando acqua Millipore.

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

I recuperi percentuali ottenuti rispetto ai valori certificati dei suddetti materiali sono riportati in Tab. 2-V.

**Tab. 2-V** - Recuperi percentuali ottenuti sui materiali certificati LGC 6137, tranne il mercurio per il quale è stato usato MESS-3.

Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	In	Ni	Pb	V	Si	V	Zn
125	96	130	76	107	97	98	101	93	97	95	83	n.d.	107	95

Tutti i parametri strumentali sono stati inoltre ottimizzati tramite una risposta tipica strumentale conforme a quella fornita dalla casa costruttrice.

I limiti di rilevabilità strumentale e della metodica per i metalli determinati, relativamente alla strumentazione impiegata, sono riportati in Tab 2-VI.

**Tab. 2-VI** - Limiti di rilevabilità strumentali (D.L.) e della metodica (M.D.L.) dei metalli determinati.

	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	In	Ni	Pb	V	Si	V	Zn
DL	1 µg/l	0,22 µg/l	0,15 µg/l	0,009 µg/l	0,9 µg/l	1,0 µg/l	0,8 µg/l	0,02 ng	0,2 µg/l	1,4 µg/l	0,2 µg/l	2,5 µg/l	0,7 µg/l	0,5 µg/l	1,4 µg/l
MDL	0,03 %	0,3 mg/kg	1,20 mg/kg	0,01 mg/kg	1,20 mg/kg	1,20 mg/kg	0,03 %	0,005 mg/kg	0,1 mg/kg	1,20 mg/kg	0,3 mg/kg	5 mg/kg	1,20 mg/kg	1,20 mg/kg	1,20 mg/kg

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

### 2.2.3. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

#### 2.2.3.1 *Dunaliella tertiolecta*

Il saggio di crescita algale con la cloroficea *Dunaliella tertiolecta* è stato eseguito secondo le indicazioni riportate nella linea guida ASTM E1218-04 (2004a). Il saggio consiste nell'esposizione di una quantità definita di clone algale in condizioni di crescita esponenziale a diverse diluizioni di campione (nella fattispecie elutriato) e al controllo negativo costituito da sola acqua marina artificiale. Prima dell'inoculo del clone algale, tutti i trattamenti, compreso il controllo, sono stati arricchiti con macro- e micronutrienti secondo le specifiche riportate in USEPA (1995).

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 (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 USEPA, 1991), 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%)  $\leq 15\%$ .

### 2.2.3.2 *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-VII.

**Tab. 2-VII** - 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

### 2.2.3.3 *Corophium orientale*

Il saggio effettuato con esemplari di *Corophium orientale* è stato allestito secondo il protocollo ISO 16712:2005(E) (2005). 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:  $36 \pm 2\text{‰}$
- illuminazione: continua
- $\text{O}_2$  disciolto nell'acqua sovrastante il sedimento:  $>60\%$ .

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

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

Elaborazione dei dati - Il saggio biologico è considerato valido quando la mortalità media all'interno del sedimento di controllo è  $\leq 15\%$  e quando la mortalità nella singola replica per l'intero periodo di esposizione è  $\leq 20\%$ . Sia nei campioni da testare che nel sedimento di controllo sono state calcolate le percentuali medie ( $\pm$  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-VIII.

**Tab. 2-VIII** – 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

#### 2.2.3.4 *Crassostrea gigas*

Il test di embriotossicità con *C. gigas* è stato eseguito in accordo con la linea guida standard ASTM E724-98 (2004b). 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 (2004b).

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  $\mu\text{l/l}$ ). 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  $EC_{50}$ , 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  $EC_{50}$  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-IX.

**Tab. 2-IX** - 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
$50 < S \leq TL$	Bassa		
$1 \leq TU < 2$	Media	Semiscala delle T.U.	$S \leq 50$
$2 \leq TU < 4$	Alta		
$TU \geq 4$	Molto alta		

Dove:

$$S = \frac{(\text{Sopravvissuti campione})}{(\text{Sopravvissuti controllo})} \cdot 100$$

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

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

Procedimento del test - Il test di bioaccumulo è stato eseguito secondo i protocolli ASTM E1688-97a (1998; reapproved 2007) ed EPA/600/R-93/183 (1993).

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.

**Cb** - concentrazione del metallo nei tessuti degli organismi prima (bianco) della loro esposizione ai sedimenti testati;

**Ce** - 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  $\geq 20\%$ .

#### 2.2.4. 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. A3-III e A3-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. A3-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):  $gr/0,095 \text{ m}^2$

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

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

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

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

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

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

Le affinità biocenotiche o le preferenze ecologiche (Pérès e Picard, 1964; Bellan Santini e Ledoyer, 1972; Amouroux, 1974; Bourcier *et al.*, 1979; Bellan *et al.*, 1980; Nodot *et al.*, 1984; Salen-Picard, 1985; Augier, 1992; Bianchi *et al.*, 1993; Poppe e Goto, 1991; 1993; Rinelli e Spanò, 1997; Chimenz Gusso *et al.*, 2001) sono state ricercate per tutti i taxa determinati a livello di specie.

Con i dati di densità delle singole specie censite ad ogni monitoraggio sono state calcolate le curve di dominanza cumulativa. Per ricercare eventuali somiglianze tra le stazioni campionate e analizzare l’evoluzione temporale delle comunità, con i dati di densità raccolti sin dal pre-survey è stata effettuata un’analisi statistica multivariata (MDS) previa

trasformazione in  $\sqrt{2}$  utilizzando il pacchetto software PRIMER (Clarke e Warwick, 2001). Infine, per valutare lo stato ecologico dell'area nei vari campionamenti, 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). Tutti i tre indici utilizzati per questo scopo sono stati applicati quasi esclusivamente in aree marine costiere. Tuttavia, sono già stati utilizzati nell'ambito offshore in diversi casi (Fabi *et al.*, 2013; 2015a; 2017a; 2017b; 2017c; 2017d; Spagnolo *et al.*, 2014) fornendo utili indicazioni sull'eventuale impatto causato dalle piattaforme estrattive offshore.

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. Al contrario, nelle comunità disturbate, viene favorita la presenza di specie con "strategia di tipo r", dette anche opportuniste, caratterizzate da un ciclo vitale breve e piccola taglia corporea, che generalmente risultano dominanti numericamente (Pianka, 1970).

L'indice si basa sulla seguente formula:

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

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

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

**Tab. 2-X** - 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 marzo 2012) sono identificati soprattutto in base alla loro sensibilità ad arricchimenti organici:

gruppo I: Specie molto sensibili ad arricchimento organico e presenti solo in condizioni ambientali ottimali. Tale gruppo include i carnivori specialisti e alcuni policheti tubicoli detritivori.

gruppo II: Specie indifferenti all'arricchimento organico, sempre presenti in basse densità senza particolari variazioni nel tempo. Esse includono sospensivori, alcuni carnivori poco selettivi e scavatori.

gruppo III: Specie tolleranti a un eccessivo arricchimento organico nei sedimenti. Queste specie possono essere presenti in condizioni normali, ma le loro popolazioni sono stimolate da un aumento di sostanza organica. Si tratta prevalentemente di detritivori superficiali.

gruppo IV: Specie opportuniste di secondo ordine; principalmente piccoli policheti detritivori sub-superficiali, come i cirratulidi.

gruppo V: Specie opportuniste di primo ordine; sono detritivori che proliferano in sedimenti poco ossigenati e ridotti.

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

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-XI** - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice AMBI (Borja *et al.*, 2000).

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

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-XII. In Tab. 2-XIII 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-XII** - 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-XIII** - 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

## 2.2.5. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

### 2.2.5.1 Campionamenti di pesca

Tutti gli individui delle specie presenti nelle catture sono stati portati in laboratorio e determinati dal punto di vista sistematico secondo Whitehead *et al.* (1986) per le specie ittiche e Fisher *et al.* (1987) per i crostacei e i molluschi. Inoltre, su ciascun esemplare sono stati rilevati i seguenti parametri morfometrici:

- lunghezza totale (pesci; al ½ cm inferiore);
- lunghezza del mantello (molluschi cefalopodi; al ½ cm inferiore);
- lunghezza del carapace (crostacei; al mm inferiore);
- peso fresco (al g inferiore).

Per *Sardina pilchardus* e *Engraulis encrasicolus* sono stati rilevati solo il numero e il peso complessivo.

Le varie specie ittiche catturate sono state suddivise in pelagiche (P), necto-bentoniche (NB) e bentoniche (B). Inoltre, per comprendere meglio l'influenza della piattaforma Elettra sulla fauna originaria, ciascuna specie è stata definita come “attratta” (AT), “parzialmente attratta” (PA) o “non attratta” (NA) in base alla sua affinità con i substrati duri, naturali o artificiali (Bombace *et al.*, 1994). Le specie definite “attratte” hanno un habitat limitato e sono strettamente dipendenti dai substrati duri. Esse utilizzano tali substrati, naturali o artificiali, per rifugiarsi e, probabilmente, “pascolano” su di essi o nelle loro immediate vicinanze. Quelle definite “parzialmente attratte” sono generalmente specie mobili, che possono essere temporaneamente attratte dai fondi duri, ma si possono osservare anche in aree prive di tali substrati. Le specie “non attratte” invece non hanno alcun rapporto con la piattaforma e, di norma, sono reperibili sul fondale originario.

Poiché la permanenza in mare dell'attrezzo variava nelle diverse stagioni e a volte la rete poteva subire dei danni a causa delle cattive condizioni meteo-marine, i dati di cattura delle singole specie sono stati standardizzati come numero e peso di individui pescati con 500 m di rete e 12 h.

Per le tre zone (piattaforma e 2 controlli) sono state calcolate sia la Ricchezza specifica totale ( $S_{tot}$ ), intesa come numero totale di specie rilevato in tutto il periodo di survey, sia la Ricchezza specifica totale media ( $S_{totm}$ ). E' stata inoltre calcolata la Ricchezza specifica media stagionale ( $S_{mstag}$ ).

L'indice di Shannon-Weaver ( $H'$ ), per la cui definizione si rimanda al capitolo precedente, è stato applicato anch'esso ai dati relativi ad ogni singolo campionamento in tutti i tre siti

per determinare sia il valore totale medio ( $H'_{\text{totm}}$ ), sia le medie stagionali ( $H'_{\text{mstag}}$ ).

I rendimenti di pesca sono stati calcolati sia in termini numerici (n. ind/500m/12h) che ponderali (kg/500m/12h) sull'intero periodo e stagionalmente.

Per confrontare i risultati ottenuti per i suddetti indici e per i dati di cattura in numero e peso dei principali gruppi di specie è stato effettuato un confronto statistico tra la piattaforma e i siti di controllo utilizzando un'analisi della varianza a una via bilanciata a fattori fissi (Lindman, 1992). Prima di svolgere l'analisi statistica, sono stati applicati i test di Kolmogorov-Smirnov e Bartlett per verificare rispettivamente la distribuzione normale dei dati e l'omogeneità delle varianze. Al fine di ridurre l'influenza dei valori di cattura elevati ma saltuari in numero e in peso è stata testata e applicata la trasformazione logaritmica [ $\log_{10}(x)+1$ ]. Quando anche questa trasformazione non è risultata sufficiente al rispetto delle precedenti ipotesi, il confronto statistico è stato effettuato tramite il test non parametrico di Kruskal-Wallis (Zar, 1984).

Quando i test ANOVA o Kruskal-Wallis sono risultati significativi, i confronti multipli tra i vari livelli del fattore studiato sono stati calcolati utilizzando rispettivamente il test HSD di Tukey o il *comparative non parametric test* (Zar, 1984).

Al fine di comparare l'intero *fish assemblage* rinvenuto nelle tre aree monitorate è stata effettuata un'analisi multivariata su permutazioni a due vie (PERMANOVA; Anderson 2001), per testare l'ipotesi nulla di nessuna differenza tra le catture dei tre siti. Questa analisi è basata su una matrice di dissimilarità di Bray-Curtis, calcolata sui dati di abbondanza di ciascuna specie trasformati per radice quarta. Quando il test precedente è risultato significativo, i confronti multipli tra i vari livelli del fattore studiato sono stati calcolati utilizzando il *pairwise test*.

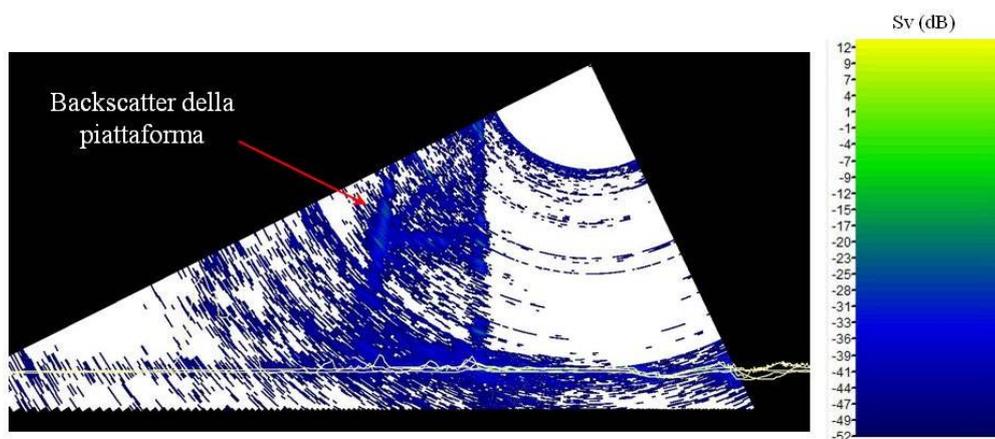
La *Principal Coordinate analysis* (PCO; Anderson 2001), calcolata sulla base della matrice di Bray-Curtis utilizzata nella precedente analisi, è stata applicata come metodo di ordinamento per visualizzare le differenze nel popolamento dei tre siti. Su questa rappresentazione sono stati sovrapposti i vettori di correlazione delle 10 specie che influenzano maggiormente la distribuzione dei vari punti.

#### **2.2.5.2 Investigazioni acustiche**

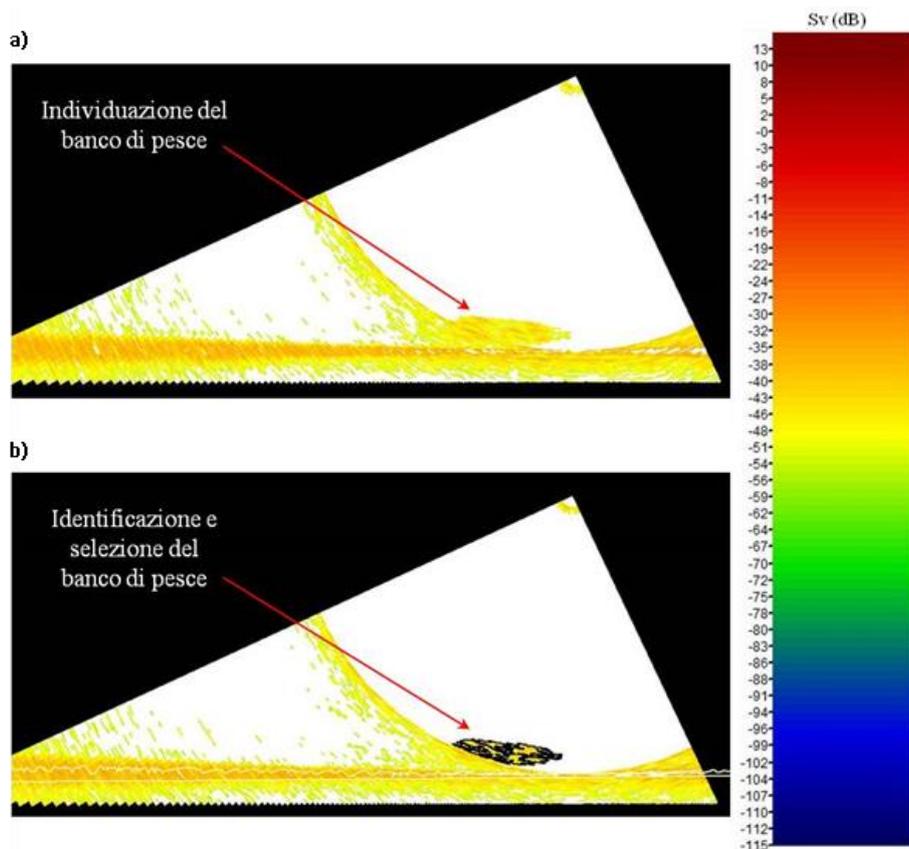
L'elaborazione dei dati inerenti la colonna d'acqua, rilevati tramite MBES, è stata eseguita con il software Echoview (Myriax, Tasmania), il quale dalla elaborazione dei *raw data* riproduce le informazioni come immagini bi- o tridimensionali dei banchi di pesce acquisiti.

Dopo la conversione dei *raw data*, è stato eseguito lo *screening* dettagliato degli ecogrammi bidimensionali relativi a ciascun transetto. Una volta individuata una possibile aggregazione di pesce (*target*), sono stati selezionati i ping contenenti l'aggregazione creando un sottoinsieme dell'ecogramma. In presenza di rumore di fondo ben distinguibile dal target, è stata applicata una pulizia del dato utilizzando la procedura di mascheramento di Echoview. D'altra parte, nel caso di intenso e diffuso rumore di fondo dovuto alla presenza di strutture e/o oggetti in grado di creare un forte *backscatter* e *scattering* dell'impulso acustico, non è stato possibile individuare alcun banco di pesce per l'alto livello di mascheramento. Questo avviene per esempio in prossimità della piattaforma stessa (fig. 2.10) la cui base, costituita da pali che si estendono verticalmente lungo tutta la colonna d'acqua, crea un intenso *backscatter* oltre al fenomeno di *scattering* omnidirezionale.

Inoltre, gli impulsi che penetrano negli spazi tra i pali della piattaforma possono venire riflessi più volte prima di tornare ai trasduttori o perdersi nell'ambiente circostante. Per tale motivo solo quei target chiaramente distinguibili dall'intenso rumore di fondo sono stati presi in considerazione. Una volta individuato, il banco di pesce è stato identificato e selezionato tramite la procedura *target detection* utilizzando l'algoritmo *cruise-scanning* per piattaforme (tipo imbarcazioni) in movimento (fig. 2.11). Visto che il sistema EM3002D non è calibrato per l'identificazione di particolari specie ittiche, si è considerato un *target strength* medio di -40 dB, funzione delle lunghezze degli individui catturati durante i campionamenti di pesca nell'area oggetto di studio e funzione della frequenza del MBES EM3002D. Questa procedura, oltre a fornire l'immagine tridimensionale del target, permette di estrarne sia le informazioni metriche che le variabili acustiche.



**Fig. 2.10** - Ecogramma multibeam in prossimità alla piattaforma Clara NW. Il forte backscatter dovuto alla presenza della struttura stessa e lo scattering omnidirezionale degli impulsi acustici impediscono il rilevamento di eventuali aggregazioni di pesce nelle vicinanze della piattaforma o all'interno dell'areale tra i pali della stessa. Sv=Volume backscatter strength.



**Fig. 2.11** - Elaborazione dei dati acustici della colonna d'acqua tramite il software Echoview. a) Individuazione di un'aggregazione di pesce in un ping durante lo *screening* dell'ecogramma. b) Identificazione e selezione del target tramite la procedura Target detection. La scala a colori sulla destra rappresenta il volume backscattering strength (Sv) in dB e si riferisce a entrambi a) e b).

Di seguito si riporta la descrizione relativa a ciascuna caratteristica metrica e variabile acustica considerata per ogni target tridimensionale individuato (Tab. 2-XIV e 2-XV).

Completata l'individuazione dei banchi di pesce, sono state create scene quadrimensionali (tre dimensioni spaziali e dimensione temporale) delle porzioni di colonna d'acqua investigate, includendo anche il fondale marino e la superficie dell'acqua.

**Tab. 2-XIV** - Descrizione delle caratteristiche metriche relative ai target tridimensionali (aggregazioni di pesce) individuati durante la procedura di *Target detection* del software Echoview.

Caratteristica metrica	Unità	Descrizione
Superficie	m <sup>2</sup>	Superficie del target (include la superficie di eventuali vacuoli individuati all'interno del target).
Lunghezza NS	m	Lunghezza massima del target lungo l'asse Nord-Sud.
Lunghezza EW	m	Lunghezza massima del target lungo l'asse Est-Ovest.
Profondità minima	m	Profondità minima del target.
Profondità massima	m	Profondità massima del target.
Altezza	m	Altezza del target (dalla profondità massima alla profondità minima).
Volume	m <sup>3</sup>	Volume del target (non include il volume di eventuali vacuoli individuati all'interno del target).
Centro geometrico (LAT)	gradi	Latitudine del punto geometrico centrale del target.
Centro geometrico (LONG)	gradi	Longitudine del punto geometrico centrale del target.
Centro geometrico profondità	m	Profondità del punto geometrico centrale del target.
Ruvidità	m <sup>-1</sup>	Superficie del target diviso il volume del target.
n. vacuole	-	Numero di vacuoli individuati all'interno del target.
Volume totale vacuole	m <sup>3</sup>	Volume totale dei vacuoli individuati all'interno del target.

**Tab. 2-XV** - Descrizione delle variabili acustiche relative ai target tridimensionali (aggregazioni di pesce) individuati durante la procedura di *Target detection* del software Echoview.

Variabile acustica	Unità	Descrizione
Sv medio	dB re 1 m <sup>-1</sup>	Volume backscatter strength all'interno del target.
n. campioni	-	Numero di campioni validi all'interno del target.
n. ping	-	Numero di ping analizzati che intersecano il target.
n. beam	-	Numero di beam analizzati che intersecano il target.
Sv minimo	dB re 1 m <sup>-1</sup>	Valore minimo del volume backscatter strength all'interno del target.
Sv massimo	dB re 1 m <sup>-1</sup>	Valore massimo del volume backscatter strength all'interno del target.
Densità	Kg/m <sup>3</sup>	La densità volumetrica di pesce espressa in unità di massa.

### 2.2.5.3 Indagini video in prossimità della piattaforma

I video registrati mediante telecamera in prossimità della piattaforma sono stati analizzati al fine di avvalorare i risultati ottenuti dalla pesca e dalle investigazioni tramite MBES e per avere un riscontro sull'effettivo potere attrattivo della stessa.

### 3. RISULTATI

#### 3.1. CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

##### 3.1.1 TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA

Nella presente sezione si riportano i risultati relativi al 2° semestre 2016 (campagne di giugno, settembre e dicembre). Per i risultati precedenti consultare Fabi *et al.* 2015b, 2016a e 2016b.

Nel **giugno 2016** è stata registrata una temperatura di 24,8°C nei primi 10 dalla superficie (fig. 3.1). Al di sotto di tale quota è avvenuto un decremento, dapprima repentino sino a circa 25 m e poi più graduale, che ha portato da circa 60 m sino al fondo a 13,3°C.

L'andamento della salinità è risultato opposto a quello della temperatura, con valori minimi nei primi 10 m (minimo assoluto 38,08 psu), e maggiori negli strati sottostanti, sino a un massimo di 38,71 psu dai 60 m al fondo. Le variazioni di temperatura e salinità fra le stazioni sono apparse generalmente molto contenute; infatti, è stata evidenziata esclusivamente una modesta diminuzione per entrambi i parametri in superficie nelle stazioni a 100 m dalla piattaforma (fig. 3.2).

La torbidità, determinata come backscattering ed espressa dopo calibrazione in  $\text{mg l}^{-1}$ , è risultata intorno a 3,00  $\text{mg l}^{-1}$  nei primi 50 m, per aumentare verso il fondo fino a un massimo di 6,90  $\text{mg l}^{-1}$  nella stazione CL6 (fig. 3.1).

La saturazione dell'ossigeno disciolto è rientrata nel range 88-117%, con massimi a circa 20 m di profondità e minimi al fondo (fig. 3.1).

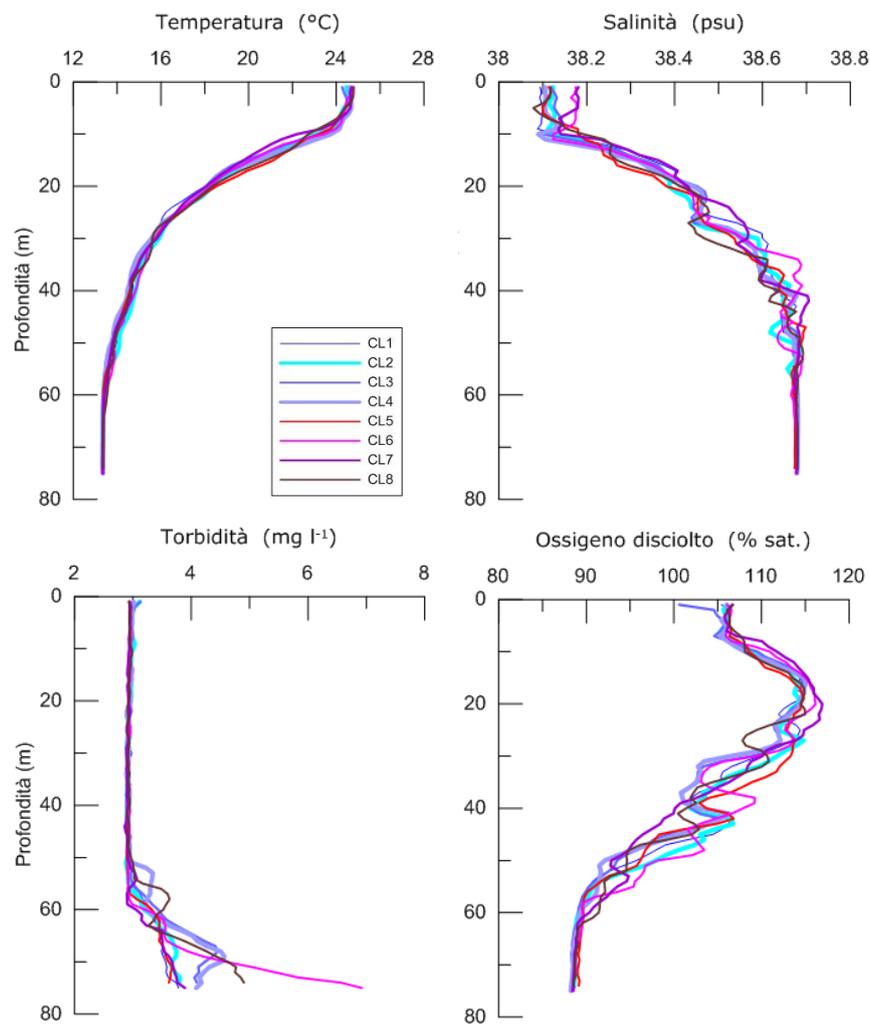
La fluorescenza *in situ*, espressa dopo calibrazione in  $\mu\text{g l}^{-1}$  di clorofilla (fig. 3.3), si è attestata in superficie attorno a 0,1  $\mu\text{g l}^{-1}$ , con un graduale aumento in funzione della profondità fino a 60 m (massimo a di 0,92  $\mu\text{g l}^{-1}$  in CL4); è seguita una diminuzione verso il fondo sino a circa 0,4  $\mu\text{g l}^{-1}$ .

A **settembre** la temperatura nello strato superficiale, spesso circa 20 m, è rimasta sui valori osservati in giugno (massimo di 24,6°C; fig. 3.4), diminuendo rapidamente sino a circa 30 m dove sono stati raggiunti i 16°C. Lo strato superficiale è apparso caratterizzato da salinità inferiori a 38,0 psu in aumento con la profondità. Verso il fondo è stato osservato uno strato omogeneo di circa 10 m, con minimi di temperatura (14,2°C) e massimi di salinità (38,8 psu). Non sono state osservate variazioni di rilievo nelle distribuzioni areali di temperatura e salinità sia alla superficie che al fondo (fig. 3.5).

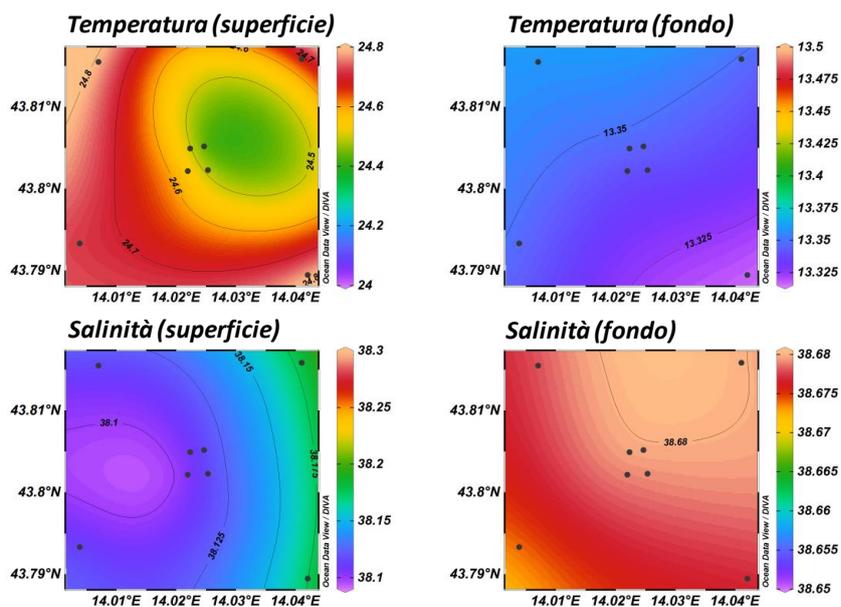
La torbidità si è attestata attorno a  $3 \text{ mg l}^{-1}$  nei primi 55 m, con un netto aumento verso il fondo fino a un massimo di  $4,35 \text{ mg l}^{-1}$  nella stazione CL7.

Per l'ossigeno disciolto sono stati registrati picchi di saturazione a circa 25 m di profondità, con un massimo pari a 113% in CL6, e una successiva diminuzione verso il fondo dove sono state osservate percentuali di saturazione inferiori all'85%.

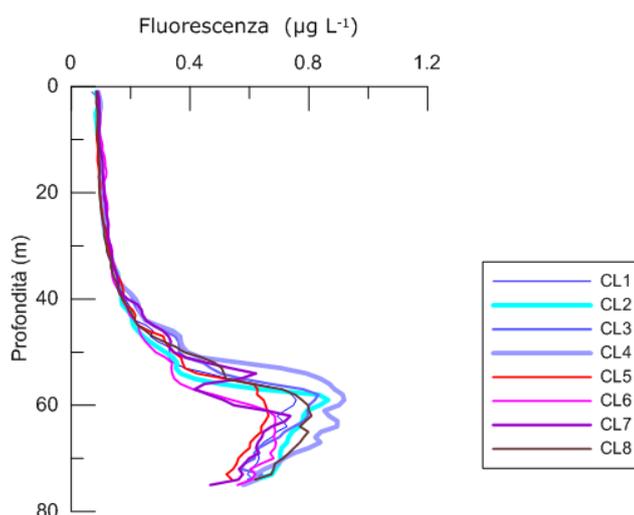
La fluorescenza *in situ* ha presentato un aumento relativo di concentrazione a circa 25 m e picchi massimi tra i 45 e i 55 m di profondità, con un'elevata variabilità fra le stazioni (fig. 3.6). Il valore massimo, pari a  $0,76 \mu\text{g l}^{-1}$ , è stato registrato in CL5 a -48 m.



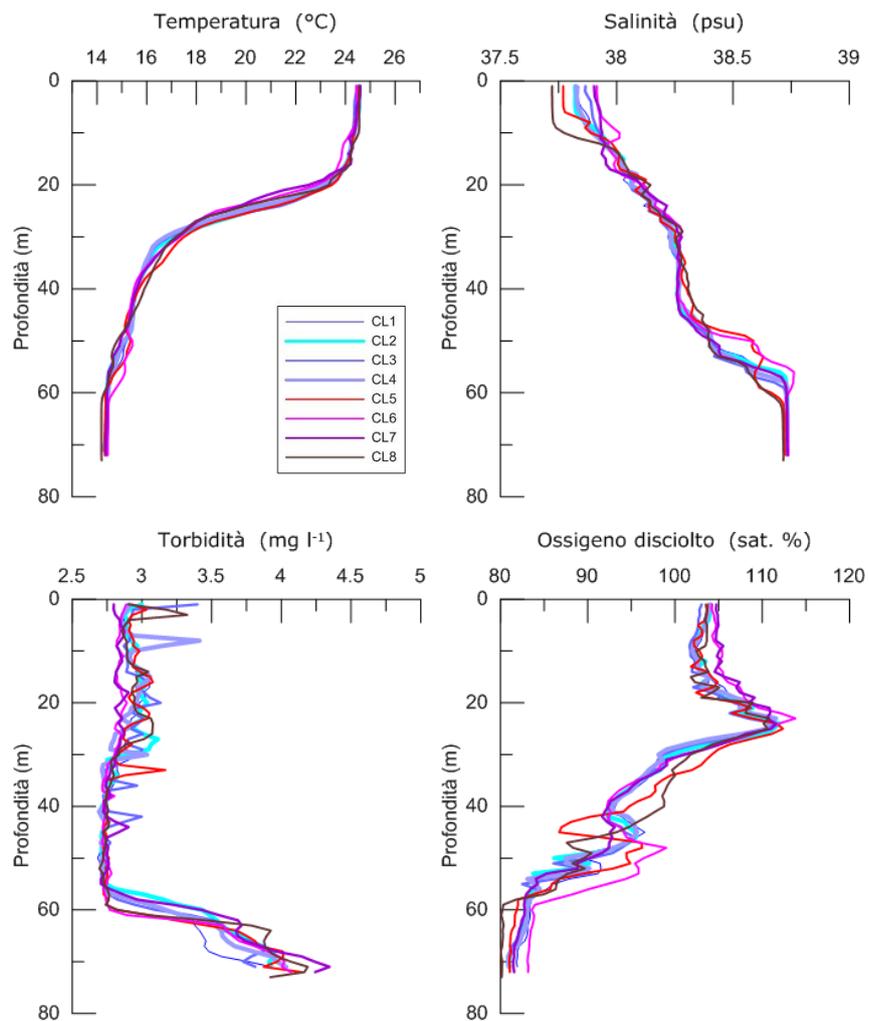
**Fig. 3.1** - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), particolato sospeso totale (Total Suspended Matter - TSM; mg/ l) e ossigeno disciolto (in percentuale di saturazione - sat %). **Giugno 2016.**



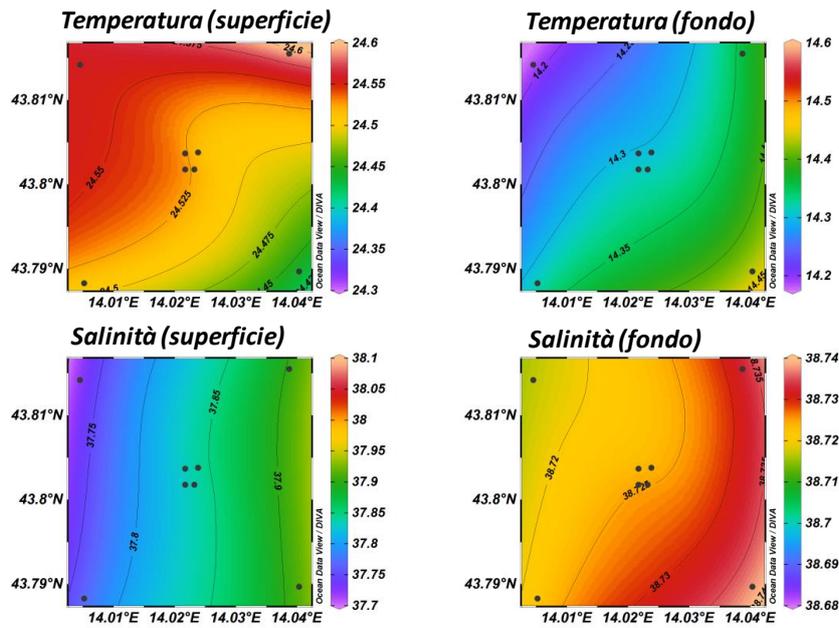
**Fig. 3.2** - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. Giugno 2016.



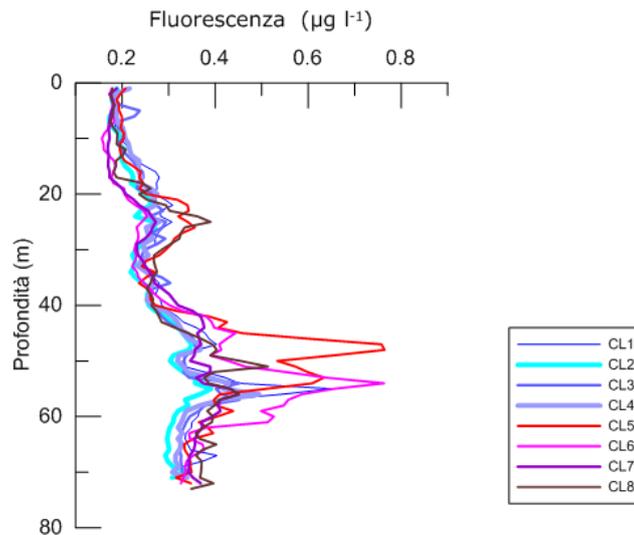
**Fig. 3.3** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g/l}$ ) ottenuti nel giugno 2016.



**Fig. 3.4** - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), particolato sospeso totale (Total Suspended Matter - TSM; mg/ l) e ossigeno disciolto (in percentuale di saturazione - sat %). **Settembre 2016.**



**Fig. 3.5** - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Settembre 2016.**



**Fig. 3.6** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g/l}$ ) ottenuti nel **settembre 2016.**

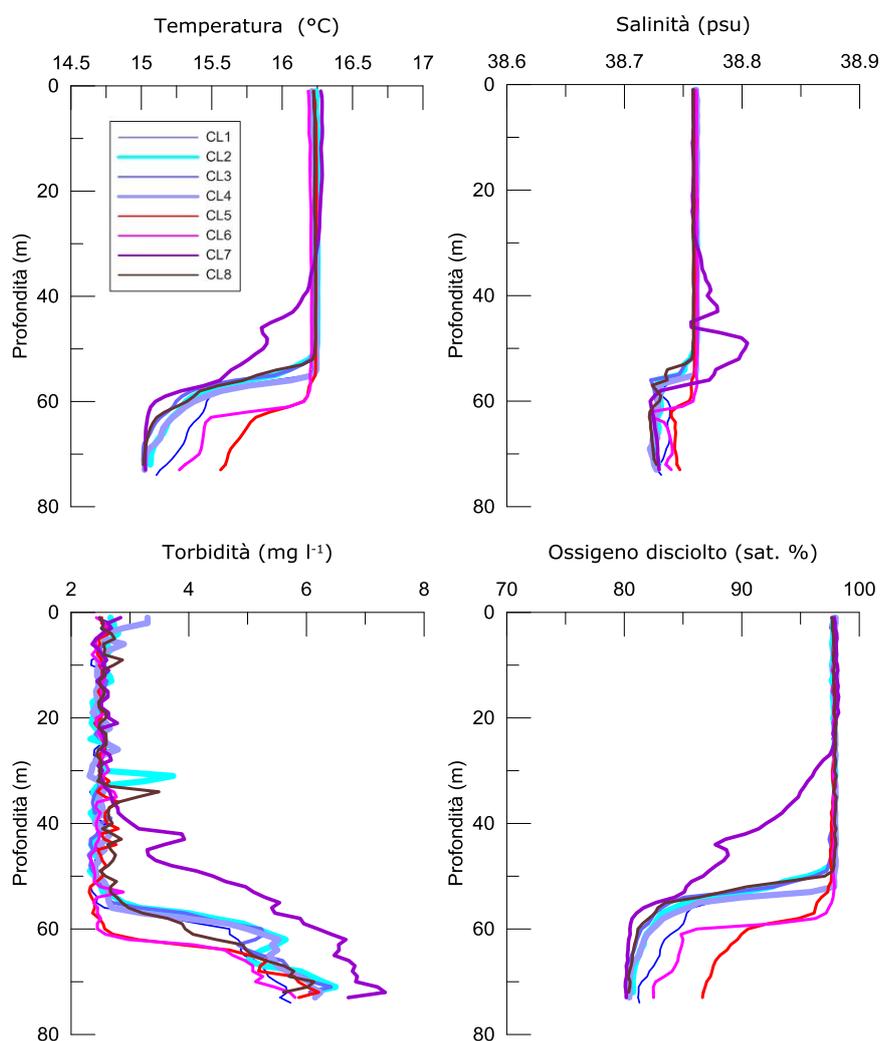
A **dicembre** la colonna d'acqua è risultata quasi completamente rimescolata fino a 55-60 m di profondità (fig. 3.7). Il gradiente termico fra superficie e fondo è apparso ridotto a poco più di 1°C (range 15,0 °C al fondo e 16,3°C in superficie), mentre la salinità è rientrata nell'intervallo di valori 38,72-38,80 psu, senza differenze fra le stazioni (fig. 3.8). Ha rappresentato un'eccezione il sito CL7 caratterizzato nello strato intermedio da temperature più basse e salinità maggiori rispetto agli altri.

La torbidità è risultata analoga a quella di settembre, con valori intorno a 2,5  $\text{mg l}^{-1}$  fino a

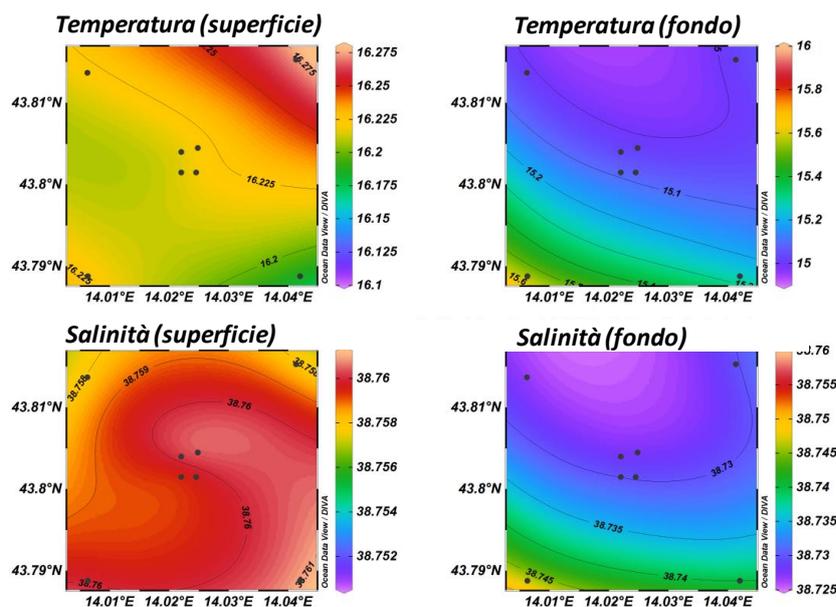
circa 50 m e aumenti verso il fondo fino a un massimo di  $7,34 \text{ mg l}^{-1}$  nella CL7, stazione con concentrazioni di sospeso superiori alle altre stazioni già da 30 m di profondità (fig. 3.7).

La saturazione di ossigeno disciolto è apparsa superiore al 95% nello strato superficiale, in diminuzione verso il fondo dove si sono registrati i minimi (minimo assoluto: 80% in CL7).

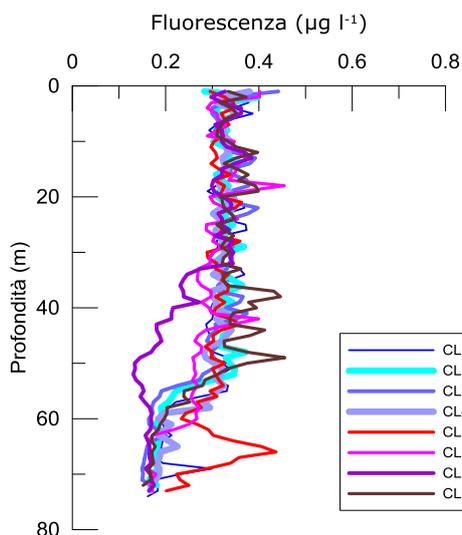
I valori di fluorescenza (fig. 3.9) sono risultati modesti anche a dicembre, con un picco massimo di  $0,46 \mu\text{g l}^{-1}$  a 49 m nella stazione CL8.



**Fig. 3.7** - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), particolato sospeso totale (Total Suspended Matter - TSM; mg/ l) e ossigeno disciolto (in percentuale di saturazione - sat %). **Dicembre 2016.**



**Fig. 3.8** - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. Dicembre 2016.



**Fig. 3.9** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g/l}$ ) ottenuti nel **dicembre 2016**.

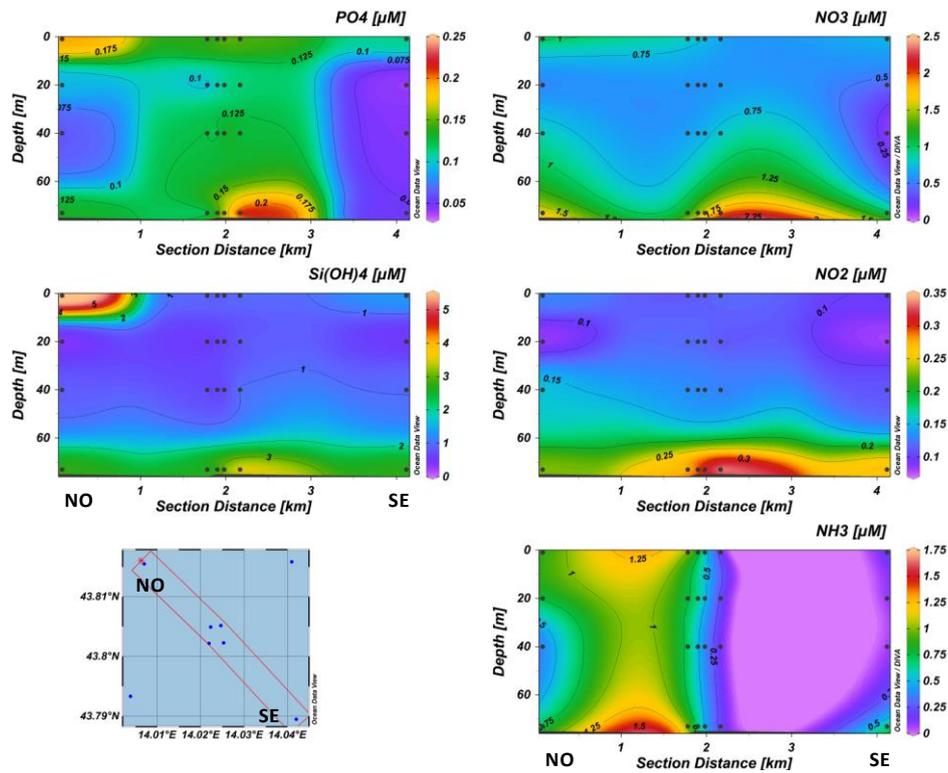
### 3.1.2. NUTRIENTI

A **giugno** le concentrazioni dei nutrienti azotati sono risultate mediamente pari a  $0,86 \pm 0,49$   $\mu\text{M}$  per  $\text{NO}_3$ , a  $0,16 \pm 0,08$  per  $\text{NO}_2$  e a  $0,49 \pm 0,43$   $\mu\text{M}$  per  $\text{NH}_3$  (figg. 3.10a, 3.10b).

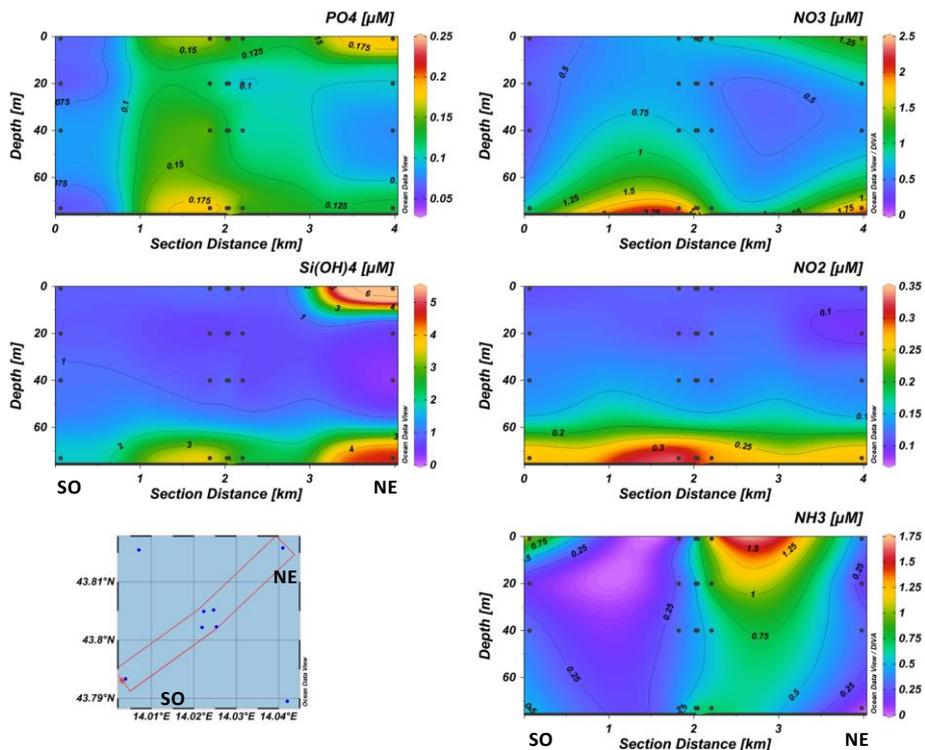
I valori più elevati di  $\text{NO}_3$  e  $\text{NO}_2$  sono stati misurati nelle stazioni centrali (fig. 3.11), con massimi sul fondo rispettivamente di  $2,08$   $\mu\text{M}$  (CL1) e di  $0,37$   $\mu\text{M}$  (CL2). L'ammoniaca è apparsa generalmente più abbondante in superficie, dove è stato raggiunto il massimo di  $1,55$   $\mu\text{M}$  nella stazione CL3.

La concentrazione media di  $\text{PO}_4$  è stata pari a  $0,11 \pm 0,05$   $\mu\text{M}$  e i valori più elevati sono stati registrati al fondo nelle stazioni più vicine alla piattaforma. I  $\text{Si(OH)}_4$  (media  $1,67 \pm 1,66$

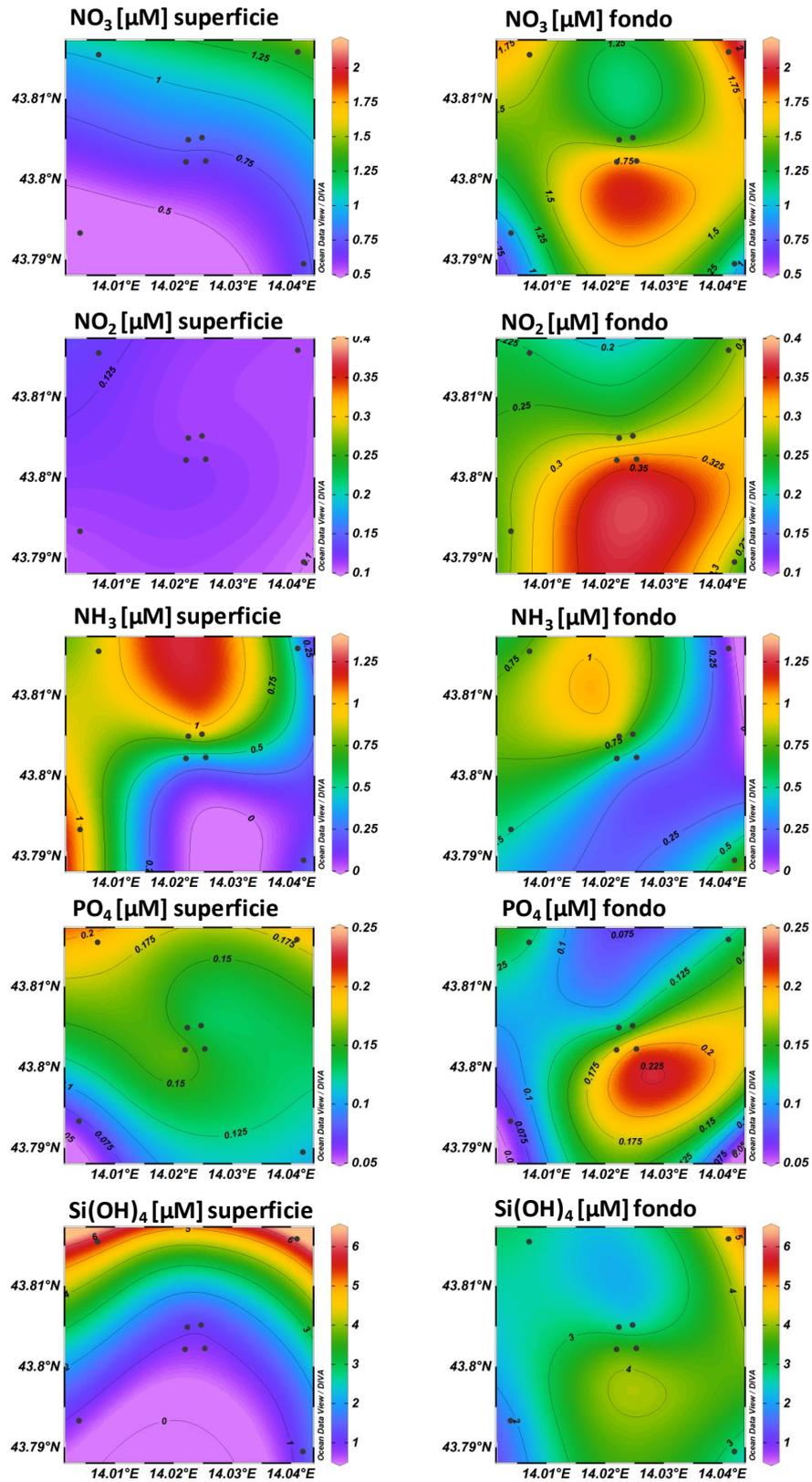
$\mu\text{M}$ ), più abbondanti in superficie delle stazioni poste a 2000 m verso Nord, hanno raggiunto il massimo di  $6,40 \mu\text{M}$  alla superficie della stazione CL7.



**Fig. 3.10a** - Sezioni verticali delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ), ortosilicati ( $\text{Si}(\text{OH})_4$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), espresse in  $\mu\text{M}$ . **Giugno 2016.**



**Fig. 3.10b** - Sezioni verticali delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ), ortosilicati ( $\text{Si}(\text{OH})_4$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), espresse in  $\mu\text{M}$ . **Giugno 2016.**



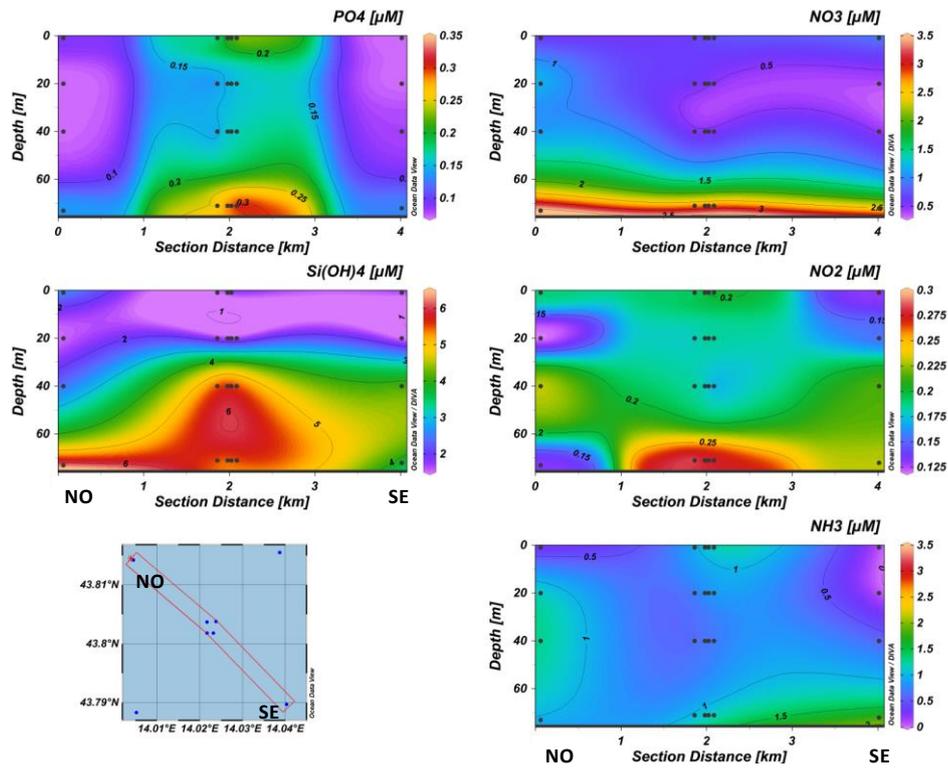
**Fig. 3.11** - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ) e ortosilicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ , in superficie e al fondo. **Giugno 2016.**

A **Settembre 2016** le concentrazioni dei nutrienti inorganici disciolti sono aumentate rispetto a quelle osservate in giugno pur rimanendo mediamente simili (figg. 3.12a, 3.12b e 3.13).  $\text{NO}_3$  (media:  $1,18 \pm 1,01 \mu\text{M}$ ) e  $\text{NO}_2$  (media:  $0,20 \pm 0,05 \mu\text{M}$ ) sono risultati più abbondanti in prossimità del fondo, dove sono stati raggiunti massimi rispettivamente di  $3,67 \mu\text{M}$  nella CL8 e di  $0,31 \mu\text{M}$  nella CL4.  $\text{NH}_3$  (media:  $1,04 \pm 0,80 \mu\text{M}$ ) è risultata più abbondante nelle stazioni a 2000 m, raggiungendo un massimo di  $3,33 \mu\text{M}$  a 40 m di profondità in CL7.

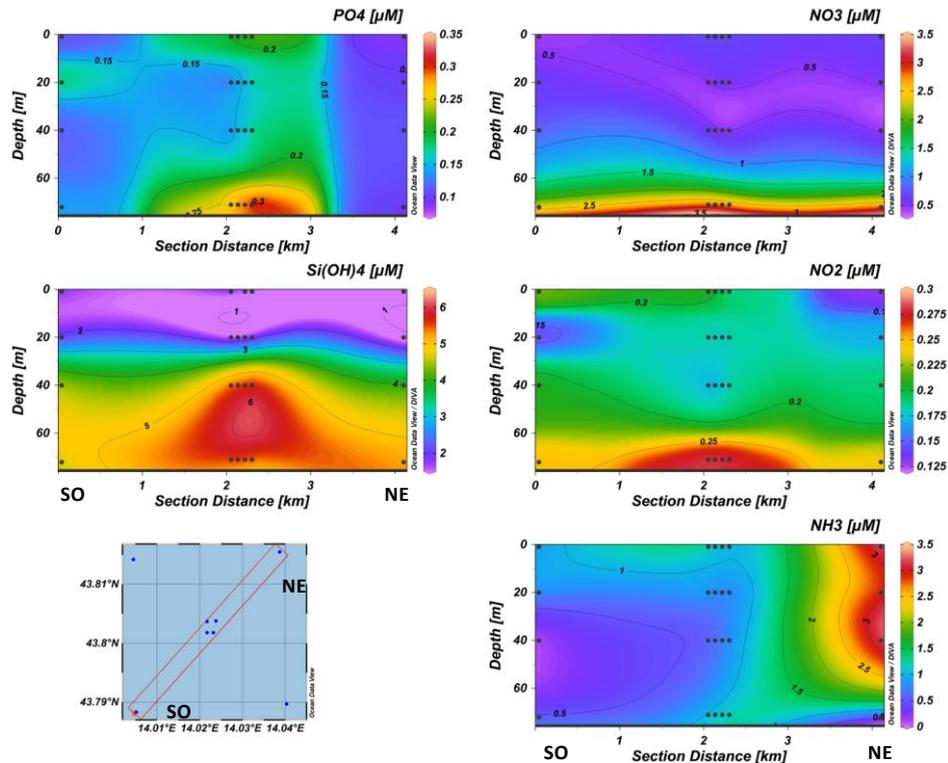
I  $\text{PO}_4$  (media:  $0,15 \pm 0,10 \mu\text{M}$ ) sono risultati presenti prevalentemente al fondo delle stazioni a 100 m (massimo  $0,44 \mu\text{M}$  in CL2); analogamente, anche i  $\text{Si(OH)}_4$  (media:  $3,36 \pm 1,91 \mu\text{M}$ ) sono apparsi più elevati al fondo, ma il massimo di  $6,55 \mu\text{M}$  è stato registrato nella stazione CL3 a 40 m.

A **dicembre** (figg. 3.14a, 3.14b e 3.15)  $\text{NO}_3$  e  $\text{NO}_2$  sono apparsi presenti in concentrazioni simili a quelle di settembre ( $1,26 \pm 0,69 \mu\text{M}$  e  $0,20 \pm 0,04 \mu\text{M}$  rispettivamente).  $\text{NO}_3$  è risultato più elevato in prossimità del fondo, dove è stato raggiunto il massimo in CL2 ( $2,86 \mu\text{M}$ ). Il massimo di  $\text{NO}_2$  ( $0,30 \mu\text{M}$ ) è stato invece registrato sul fondo di CL5.  $\text{NH}_3$  è risultata meno abbondante rispetto a settembre sebbene mediamente simile per l'elevata variabilità ( $0,58 \pm 0,41 \mu\text{M}$ ), con valori più elevati verso la superficie; il massimo di  $1,53 \mu\text{M}$  è stato osservato a -20 m presso la stazione CL3.

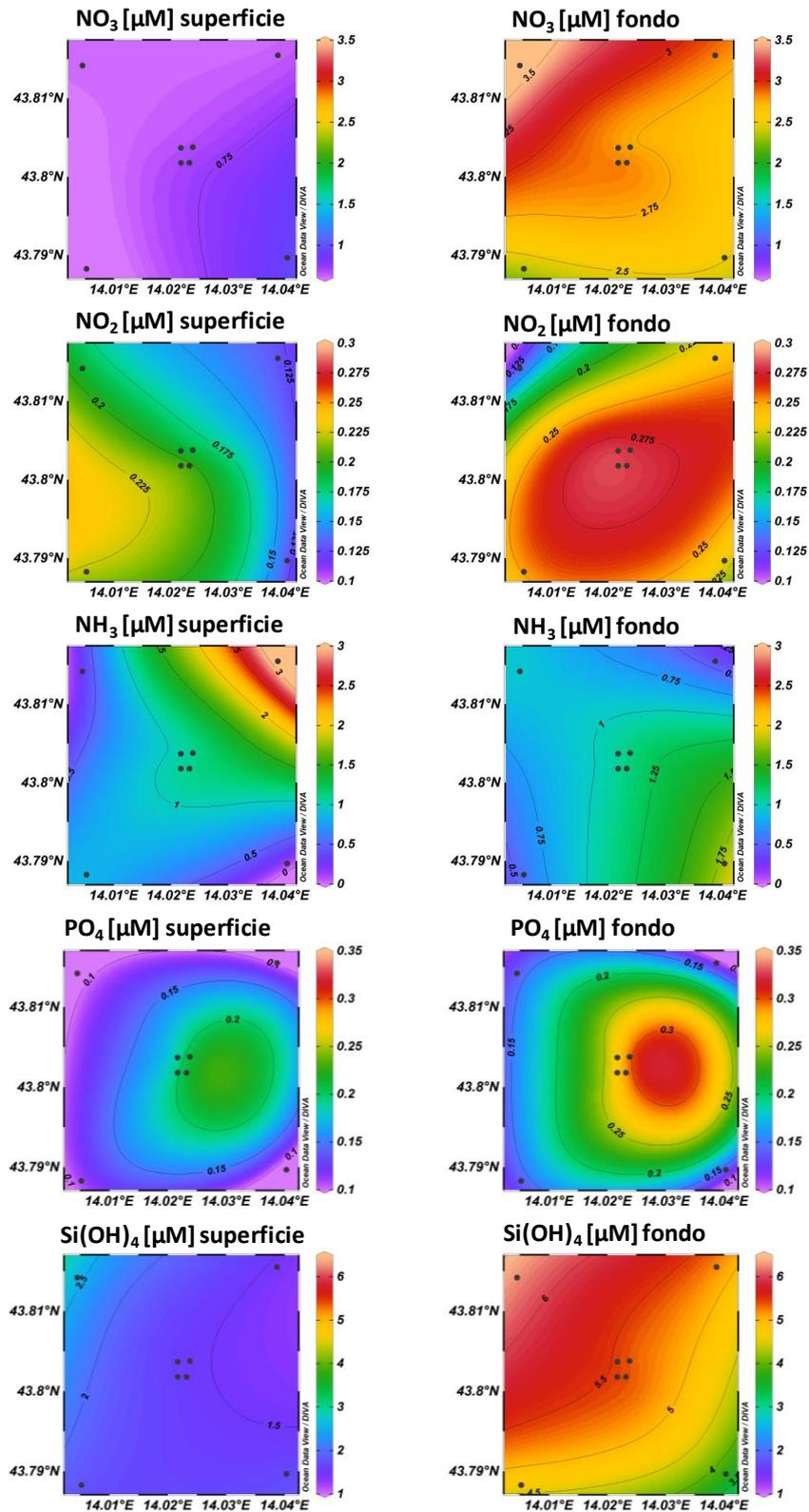
I  $\text{PO}_4$  sono rimasti simili a settembre ( $0,13 \pm 0,05 \mu\text{M}$ ) così come i  $\text{Si(OH)}_4$  ( $2,80 \pm 1,67 \mu\text{M}$ ). Entrambi sono apparsi maggiormente presenti sul fondo delle stazioni a 100 m dalla piattaforma con massimi di  $0,24 \mu\text{M}$  ( $\text{PO}_4$ ) e  $6,65 \mu\text{M}$  ( $\text{Si(OH)}_4$ ) registrati rispettivamente sul fondo della CL4 e a -20 m della CL2.



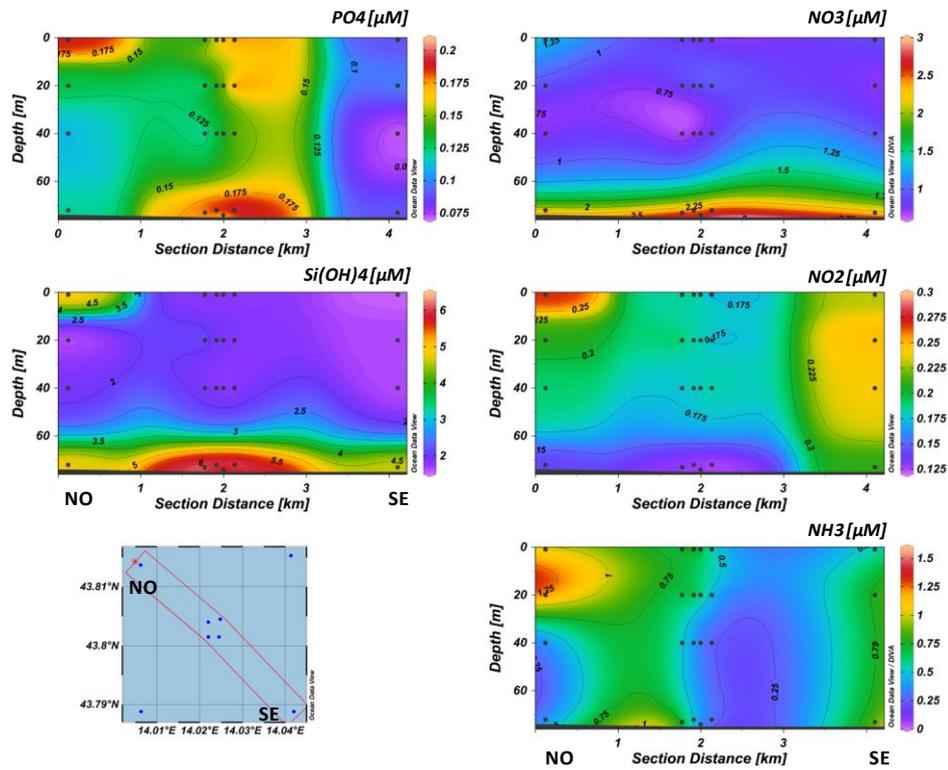
**Fig. 3.12a** - Sezioni verticali delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ), ortosilicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), espresse in  $\mu\text{M}$ . Settembre 2016.



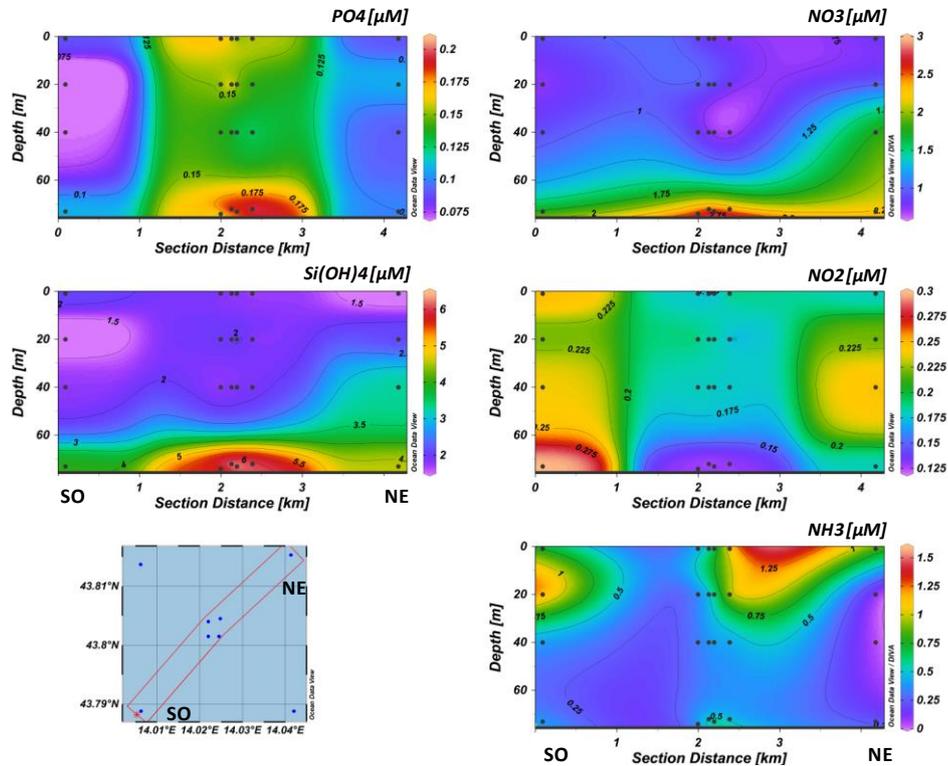
**Fig. 3.12b** - Sezioni verticali delle stazioni stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ), ortosilicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), espresse in  $\mu\text{M}$ . Settembre 2016.



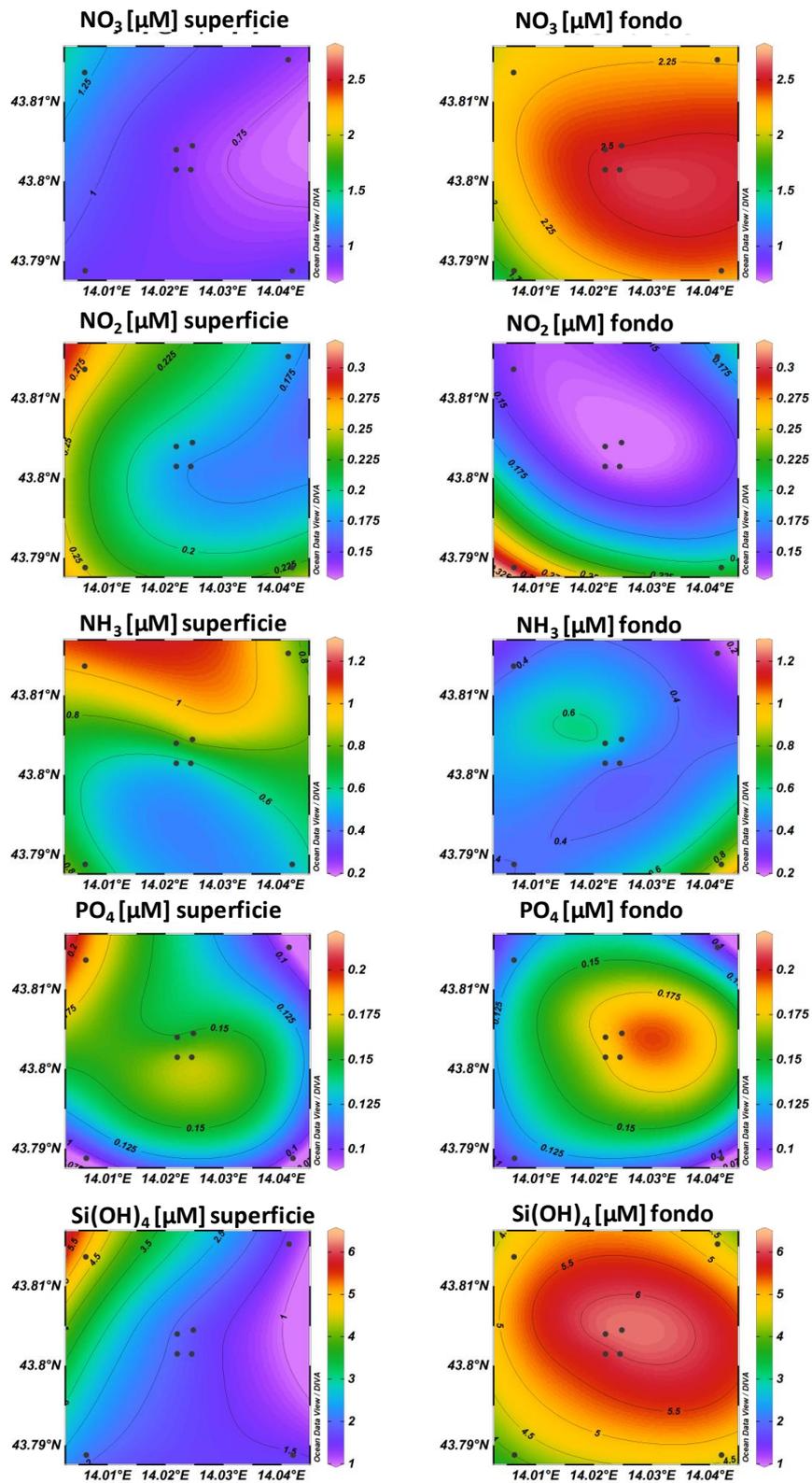
**Fig. 3.13** - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ) e ortosilicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ , in superficie e al fondo. **Settembre 2016.**



**Fig. 3.14a** - Sezioni verticali delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ), ortosilicati ( $\text{Si}(\text{OH})_4$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), espresse in  $\mu\text{M}$ . Dicembre 2016.



**Fig. 3.14b** - Sezioni verticali delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di nitriti ( $\text{NO}_2$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ), ortosilicati ( $\text{Si}(\text{OH})_4$ ) e ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), espresse in  $\mu\text{M}$ . Dicembre 2016.



**Fig. 3.15** - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO<sub>2</sub>), nitrati (NO<sub>3</sub>), ammoniaca (NH<sub>3</sub>), ortofosfati (PO<sub>4</sub>) e ortosilicati (Si(OH)<sub>4</sub>) espresse in μM, in superficie e al fondo. **Dicembre 2016.**

### 3.1.3. PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO

A **giugno 2016** (figg. 3.16a, 3.16b, 3.17) la clorofilla *a* (Chl *a*) è risultata mediamente pari a  $202,35 \pm 173,04 \text{ ng l}^{-1}$ , con un massimo di  $598,61 \text{ ng l}^{-1}$  nella stazione CL7 al fondo. La clorofilla *b* (Chl *b*) è apparsa più abbondante della clorofilla *c* (Chl *c*) anche se mediamente comparabile ( $36,80 \pm 28,80$  e  $17,52 \pm 14,56 \text{ ng l}^{-1}$  rispettivamente). Entrambe hanno raggiunto i massimi sempre al fondo della stazione CL7 ( $99,18$  e  $61,54 \text{ ng l}^{-1}$  rispettivamente). In generale tutti i pigmenti clorofilliani hanno presentato concentrazioni più elevate al fondo rispetto alla superficie e nelle stazioni a 2000 m.

Il materiale particellato (TSM) era mediamente presente con  $3,15 \pm 1,04 \text{ mg l}^{-1}$ . Le concentrazioni maggiori sono state osservate al fondo con il massimo, pari a  $5,40 \text{ mg l}^{-1}$ , nella stazione CL5.

A **settembre** (figg. 3.18a, 3.18b, 3.19) le concentrazioni di pigmenti si sono mantenute sui livelli di giugno, sempre con valori più elevati generalmente verso il fondo.

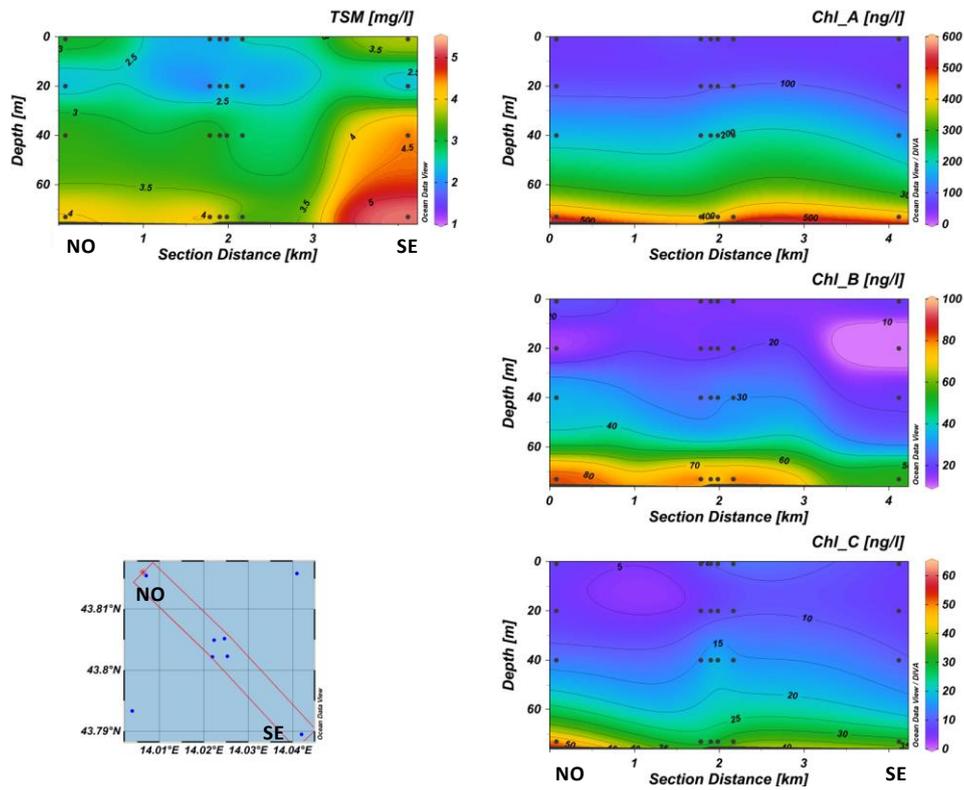
Chl *a* (media:  $215,22 \pm 64,11 \text{ ng l}^{-1}$ ) è risultata compresa tra  $109,13 \text{ ng l}^{-1}$  (CL1; superficie) e  $319,87 \text{ ng l}^{-1}$  (CL7; - 40 m). Chl *b*, con una concentrazione media di  $46,03 \pm 29,62 \text{ ng l}^{-1}$ , è risultata più abbondante rispetto alla Chl *c* ( $12,94 \pm 4,58$ ). I rispettivi massimi, pari a  $120,61$  e a  $24,84 \text{ ng l}^{-1}$ , sono stati registrati entrambi sul fondo della stazione CL5.

In questa situazione la concentrazione di TSM è stata mediamente di  $3,68 \pm 0,59 \text{ mg l}^{-1}$ , con un massimo di  $4,90 \text{ mg l}^{-1}$  in CL6 a -40 m.

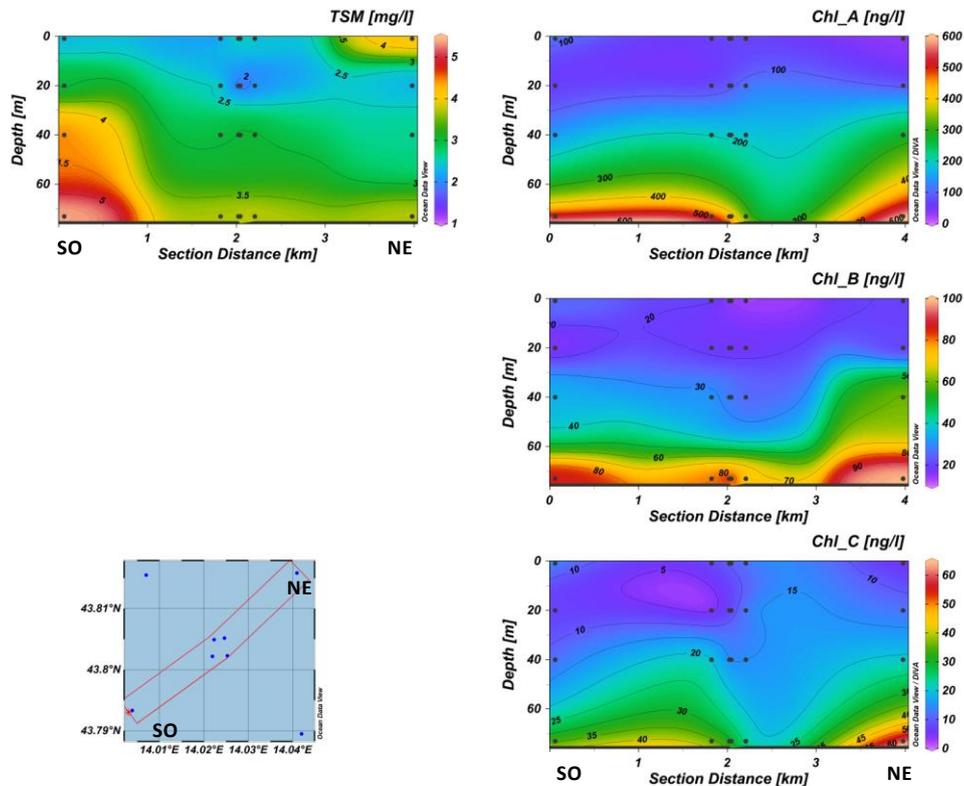
Infine, contrariamente alle crociere precedenti, a **dicembre** (figg. 3.20a, 3.20b, 3.21) i picchi di concentrazione di tutti i pigmenti clorofilliani sono stati localizzati prevalentemente in superficie o nello strato sub-superficiale.

Chl *a* è aumentata rispetto a settembre (ma è rimasta mediamente comparabile;  $252,81 \pm 82,66 \text{ ng l}^{-1}$ ), essendo il massimo raggiunto pari a  $395,16 \text{ ng l}^{-1}$  (CL5, superficie). La Chl *b* è invece fortemente diminuita risultando simile Chl *c* ( $9,20 \pm 1,98$  e  $7,08 \pm 4,14 \text{ ng l}^{-1}$  rispettivamente). Le massime concentrazioni, pari a  $14,13$  e a  $13,84 \text{ ng l}^{-1}$ , sono state registrate rispettivamente in CL4 (fondo) e in CL8 (-20 m).

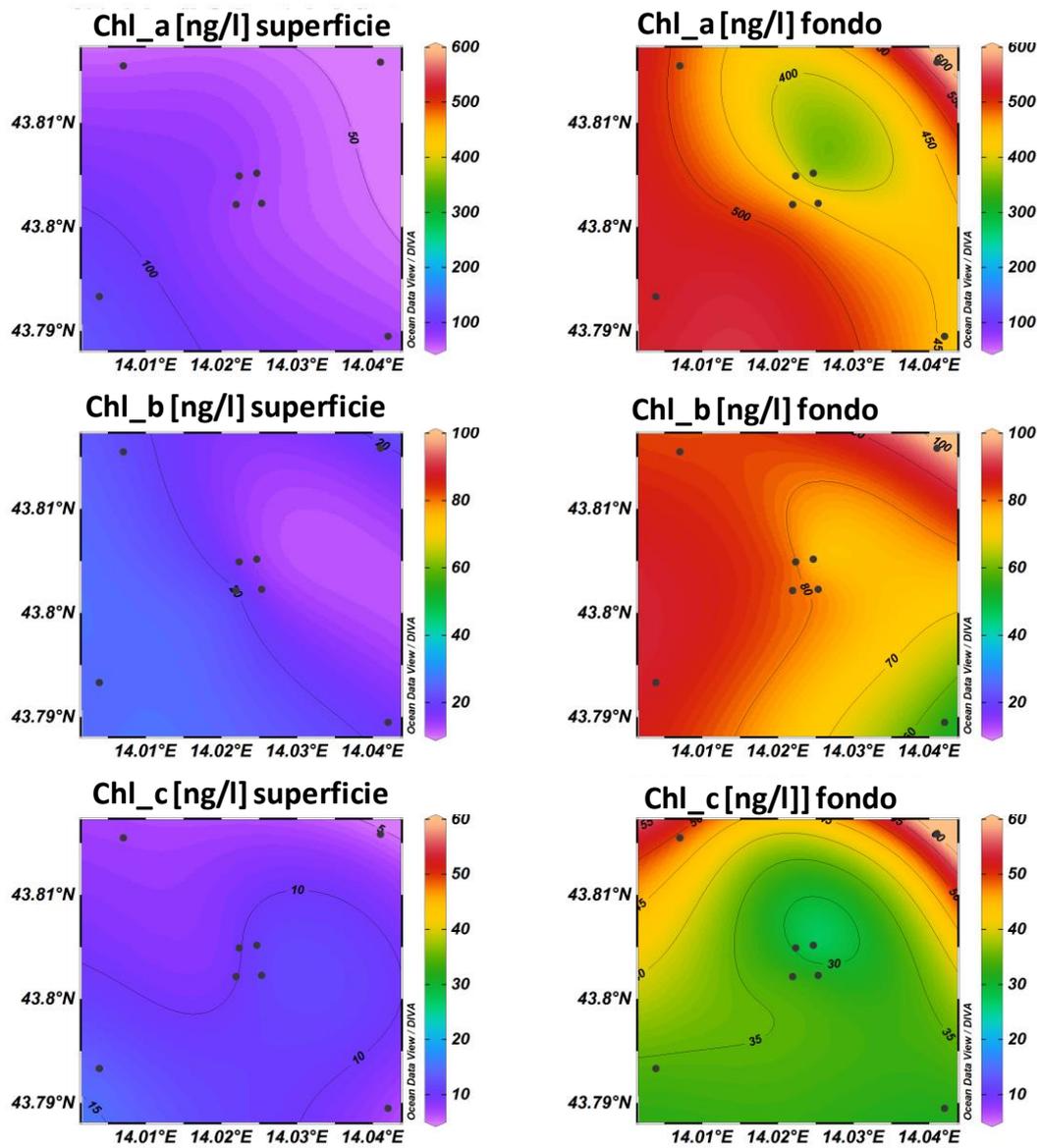
In questo periodo le concentrazioni di TSM sono state in media pari a  $3,20 \pm 1,08 \text{ mg l}^{-1}$  con i valori più elevati al fondo nelle stazioni a 100 m dalla piattaforma (massimo di  $6,41 \text{ mg l}^{-1}$  in CL3).



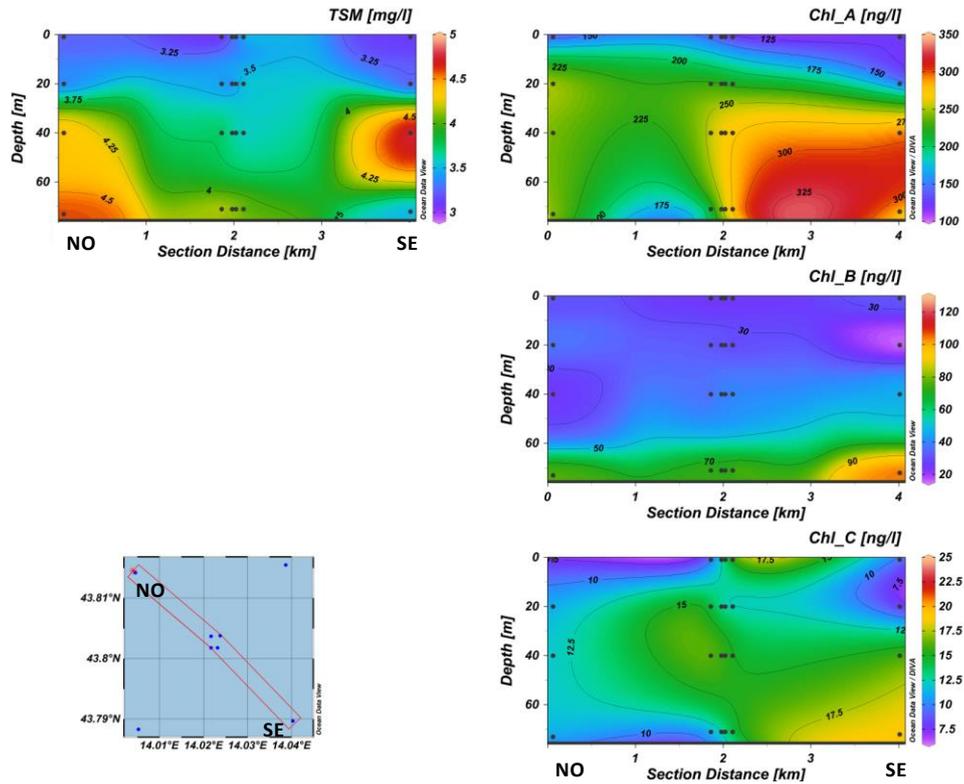
**Fig. 3.16a** - Sezione verticale delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Giugno 2016**.



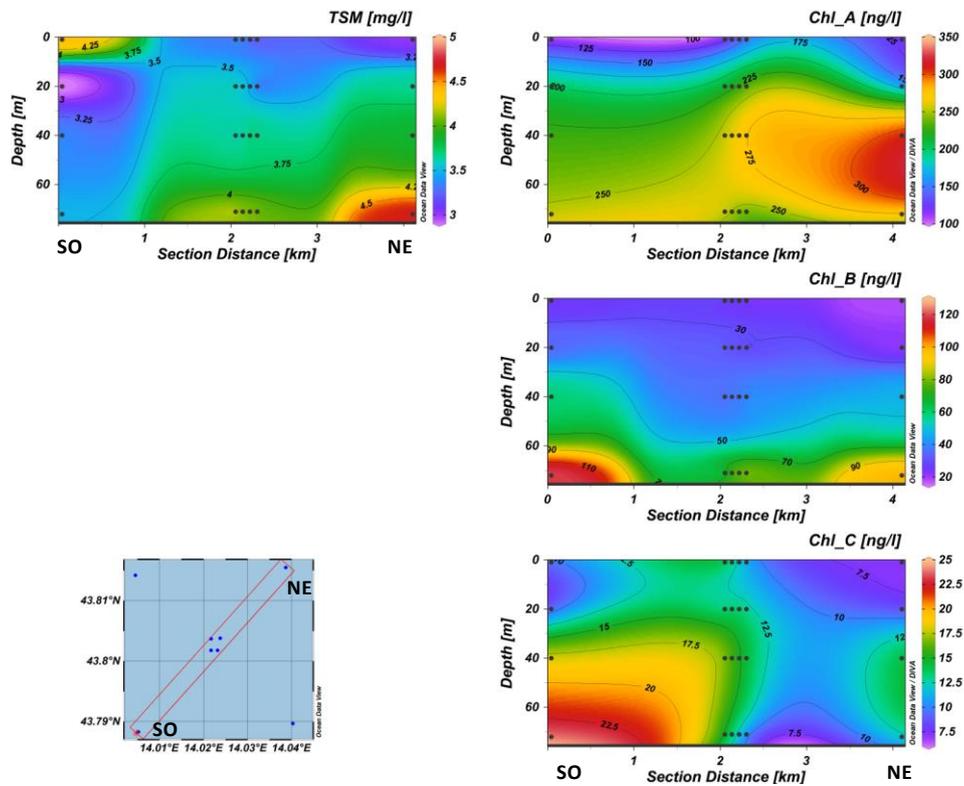
**Fig. 3.16b** - Sezione verticale delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Giugno 2016**.



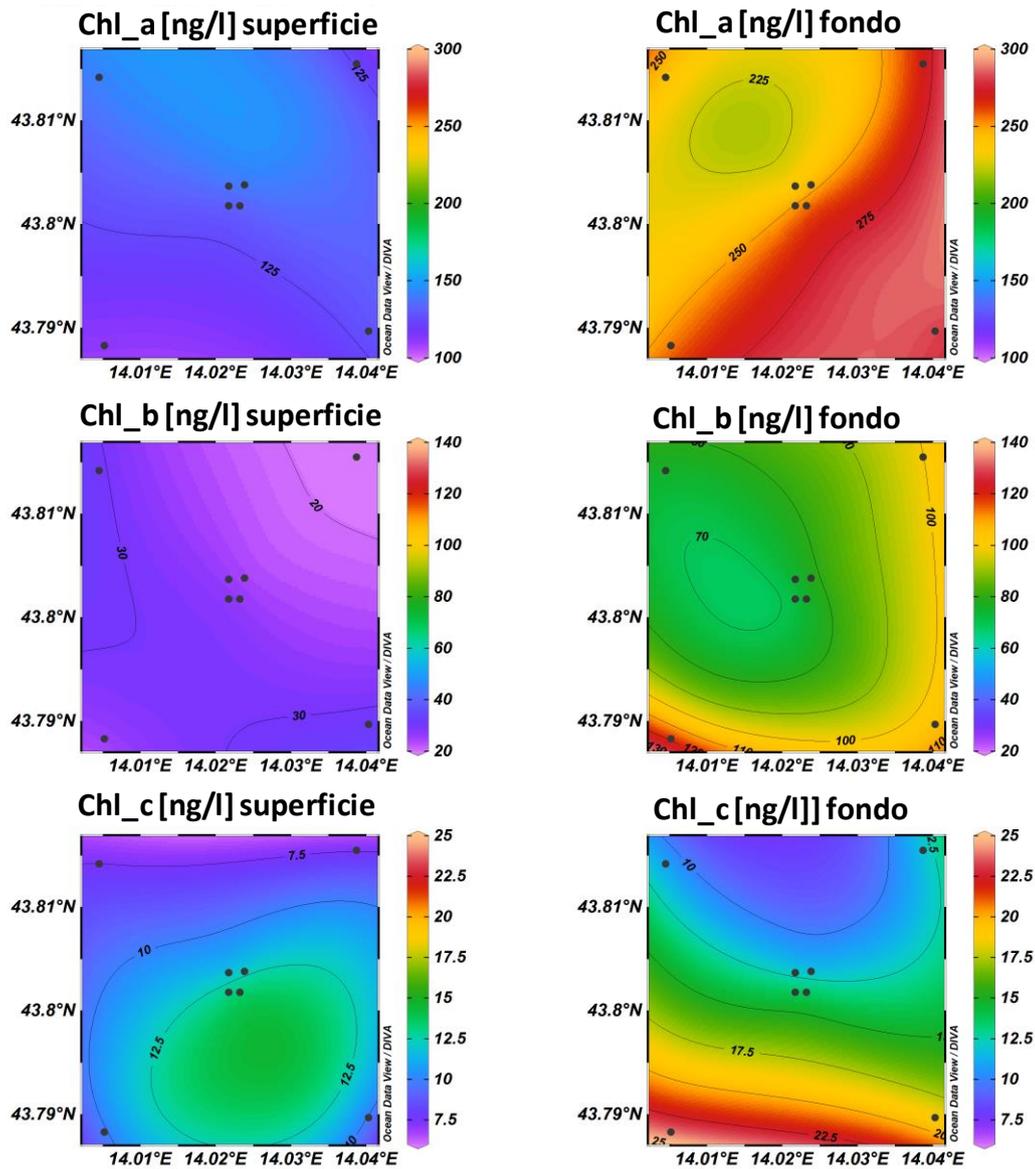
**Fig. 3.17** - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng/l. **Giugno 2016.**



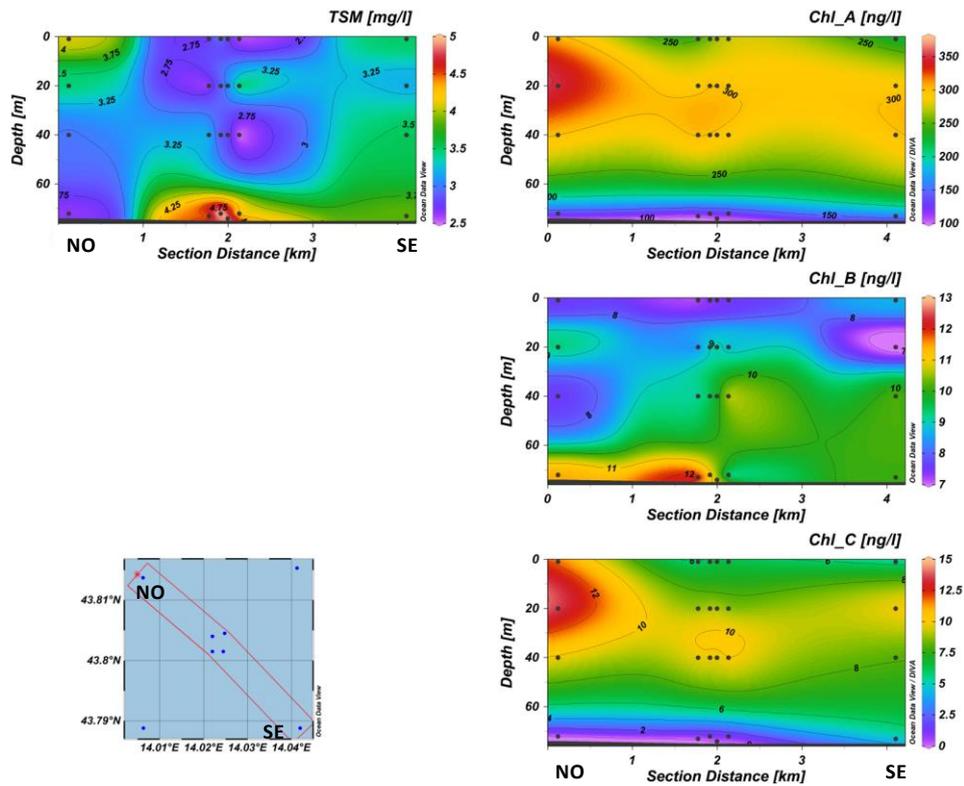
**Fig. 3.18a** - Sezione verticale delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Settembre 2016.**



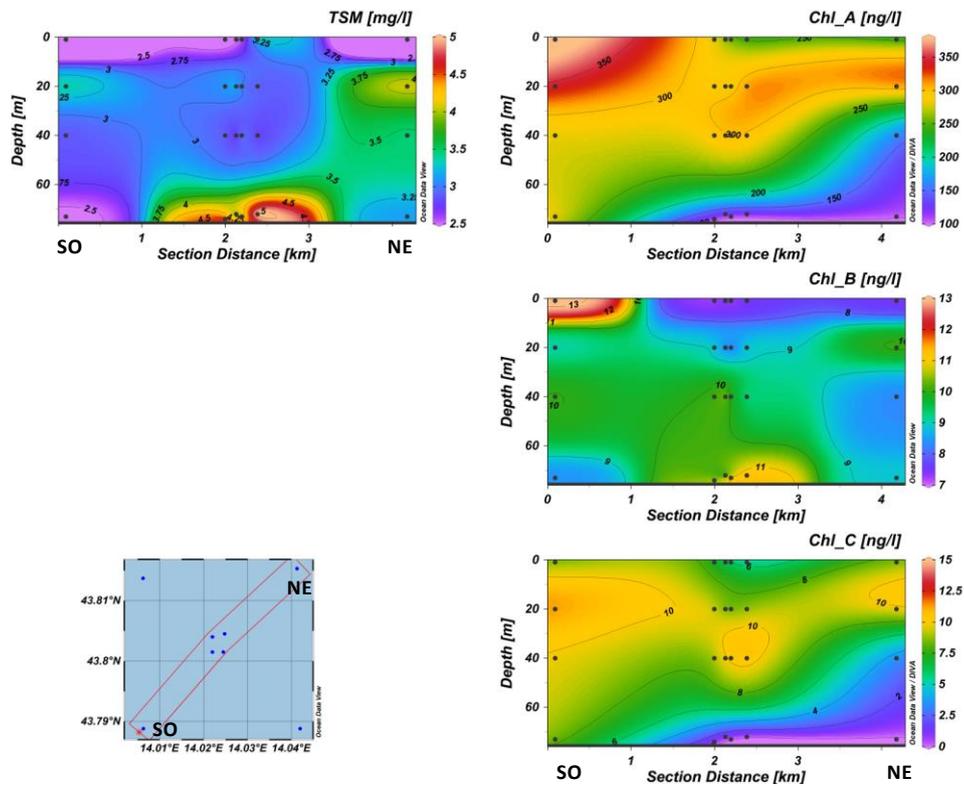
**Fig. 3.18b** - Sezione verticale delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Settembre 2016.**



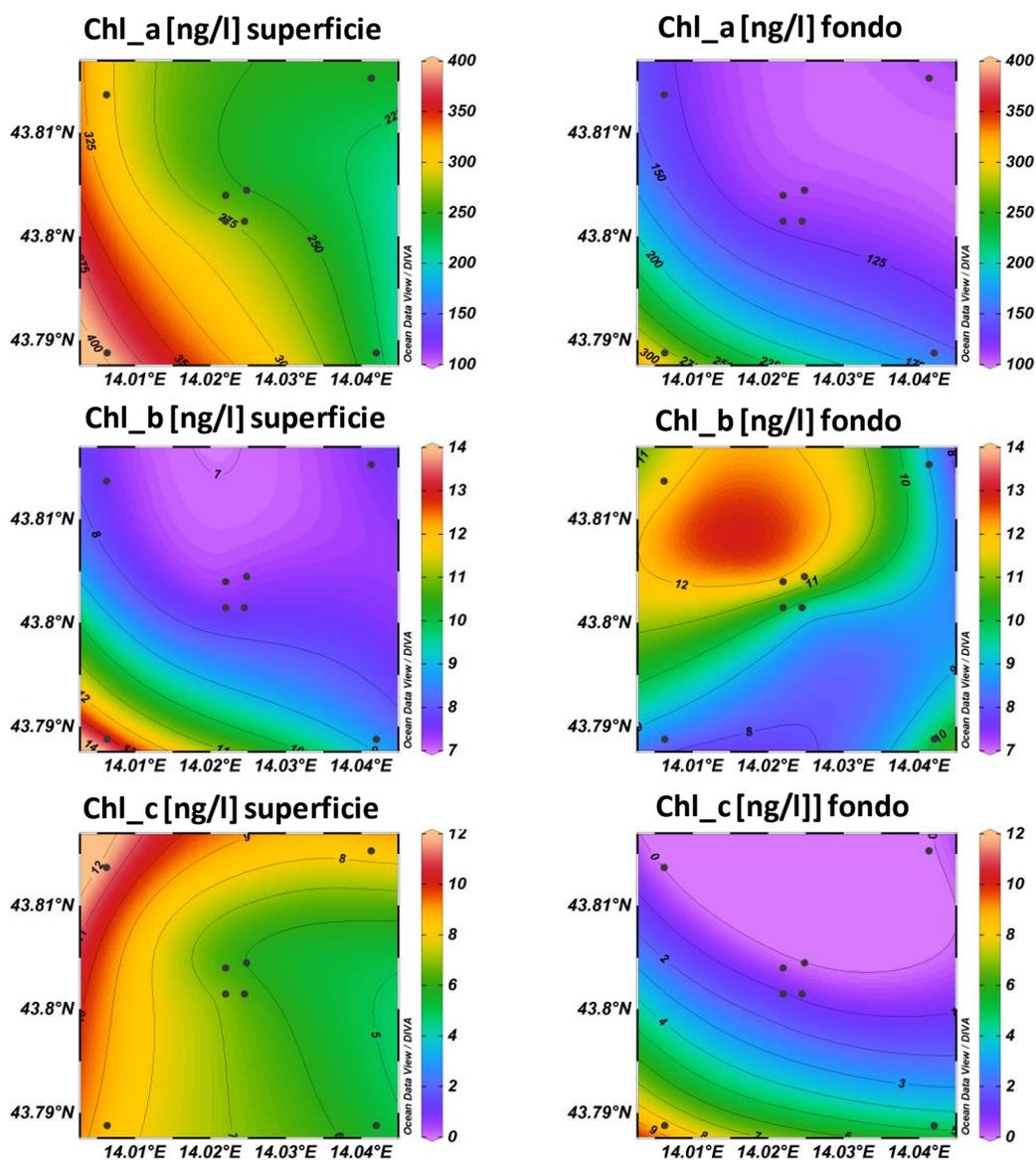
**Fig. 3.19** - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng/l. **Settembre 2016.**



**Fig. 3.20a** - Sezione verticale delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Dicembre 2016.**



**Fig. 3.20b** - Sezione verticale delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Dicembre 2016.**



**Fig. 3.21** - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng/l. **Dicembre 2016.**

### 3.1.4. IDROCARBURI TOTALI, IDROCARBURI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX

Tutti questi composti eccetto gli Idrocarburi alifatici (IA) sono risultati ovunque e sempre al di sotto dei limiti di rilevabilità strumentale (Tabb. 3-I e 3-II).

Gli **IA** sono gli unici composti organici ad essere stati rilevati in tutte le crociere. Nel survey di **giugno** il numero di campioni al di sopra del limite di quantificazione è risultato molto basso (5 campioni corrispondenti a circa il 15%), e le relative stazioni distribuite casualmente, con un massimo di 14,30  $\mu\text{g l}^{-1}$  a -40 nella stazione CL7. Nella crociera di **settembre** invece, gli IA sono risultati misurabili ovunque (con un'unica eccezione alla quota 40 m della CL4), presentando una distribuzione relativamente omogenea sia rispetto

alla profondità, sia rispetto alla posizione della piattaforma. Non è stato evidenziato alcun trend e la concentrazione media è risultata relativamente bassa ( $2,28 \pm 0,63 \mu\text{g l}^{-1}$ ). Il massimo assoluto, pari a  $3,51 \mu\text{g l}^{-1}$ , è stato misurato in superficie presso la stazione CL4. A **dicembre** si è evidenziata una notevole diminuzione degli IA rispetto alla crociera precedente, sia in termini di concentrazioni che di campioni in cui questi composti sono stati rilevati (19, corrispondenti a circa il 59%). La media è risultata pari a  $1,21 \pm 0,16 \mu\text{g l}^{-1}$  con un massimo di  $1,61 \mu\text{g l}^{-1}$  a -20 m della stazione CL1. Anche in questo caso non è stato evidenziato alcun trend distribuzione spaziale delle concentrazioni.

**Tab. 3-I** - Concentrazioni ( $\mu\text{g/l}$ ) di Idrocarburi totali, IA e IPA registrate nelle diverse stazioni e alle diverse quote nei survey condotti a giugno, settembre e dicembre 2016.

Stazione	Giugno 2016			Settembre 2016			Dicembre 2016		
	Idroc. totali (n-esano)	IA (C10-C32)	IPA (16 IPA)	Idroc. totali (n-esano)	IA (C10-C32)	IPA (16 IPA)	Idroc. totali (n-esano)	IA (C10-C32)	IPA (16 IPA)
CL1 sup	< 30	2,84	<0,01	<30	2,73	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL1 20 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	1,46	<0,01	< 30	1,61	<0,01
CL1 40 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,73	<0,01	< 30	1,26	<0,01
CL1 fondo	< 30	<1,00	<0,01	<30	3,01	<0,01	< 30	1,06	<0,01
CL2 sup	< 30	2,04	<0,01	<30	1,75	<0,01	< 30	1,17	<0,01
CL2 20 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,37	<0,01	< 30	1,31	<0,01
CL2 40 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	1,60	<0,01	< 30	1,42	<0,01
CL2 fondo	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,25	<0,01	< 30	1,12	<0,01
CL3 sup	< 30	1,65	<0,01	<30	2,00	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL3 20 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	1,48	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL3 40 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	1,91	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL3 fondo	< 30	3,21	<0,01	<30	1,93	<0,01	< 30	1,32	<0,01
CL4 sup	< 30	<1,00	<0,01	<30	3,51	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL4 20 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	3,14	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL4 40 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	<1,00	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL4 fondo	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,26	<0,01	< 30	1,11	<0,01
CL5 sup	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,07	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL5 20 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,53	<0,01	< 30	1,09	<0,01
CL5 40 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	3,08	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL5 fondo	< 30	<1,00	<0,01	<30	1,60	<0,01	< 30	1,01	<0,01
CL6 sup	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,88	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL6 20 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,77	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL6 40 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,89	<0,01	< 30	1,11	<0,01
CL6 fondo	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,03	<0,01	< 30	1,18	<0,01
CL7 sup	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,54	<0,01	< 30	1,36	<0,01
CL7 20 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	3,27	<0,01	< 30	1,20	<0,01
CL7 40 m	< 30	14,30	<0,01	<30	1,64	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL7 fondo	< 30	<1,00	<0,01	<30	1,24	<0,01	< 30	1,45	<0,01
CL8 sup	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,87	<0,01	< 30	1,00	<0,01
CL8 20 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	1,65	<0,01	< 30	<1,00	<0,01
CL8 40 m	< 30	<1,00	<0,01	<30	1,42	<0,01	< 30	1,07	<0,01
CL8 fondo	< 30	<1,00	<0,01	<30	2,01	<0,01	< 30	1,14	<0,01



### 3.1.5. GLICOLE ETILENICO

Il Glicole etilenico è sempre risultato non rilevabile in tutti i tre survey (Tab. 3-III).

**Tab. 3-III** - Concentrazioni (mg/l) di Glicole etilenico registrate nelle diverse stazioni e alle diverse quote nel corso dei survey condotti a giugno, settembre e dicembre 2016.

Stazione	Giugno 2016	Settembre 2016	Dicembre 2016
CL1 sup	< 10	< 10	< 10
CL1 20 m	< 10	< 10	< 10
CL1 40 m	< 10	< 10	< 10
CL1 fondo	< 10	< 10	< 10
CL2 sup	< 10	< 10	< 10
CL2 20 m	< 10	< 10	< 10
CL2 40 m	< 10	< 10	< 10
CL2 fondo	< 10	< 10	< 10
CL3 sup	< 10	< 10	< 10
CL3 20 m	< 10	< 10	< 10
CL3 40 m	< 10	< 10	< 10
CL3 fondo	< 10	< 10	< 10
CL4 sup	< 10	< 10	< 10
CL4 20 m	< 10	< 10	< 10
CL4 40 m	< 10	< 10	< 10
CL4 fondo	< 10	< 10	< 10
CL5 sup	< 10	< 10	< 10
CL5 20 m	< 10	< 10	< 10
CL5 40 m	< 10	< 10	< 10
CL5 fondo	< 10	< 10	< 10
CL6 sup	< 10	< 10	< 10
CL6 20 m	< 10	< 10	< 10
CL6 40 m	< 10	< 10	< 10
CL6 fondo	< 10	< 10	< 10
CL7 sup	< 10	< 10	< 10
CL7 20 m	< 10	< 10	< 10
CL7 40 m	< 10	< 10	< 10
CL7 fondo	< 10	< 10	< 10
CL8 sup	< 10	< 10	< 10
CL8 20 m	< 10	< 10	< 10
CL8 40 m	< 10	< 10	< 10
CL8 fondo	< 10	< 10	< 10

### 3.1.6. METALLI PESANTI

Le concentrazioni dei metalli determinati nella colonna d'acqua nelle campagne oggetto di questa relazione sono riportate in Tab. 3-IV.

A **giugno cadmio, mercurio** (eccetto un campione), **rame e indio** sono risultati inferiori ai limiti di rilevabilità mentre il **ferro** è stato rilevato solo in 5 campioni casualmente distribuiti e con valori prossimi al relativo limite. Le concentrazioni di **piombo** sono risultate superiori al proprio limite in circa il 50% dei campioni con un massimo di 0,25 µg l<sup>-1</sup> raggiunto in superficie della stazione CL3. Situazione simile per lo **zinco** che, tuttavia, è

apparso più variabile (coefficiente di variazione CV ~ 70%), con il massimo assoluto in superficie della CL1 (15,2  $\mu\text{g l}^{-1}$ ). Tutti gli altri metalli sono stati rilevati ovunque salvo rarissime eccezioni. **Arsenico, bario, vanadio e silicio** sono stati i metalli con le concentrazioni meno variabili sia nella distribuzione orizzontale, sia in quella verticale. In particolare, As e Ba, con un CV ~ 6%, hanno mostrato valori pressoché costanti. I rispettivi massimi sono risultati pari a 1,97  $\mu\text{g l}^{-1}$  (CL5, fondo) e 8,27  $\mu\text{g l}^{-1}$  (CL7, superficie). V e Si, oltre a presentare una maggiore variabilità (CV ~ 28%), sono gli unici due metalli caratterizzati da particolari andamenti nella distribuzione spaziale. Per il primo sono state rilevate concentrazioni maggiori nelle stazioni lontane dalla piattaforma, mentre per il secondo i contenuti maggiori sono stati registrati nei campioni di fondo, indipendentemente dalla posizione delle relative stazioni. I corrispettivi massimi sono risultati pari a 1,45  $\mu\text{g l}^{-1}$  (CL8, 20 m) e 0,28  $\text{mg l}^{-1}$  (CL6, fondo). **Alluminio, cromo e nichel** sono stati i metalli con la maggiore variabilità (CV >65%), senza specifici andamenti spaziali. Le loro concentrazioni, in generale, sono risultate piuttosto basse (di poco superiori ai limiti di rilevabilità), con massimi pari rispettivamente a 8,93  $\mu\text{g l}^{-1}$  (CL1, 20), a 1,16  $\mu\text{g l}^{-1}$  (CL4, 40 m) e a 0,60  $\mu\text{g l}^{-1}$  (CL7, superficie).

A **settembre** la situazione è rimasta simile a quella di giugno per quasi tutte le specie chimiche considerate. **Cadmio, mercurio** (eccetto 2 campioni), **rame e indio** sono rimasti non rilevabili. Anche le concentrazioni di **piombo e zinco** sono apparse quasi sempre sotto i rispettivi limiti, risultando quantificabili soltanto in 6 e 8 campioni rispettivamente, con i massimi di 1,02 e 14,99  $\mu\text{g l}^{-1}$  registrati sul fondo della CL6 e a -20 m della CL8. Il **ferro** è stato rilevato in un numero maggiore di campioni rispetto a giugno, ma le concentrazioni sono rimaste simili; il massimo di 8,35  $\mu\text{g l}^{-1}$  è stato osservato alla quota 20 m della CL4. **Arsenico, bario, vanadio e silicio** sono apparsi caratterizzati dalla stessa variabilità e valori medi molto simili a quelli di giugno. Un'unica differenza ha riguardato V, che in questo survey non ha evidenziato differenze importanti nel confronto tra stazioni interne ed esterne del reticolo di campionamento. La massima concentrazione di As è stata registrata a -20 m della stazione CL6 (2,03  $\mu\text{g l}^{-1}$ ), quella di V al fondo della CL7 (0,87  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) e quella di Ba sempre al fondo ma della stazione CL6 (8,46  $\mu\text{g l}^{-1}$ ). Infine, Si ha presentato il massimo valore al fondo della stazione CL5 (0,31  $\text{mg l}^{-1}$ ). Anche l'**alluminio** è apparso simile alla crociera precedente in termini di variabilità e concentrazioni, mentre **cromo e nichel** sono apparsi più uniformi rispetto a giugno (CV >30%), mantenendo comunque concentrazioni in range simili. Anche in questo survey, tutti e tre questi elementi non hanno mostrato alcun trend particolare nella loro distribuzione spaziale. I rispettivi

massimi assoluti sono stati raggiunti tutti nella stazione CL1, al fondo per Al (17,97  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) e Ni (0,79  $\mu\text{g l}^{-1}$ ), e alla quota 40 m per Cr (0,28  $\mu\text{g l}^{-1}$ ).

**Tab. 3-IV** – Metalli pesanti ( $\mu\text{g/l}$ ; Si in  $\text{mg/l}$ ) determinati a giugno, settembre e dicembre 2016.

Stazione	Giugno 2016													
	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
CL1 sup	2,51	1,51	7,93	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	0,19	< 0,1	< 0,1	0,37	15,23	< 0,1	0,13
CL1 20 m	8,93	1,76	8,06	< 0,1	0,35	8,79	< 0,1	0,52	0,22	< 0,1	0,64	8,29	< 0,1	0,14
CL1 40 m	1,86	1,74	7,67	< 0,1	0,21	< 5	< 0,1	0,20	< 0,1	< 0,1	0,48	< 0,1	< 0,1	0,14
CL1 fondo	3,42	1,76	7,88	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	0,32	< 0,1	< 0,1	0,56	7,85	< 0,1	0,20
CL2 sup	1,67	1,85	7,88	< 0,1	0,14	< 5	< 0,1	0,20	< 0,1	< 0,1	0,48	1,64	< 0,1	0,13
CL2 20 m	3,05	1,69	7,99	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	0,37	< 0,1	< 0,1	0,54	2,50	< 0,1	0,15
CL2 40 m	1,94	1,72	7,50	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,63	3,99	< 0,1	0,16
CL2 fondo	5,96	1,71	7,87	< 0,1	0,52	8,46	< 0,1	0,22	0,16	< 0,1	0,75	4,33	< 0,1	0,21
CL3 sup	2,27	1,62	7,93	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	0,30	0,25	< 0,1	0,67	0,68	< 0,1	0,13
CL3 20 m	3,56	1,51	7,86	< 0,1	0,24	< 5	< 0,1	0,20	0,11	< 0,1	0,79	2,51	< 0,1	0,15
CL3 40 m	3,78	1,91	7,60	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	0,14	0,24	< 0,1	0,89	3,57	< 0,1	0,15
CL3 fondo	2,83	1,53	7,14	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	0,12	0,12	< 0,1	0,60	2,68	< 0,1	0,21
CL4 sup	5,28	1,76	8,08	< 0,1	0,24	5,96	< 0,1	0,49	0,24	< 0,1	0,75	5,92	< 0,1	0,13
CL4 20 m	6,65	1,84	7,78	< 0,1	0,21	< 5	< 0,1	0,29	0,22	< 0,1	0,78	4,41	< 0,1	0,13
CL4 40 m	4,83	1,45	7,50	< 0,1	1,16	< 5	< 0,1	0,34	0,16	< 0,1	0,91	4,17	< 0,1	0,16
CL4 fondo	1,81	1,88	7,94	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	0,18	0,11	< 0,1	0,84	< 0,1	< 0,1	0,21
CL5 sup	1,62	1,76	8,06	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,20	< 0,1	< 0,1	0,87	< 0,1	< 0,1	0,12
CL5 20 m	6,08	1,38	7,77	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	0,25	< 0,1	< 0,1	0,84	7,41	< 0,1	0,11
CL5 40 m	1,84	1,78	7,50	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	0,80	< 0,1	< 0,1	0,16
CL5 fondo	1,74	1,97	7,90	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	0,12	< 0,1	< 0,1	1,10	< 0,1	< 0,1	0,19
CL6 sup	1,41	1,74	7,92	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	0,14	0,22	< 0,1	0,98	< 0,1	< 0,1	0,13
CL6 20 m	1,50	1,77	7,50	< 0,1	0,14	< 5	< 0,1	0,12	< 0,1	< 0,1	0,90	< 0,1	< 0,1	0,13
CL6 40 m	1,78	1,78	7,57	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	0,14	< 0,1	< 0,1	1,00	< 0,1	< 0,1	0,15
CL6 fondo	1,22	1,70	7,99	< 0,1	0,14	< 5	< 0,1	0,16	< 0,1	< 0,1	1,01	< 0,1	< 0,1	0,28
CL7 sup	8,38	1,65	8,27	< 0,1	0,26	8,35	< 0,1	0,60	0,17	< 0,1	1,19	6,07	< 0,1	0,12
CL7 20 m	1,69	1,79	7,83	< 0,1	0,12	< 5	< 0,1	0,15	< 0,1	< 0,1	1,16	< 0,1	< 0,1	0,15
CL7 40 m	3,51	1,87	7,77	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,1	1,17	6,71	< 0,1	0,15
CL7 fondo	2,99	1,71	7,93	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	0,42	< 0,1	< 0,1	1,19	0,20	< 0,1	0,20
CL8 sup	1,65	1,54	7,98	< 0,1	0,18	< 5	0,18	0,21	< 0,1	< 0,1	1,20	< 0,1	< 0,1	0,14
CL8 20 m	4,96	1,72	7,90	< 0,1	0,26	6,09	< 0,1	0,43	0,12	< 0,1	1,45	8,21	< 0,1	0,14
CL8 40 m	1,96	1,94	7,74	< 0,1	0,21	< 5	< 0,1	0,13	< 0,1	< 0,1	1,30	< 0,1	< 0,1	0,17
CL8 fondo	1,85	1,79	8,06	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	0,14	< 0,1	< 0,1	1,37	< 0,1	< 0,1	0,20

Tab. 3-IV – Continuo.

Settembre 2016														
Stazione	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
CL1 sup	2,08	1,82	7,86	< 0,1	0,13	< 5	< 0,1	0,41	< 0,1	< 0,1	0,19	< 0,1	< 0,1	0,17
CL1 20 m	2,93	1,90	8,11	< 0,1	0,23	5,22	< 0,1	0,51	< 0,1	< 0,1	0,43	< 0,1	< 0,1	0,16
CL1 40 m	3,92	1,60	8,30	< 0,1	0,28	5,30	< 0,1	0,44	< 0,1	< 0,1	0,38	< 0,1	< 0,1	0,27
CL1 fondo	17,97	1,55	7,05	< 0,1	0,19	6,92	< 0,1	0,79	0,11	< 0,1	0,26	< 0,1	< 0,1	0,26
CL2 sup	5,68	1,52	8,03	< 0,1	0,21	6,03	0,18	0,60	0,16	< 0,1	0,64	< 0,1	< 0,1	0,14
CL2 20 m	4,06	1,96	7,92	< 0,1	0,21	6,70	< 0,1	0,31	< 0,1	< 0,1	0,48	< 0,1	< 0,1	0,15
CL2 40 m	2,07	1,63	7,74	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	0,30	< 0,1	< 0,1	0,56	< 0,1	< 0,1	0,27
CL2 fondo	2,59	1,56	8,19	< 0,1	0,14	< 5	< 0,1	0,28	< 0,1	< 0,1	0,46	< 0,1	< 0,1	0,30
CL3 sup	2,91	1,80	8,42	< 0,1	0,22	5,27	< 0,1	0,41	< 0,1	< 0,1	0,27	< 0,1	< 0,1	0,16
CL3 20 m	2,54	1,76	7,65	< 0,1	0,12	5,21	< 0,1	0,31	< 0,1	< 0,1	0,44	< 0,1	< 0,1	0,15
CL3 40 m	3,53	2,03	7,79	< 0,1	0,16	5,66	< 0,1	0,32	< 0,1	< 0,1	0,51	< 0,1	< 0,1	0,27
CL3 fondo	3,23	1,76	8,13	< 0,1	0,11	5,87	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,1	0,45	< 0,1	< 0,1	0,31
CL4 sup	5,76	1,57	7,79	< 0,1	0,19	7,03	< 0,1	0,54	< 0,1	< 0,1	0,30	5,84	< 0,1	0,15
CL4 20 m	6,69	1,40	8,00	< 0,1	0,24	8,35	< 0,1	0,41	< 0,1	< 0,1	0,37	< 0,1	< 0,1	0,15
CL4 40 m	3,18	1,79	7,62	< 0,1	0,14	6,74	< 0,1	0,34	< 0,1	< 0,1	0,49	< 0,1	< 0,1	0,26
CL4 fondo	3,81	1,74	8,21	< 0,1	0,15	5,92	< 0,1	0,28	< 0,1	< 0,1	0,56	< 0,1	< 0,1	0,30
CL5 sup	2,83	1,77	8,09	< 0,1	0,11	5,23	< 0,1	0,43	< 0,1	< 0,1	0,53	< 0,1	< 0,1	0,16
CL5 20 m	4,56	1,54	7,61	< 0,1	0,17	6,70	< 0,1	0,46	0,15	< 0,1	0,31	6,47	< 0,1	0,18
CL5 40 m	4,17	1,60	7,69	< 0,1	0,19	7,28	< 0,1	0,47	< 0,1	< 0,1	0,54	3,74	< 0,1	0,24
CL5 fondo	3,91	1,94	8,30	< 0,1	0,17	6,84	< 0,1	0,34	< 0,1	< 0,1	0,60	< 0,1	< 0,1	0,31
CL6 sup	5,18	1,42	7,70	< 0,1	0,19	7,32	< 0,1	0,41	< 0,1	< 0,1	0,37	4,57	< 0,1	0,15
CL6 20 m	2,20	2,03	7,80	< 0,1	0,16	6,13	< 0,1	0,32	< 0,1	< 0,1	0,49	< 0,1	< 0,1	0,15
CL6 40 m	3,69	1,68	7,81	< 0,1	0,17	6,30	< 0,1	0,40	< 0,1	< 0,1	0,58	< 0,1	< 0,1	0,26
CL6 fondo	8,74	1,83	8,46	< 0,1	0,27	7,35	< 0,1	0,52	1,02	< 0,1	0,54	5,14	< 0,1	0,27
CL7 sup	5,88	1,72	7,56	< 0,1	0,16	6,81	< 0,1	0,45	0,20	< 0,1	0,41	0,84	< 0,1	0,14
CL7 20 m	9,61	2,00	7,67	< 0,1	0,17	7,33	< 0,1	0,35	< 0,1	< 0,1	0,55	< 0,1	< 0,1	0,14
CL7 40 m	3,16	1,79	7,59	< 0,1	0,12	5,97	< 0,1	0,29	< 0,1	< 0,1	0,57	< 0,1	< 0,1	0,27
CL7 fondo	6,65	1,89	8,11	< 0,1	0,19	8,23	< 0,1	0,40	0,40	< 0,1	0,87	7,28	< 0,1	0,28
CL8 sup	3,86	1,57	7,98	< 0,1	0,15	6,25	0,16	0,37	< 0,1	< 0,1	0,66	< 0,1	< 0,1	0,18
CL8 20 m	4,39	1,69	7,74	< 0,1	0,22	8,07	< 0,1	0,37	< 0,1	< 0,1	0,54	14,99	< 0,1	0,17
CL8 40 m	3,29	1,78	7,48	< 0,1	0,11	6,56	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,1	0,61	< 0,1	< 0,1	0,21
CL8 fondo	3,42	1,85	8,41	< 0,1	0,10	6,34	< 0,1	0,24	< 0,1	< 0,1	0,72	< 0,1	< 0,1	0,29

Tab. 3-IV – Continuo.

Stazione	Dicembre 2016													
	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
CL1 sup	4,33	1,25	6,99	< 0,1	0,23	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,05	10,56	< 0,1	0,13
CL1 20 m	4,77	1,20	9,51	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	1,09	5,98	< 0,1	< 0,1
CL1 40 m	4,26	1,24	6,86	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,09	9,94	< 0,1	0,12
CL1 fondo	4,59	1,34	7,85	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,21	3,11	< 0,1	0,24
CL2 sup	4,65	1,33	7,33	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,20	7,56	< 0,1	< 0,1
CL2 20 m	4,52	1,40	7,09	< 0,1	0,18	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,26	< 0,1	< 0,1	< 0,1
CL2 40 m	3,91	1,31	6,85	< 0,1	0,14	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,26	< 0,1	< 0,1	0,13
CL2 fondo	4,54	1,39	7,96	< 0,1	0,22	5,74	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,33	4,33	< 0,1	0,24
CL3 sup	5,35	1,34	6,77	< 0,1	0,23	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,24	11,24	< 0,1	< 0,1
CL3 20 m	5,44	1,40	7,08	< 0,1	0,23	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,28	17,78	< 0,1	0,13
CL3 40 m	4,19	1,40	7,27	< 0,1	0,18	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,13	< 0,1	< 0,1	0,14
CL3 fondo	3,77	1,54	7,86	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	0,41	< 0,1	< 0,1	1,28	< 0,1	< 0,1	0,24
CL4 sup	5,15	1,19	6,97	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,30	9,50	< 0,1	0,13
CL4 20 m	5,59	1,12	6,68	< 0,1	0,18	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,18	5,68	< 0,1	0,15
CL4 40 m	4,89	1,33	6,83	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,30	11,63	< 0,1	0,10
CL4 fondo	3,25	1,43	7,65	< 0,1	0,21	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,28	2,77	< 0,1	0,22
CL5 sup	4,09	1,50	7,39	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,33	15,13	< 0,1	0,17
CL5 20 m	3,05	1,17	7,08	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,21	< 0,1	< 0,1	0,14
CL5 40 m	3,95	1,48	6,69	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,28	14,54	< 0,1	0,12
CL5 fondo	7,05	1,47	7,65	< 0,1	0,41	6,31	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,50	7,10	< 0,1	0,20
CL6 sup	4,47	1,44	6,78	< 0,1	0,18	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,36	13,68	< 0,1	0,12
CL6 20 m	4,11	1,08	6,93	< 0,1	0,32	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,45	10,81	< 0,1	0,11
CL6 40 m	6,72	1,30	6,69	< 0,1	0,30	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,47	2,30	< 0,1	0,11
CL6 fondo	5,00	1,39	7,45	< 0,1	0,25	6,64	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,58	12,38	< 0,1	0,23
CL7 sup	4,03	1,26	6,63	< 0,1	0,20	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,12	8,72	< 0,1	0,11
CL7 20 m	2,54	1,50	6,97	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,11	1,95	< 0,1	0,18
CL7 40 m	2,80	1,27	7,16	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,10	< 0,1	< 0,1	0,15
CL7 fondo	4,38	1,42	7,75	< 0,1	0,23	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,36	9,55	< 0,1	0,26
CL8 sup	5,86	1,46	7,33	< 0,1	0,25	5,44	< 0,1	< 0,1	0,12	0,42	1,37	15,67	< 0,1	< 0,1
CL8 20 m	15,05	1,19	7,38	< 0,1	0,12	11,50	< 0,1	0,33	0,13	0,26	1,22	1,02	< 0,1	< 0,1
CL8 40 m	4,96	1,39	7,21	< 0,1	0,25	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,10	1,40	14,42	< 0,1	< 0,1
CL8 fondo	4,12	1,32	8,04	< 0,1	0,25	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,22	1,44	5,94	< 0,1	0,24

A **dicembre** la situazione non si è discostata molto dalle precedenti, con **cadmio**, **mercurio**, **rame** (eccetto alle 4 quote della stazione CL8) e **indio** sempre al di sotto dei rispettivi limiti, e **ferro** e **piombo** rilevabili rispettivamente in 5 e 3 campioni; a differenza delle crociere precedenti, a dicembre anche il **nicel** è risultato pressoché assente essendo stato quantificato solo a 20 m della CL8 e sul fondo della CL3. Lo **zinco**, contrariamente a giugno e settembre, è stato rilevato in oltre l'80% dei campioni (massimo di 17,78  $\mu\text{g l}^{-1}$  in superficie della CL3), ma mediamente è rimasto simile. Anche **arsenico**, **bario** e **silicio** sono rimasti simili rispetto alle crociere precedenti. I loro valori massimi sono stati raggiunti rispettivamente al fondo della stazione CL3 (1,54  $\mu\text{g l}^{-1}$ ), alla quota 20 m della CL1 (9,51  $\mu\text{g l}^{-1}$ ), al fondo della CL7 (0,26  $\mu\text{g l}^{-1}$ ). Da rilevare che anche a dicembre Si è risultato maggiormente presente alle quote di fondo. Il **vanadio** è l'elemento con le

maggiori differenze rispetto ai mesi precedenti. Infatti, a fronte di una diminuita variabilità delle concentrazioni (CV ~ 10%) ha evidenziato un aumento notevole delle concentrazioni, con un massimo di  $1,58 \mu\text{g l}^{-1}$  raggiunto al fondo della CL6.

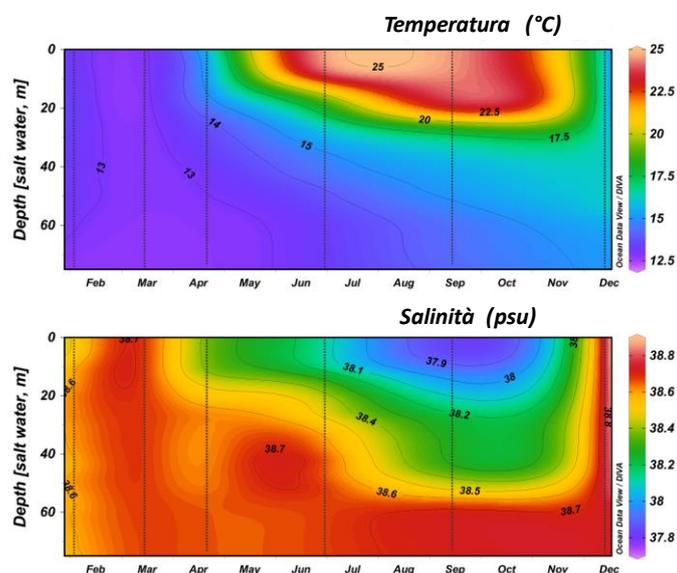
Infine, **romo** e **alluminio** sono risultati praticamente invariati senza alcun particolare andamento nella distribuzione spaziale. I massimi di  $0,41$  e  $15,05 \mu\text{g l}^{-1}$  sono stati registrati rispettivamente a  $-20$  m della CL8 e sul fondo della CL5.

### 3.1.7. CONSIDERAZIONI E ANALISI DEI DATI SUL CICLO ANNUALE

#### 3.1.7.1 Indagini fisiche, chimiche e biologiche

In questo capitolo vengono analizzati i risultati dei monitoraggi effettuati nell'area della piattaforma Clara NW durante il 2016 nelle campagne di febbraio (ENI1\_2016), marzo (ENI2\_2016), aprile (ENI3\_2016), giugno (ENI4\_2016), settembre (ENI5\_2016) e dicembre (ENI6\_2016).

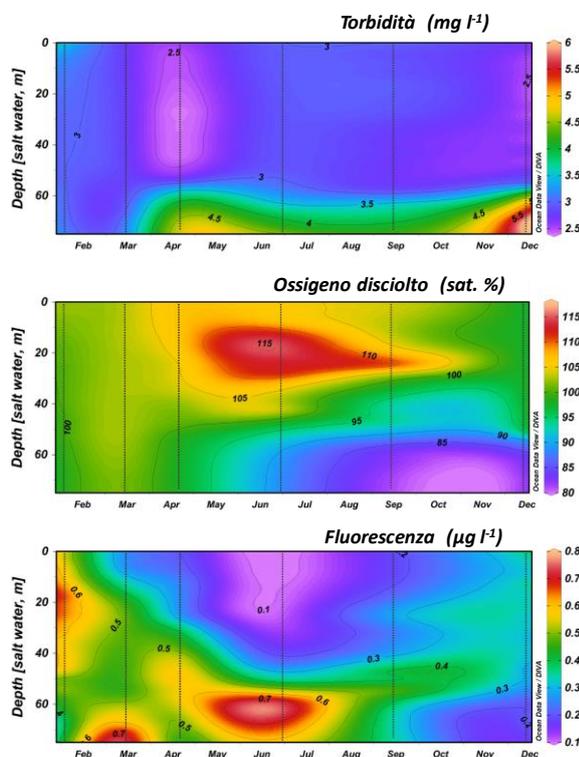
I parametri conservativi (temperatura e salinità) hanno seguito nello strato superficiale il ciclo stagionale con minimi di temperatura di  $12,5^{\circ}\text{C}$  in febbraio e massimi di  $24,8^{\circ}\text{C}$  in giugno (fig. 3.22). La salinità è variata da  $37,7$  a  $38,8$  psu con minimi in giugno e settembre. La variabilità delle condizioni termo-aline al fondo è risultata più contenuta, con temperature nel range  $12,7$ - $15,6^{\circ}\text{C}$  e salinità fra  $38,6$  e  $38,7$  psu.



**Fig. 3.22** - Andamento temporale della temperatura (in  $^{\circ}\text{C}$ ) e della salinità (in psu) nel periodo di campionamento (da febbraio a dicembre 2016).

Le concentrazioni di materiale sospeso sono tendenzialmente aumentate verso il fondo in tutti i periodi ma in modo particolarmente evidente ad aprile e dicembre (fig. 3.23). Le massime concentrazioni dell'ossigeno disciolto sono state rilevate nel periodo più caldo a

quote intorno a 20 m, le minime verso il fondo in settembre e dicembre. Non si sono tuttavia verificati eventi di anossia o ipossia (fig. 3.23). L'attività fotosintetica, come evidenziato dalla fluorescenza *in situ*, ha seguito un andamento annuale con valori più elevati in superficie a febbraio, con una tendenza dei picchi di concentrazione a spostarsi più in profondità in primavera e in estate (fig. 3.23).



**Fig. 3.23** - Andamento temporale della torbidità (in  $\text{mg l}^{-1}$ ), dell'ossigeno disciolto (in % di saturazione) e della fluorescenza *in situ* (espressa come  $\mu\text{g l}^{-1}$  di clorofilla) nel periodo di campionamento (da febbraio a dicembre 2016).

Allo scopo di mettere in evidenza eventuali alterazioni nei parametri ambientali causate dalle attività di estrazione, sono state analizzate per ogni campagna le differenze fra le stazioni a 100 m dalla piattaforma (stazioni CL1, CL2, CL3, CL4), che più direttamente possono essere modificate nelle loro caratteristiche ambientali dalle attività in corso estrattive, e le stazioni localizzate a 2000 m (staz. CL5, CL6, CL7, CL8), considerate come controllo di riferimento. Da questa analisi non sono emerse differenze per quanto riguarda le condizioni oceanografiche generali (temperatura, salinità, ossigeno disciolto), mentre sono state evidenziate alcune differenze nelle concentrazioni medie dei vari parametri analizzati (Tabb. 3-V e 3-VI). Nelle stazioni a 100 m sono risultati più elevati i nitrati in febbraio e in marzo (fig. 3.24), i nitriti in marzo, gli ortofosfati nel 2° semestre (fig. 3.25) e gli ortosilicati in aprile e settembre, mentre il TSM è risultato maggiore nelle stazioni a 2000 m in marzo e in giugno (fig. 3.26). Per le clorofille non sono state rilevate variazioni

significative correlate alla presenza della piattaforma (fig. 3.27).

Da notare, inoltre, che la variabilità dei diversi parametri considerati è risultata spesso maggiore all'interno dello stesso gruppo di stazioni (100 o 2000 m) rispetto a quella fra i due gruppi stazioni, come evidenziato dai valori della deviazione standard.

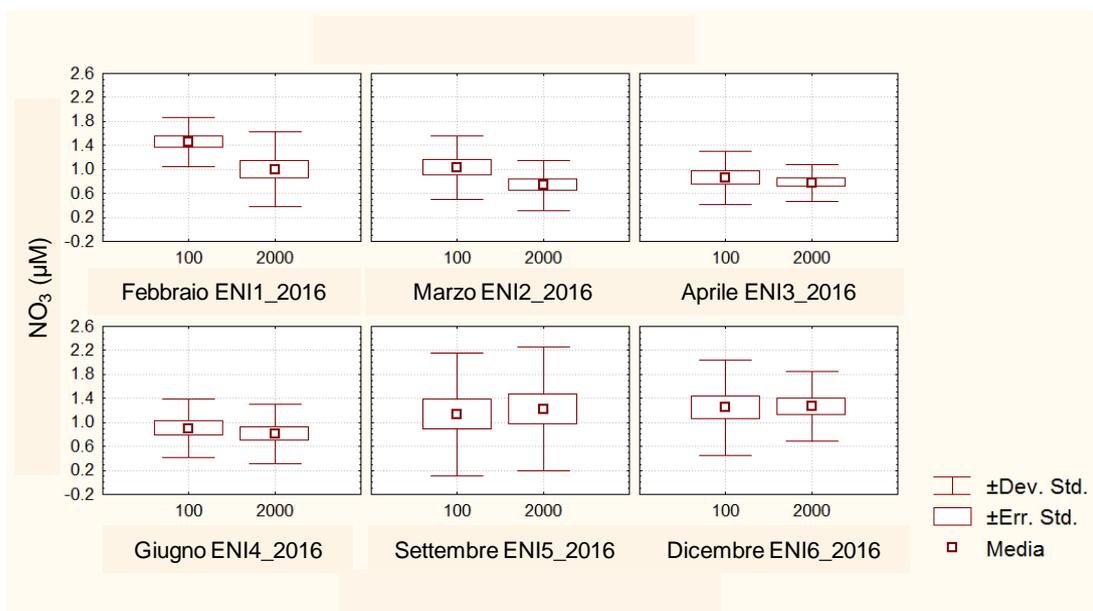
In conclusione, quindi, i trend osservati possono essere attribuiti in larga parte alla variabilità delle condizioni idrologiche nell'area e lungo la colonna, piuttosto che alla presenza della piattaforma.

**Tab. 3-V** - Medie della temperatura, salinità, % di saturazione dell'ossigeno disciolto, concentrazione di nitriti, nitrati, ammoniaca, ortofosfati ed ortosilicati nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. CL1, CL2, CL3, CL4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. CL5, CL6, CL7, CL8), nelle campagne effettuate nel 2016.

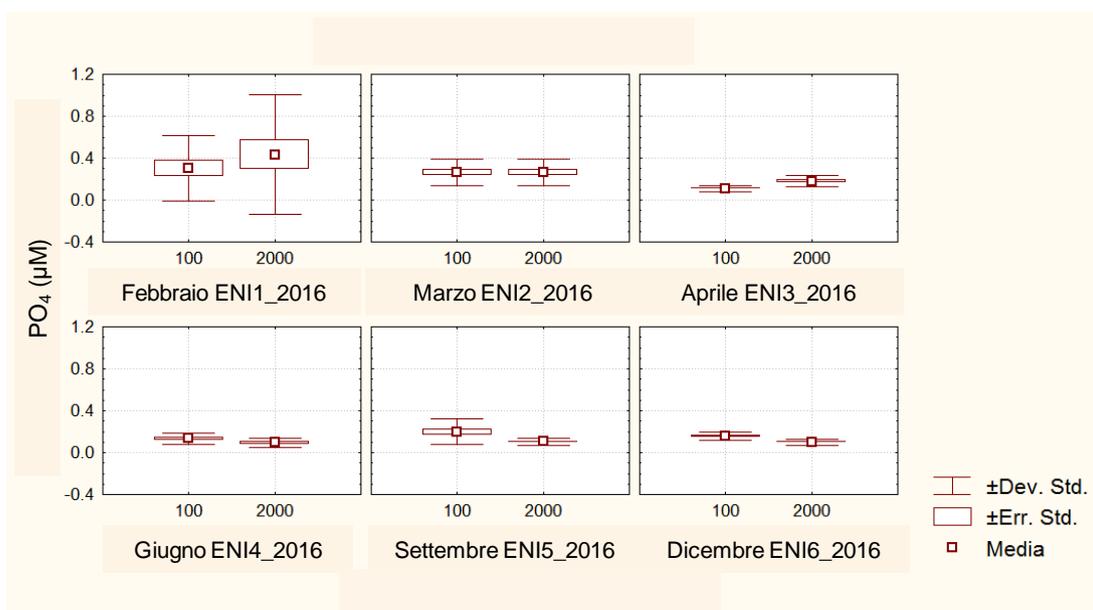
Survey	Distanza Piatt. [m]	Temp. [°C]	Salinità [psu]	Ossigeno [sat %]	NO <sub>2</sub> [μM]	NO <sub>3</sub> [μM]	NH <sub>3</sub> [μM]	PO <sub>4</sub> [μM]	Si(OH) <sub>4</sub> [μM]
ENI1_2016	100	13.12	38.57	100.4	0.27	1.46	0.58	0.30	2.36
	2000	13.22	38.60	100.5	0.32	1.00	0.47	0.43	2.20
ENI2_2016	100	12.86	38.68	102.5	0.47	1.03	0.62	0.26	1.42
	2000	12.87	38.68	102.7	0.36	0.74	0.67	0.27	1.25
ENI3_2016	100	13.96	38.56	103.2	0.27	0.86	0.58	0.11	2.15
	2000	14.16	38.55	103.2	0.24	0.78	0.77	0.18	1.66
ENI4_2016	100	17.65	38.46	102.4	0.17	0.90	0.56	0.14	1.37
	2000	17.77	38.47	103.5	0.15	0.81	0.42	0.09	1.98
ENI5_2016	100	19.39	38.22	96.4	0.21	1.13	0.92	0.20	3.71
	2000	19.39	38.24	97.1	0.18	1.22	1.15	0.10	3.04
ENI6_2016	100	15.94	38.75	93.6	0.17	1.25	0.54	0.16	2.90
	2000	15.97	38.75	93.6	0.22	1.27	0.62	0.10	2.69

**Tab. 3-VI** - Medie del sospeso totale (TSM), clorofilla c (Chl\_c), clorofilla b (Chl\_b) e clorofilla a (Chl\_a) nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. CL1, CL2, CL3, CL4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. CL5, CL6, CL7, CL8), nelle campagne effettuate nel 2016.

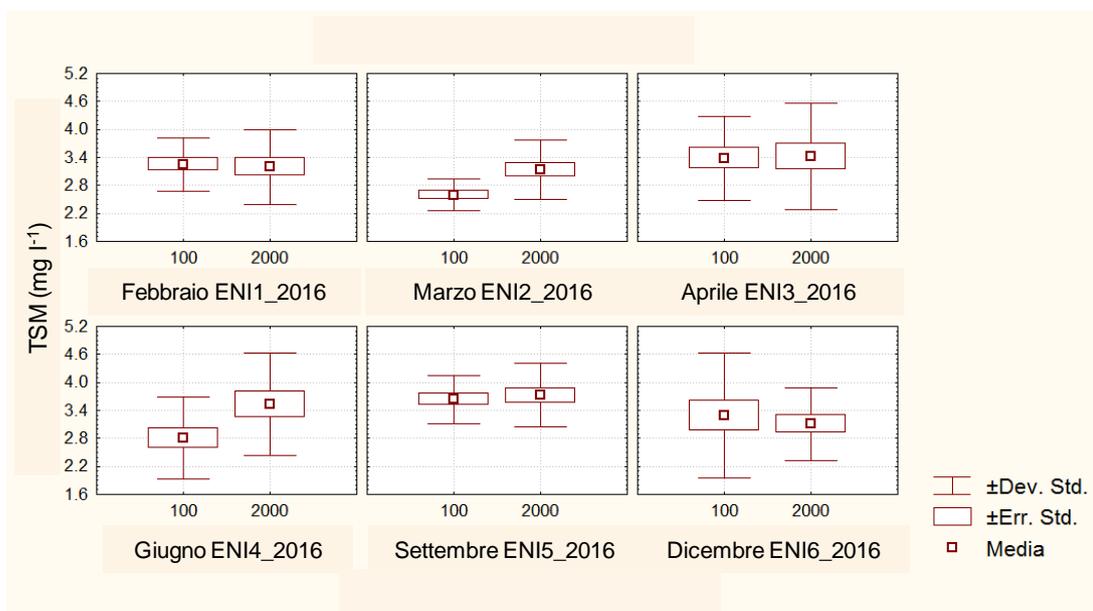
Survey	Distanza Piatt. [m]	TSM [mg l <sup>-1</sup> ]	Chl_c [ng l <sup>-1</sup> ]	Chl_b [ng l <sup>-1</sup> ]	Chl_a [ng l <sup>-1</sup> ]
ENI1_2016	100	3.25	29.46	152.70	425.59
	2000	3.20	31.61	140.51	410.22
ENI2_2016	100	2.60	26.77	52.66	472.21
	2000	3.14	27.57	60.03	477.93
ENI3_2016	100	3.39	13.43	35.83	269.99
	2000	3.42	16.38	40.91	241.11
ENI4_2016	100	2.80	16.34	35.36	194.14
	2000	3.52	18.69	38.25	210.57
ENI5_2016	100	3.64	13.56	42.38	218.16
	2000	3.73	12.31	49.68	212.29
ENI6_2016	100	3.29	6.43	9.20	243.22
	2000	3.11	7.73	9.20	262.41



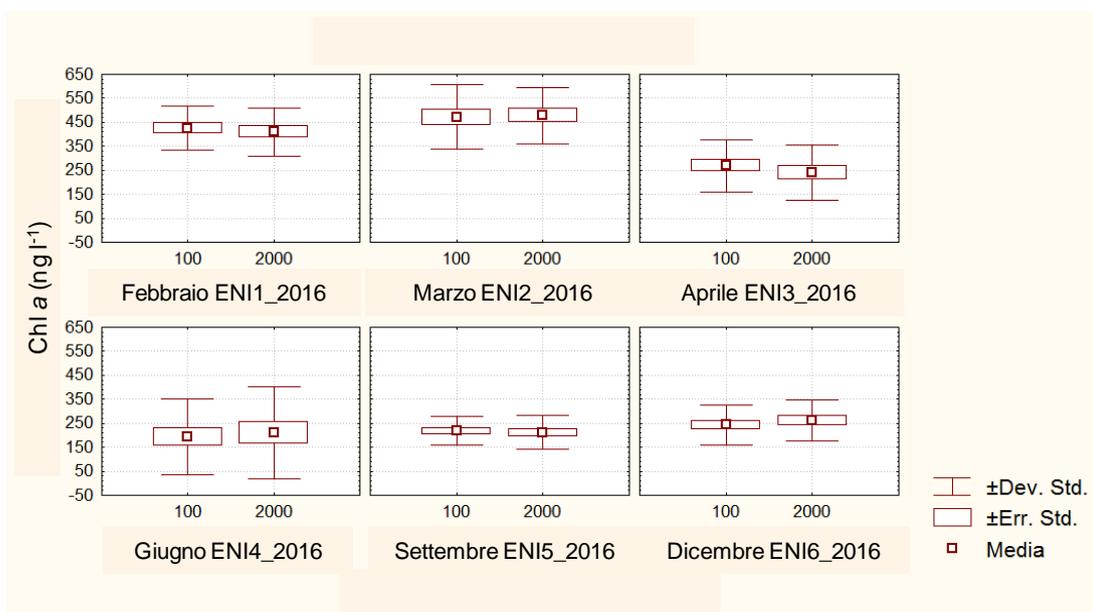
**Fig. 3.24** - Box plot (media, deviazione standard ed errore standard) della concentrazione di nitrati ( $\text{NO}_3$ ) nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. CL1, CL2, CL3, CL4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. CL5, CL6, CL7, CL8), nelle campagne effettuate nel 2016. Grafico realizzato con il software STATISTICA.



**Fig. 3.25** - Box plot (media, deviazione standard ed errore standard) della concentrazione di ortofosfati ( $\text{PO}_4$ ) nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. CL1, CL2, CL3, CL4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. CL5, CL6, CL7, CL8), nelle campagne effettuate nel 2016. Grafico realizzato con il software STATISTICA.



**Fig. 3.26** - Box plot (media, deviazione standard ed errore standard) della concentrazione di materiale sospeso – TSM nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. CL1, CL2, CL3, CL4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. CL5, CL6, CL7, CL8), nelle campagne effettuate nel 2016. Grafico realizzato con il software STATISTICA.

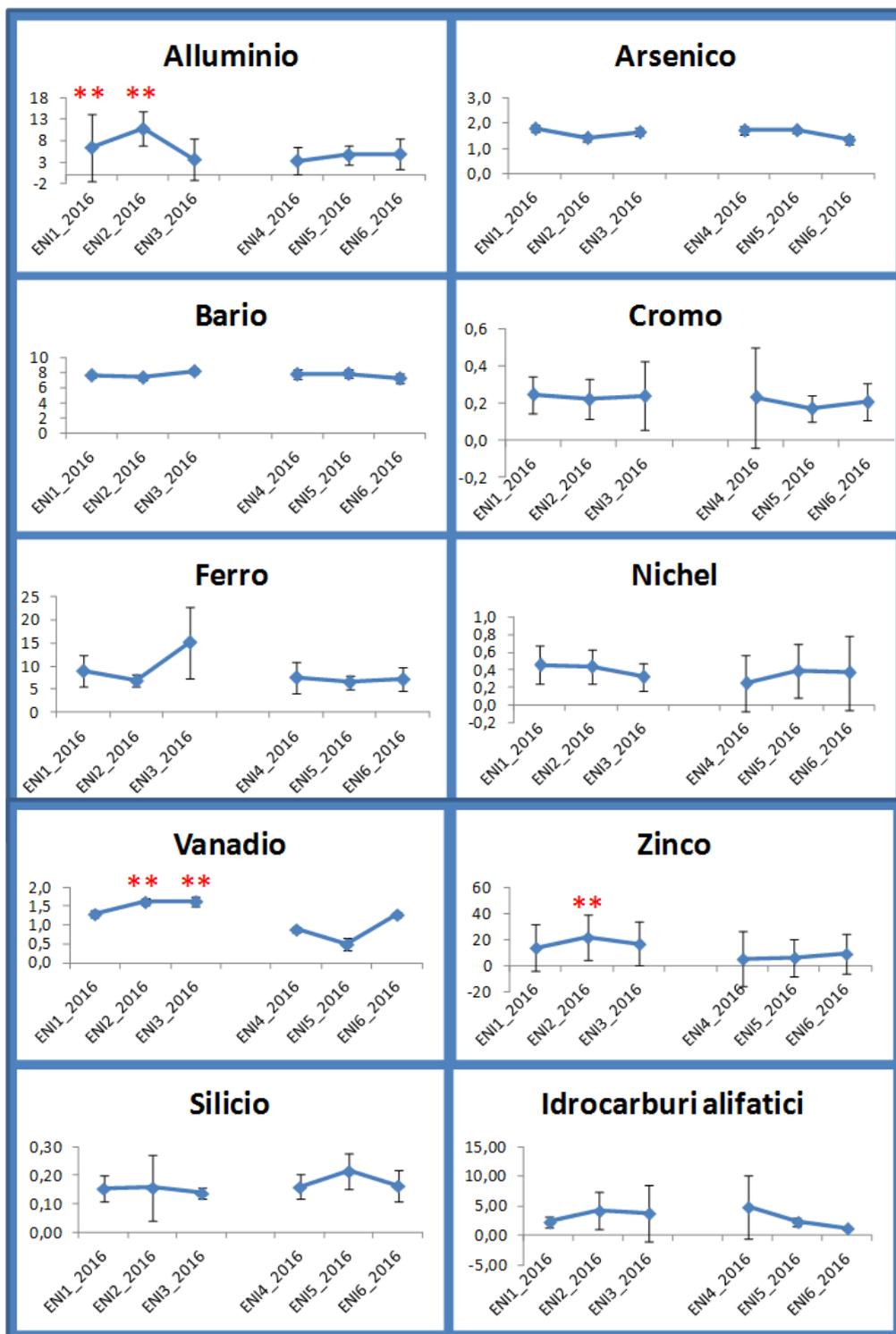


**Fig. 3.27** - Box plot (media, deviazione standard ed errore standard) della concentrazione di clorofilla *a* (Chl *a*) nelle stazioni vicine alla piattaforma (staz. CL1, CL2, CL3, CL4) e nelle stazioni a 2000 m (staz. CL5, CL6, CL7, CL8), nelle campagne effettuate nel 2016. Grafico realizzato con il software STATISTICA.

### 3.1.7.2 Metalli e inquinanti organici

Anche per quanto riguarda gli inquinanti inorganici e organici, le osservazioni effettuate nel secondo semestre 2016 (ENI4, ENI5 ed ENI6) sono state confrontate con i risultati ottenuti nei monitoraggi del primo semestre (ENI1, ENI2 ed ENI3).

Nel dettaglio, in fig. 3.28 sono mostrati i confronti tra le concentrazioni medie ( $\pm$  dev. st.) delle specie chimiche ricercate nelle crociere suddette.



**Fig. 3.28** - Andamenti della concentrazione media e delle rispettive deviazioni standard di alluminio, arsenico, bario, cromo ferro, nichel, vanadio, zinco e silicio nei survey effettuati durante l'anno 2016 (spiegazione nel testo). Analisi statistica realizzata con il software STATISTICA.

Data la scarsità di dati al di sopra del limite di rilevabilità, nessun composto organico, ad eccezione degli IA, è stato incluso in questa analisi. Da tale confronto si sono rilevate alcune differenze significative tra i due periodi analizzati (indicate dal doppio asterisco rosso nella figura). Più nello specifico, le concentrazioni di alluminio, vanadio e zinco sono risultate significativamente maggiori nelle crociere del 1° semestre rispetto a quelle del 2° semestre.

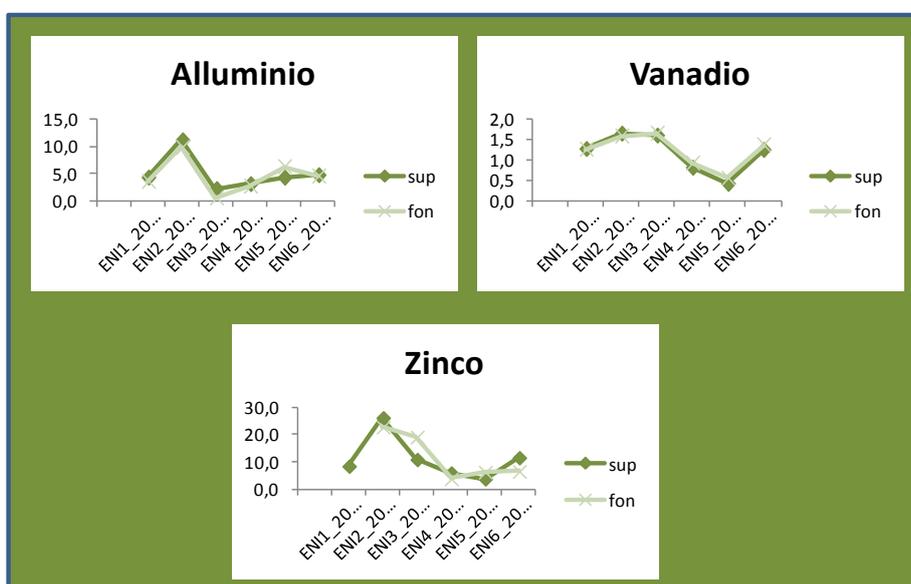
Il confronto effettuato distinguendo le medie tra le stazioni di campionamento vicine alla piattaforma e quelle di controllo (Tab. 3-VII) non evidenzia tuttavia alcuna differenza significativa tra le stazioni per nessun elemento e in nessun survey.

**Tab. 3-VII** - Medie delle concentrazioni dei metalli pesanti e degli Idrocarburi Alifatici rilevate nelle stazioni vicine alla piattaforma (CL1, CL2, CL3, CL4) e in quelle a 2000 m (CL5, CL6, CL7, CL8) nelle campagne effettuate nel 2016.

SURVEY	DIST PIATT	Alluminio	Arsenico	Bario	Cromo	Ferro	Nichel
ENI 1 - 2016	100 m	6,86	1,78	7,72	0,28	8,54	0,50
	2000 m	6,11	1,81	7,62	0,22	9,53	0,42
ENI 2 - 2016	100 m	11,05	1,44	7,46	0,23	6,82	0,44
	2000 m	10,67	1,41	7,30	0,22	6,82	0,45
ENI 3 - 2016	100 m	3,12	1,65	8,11	0,24	-	0,37
	2000 m	4,04	1,66	8,30	0,25	-	0,28
ENI 4 - 2016	100 m	3,77	1,70	7,79	0,28	7,74	0,27
	2000 m	2,84	1,74	7,84	0,18	7,22	0,23
ENI 5 - 2016	100 m	4,56	1,71	7,93	0,18	6,17	0,40
	2000 m	4,85	1,76	7,86	0,17	6,90	0,37
ENI 6 - 2016	100 m	4,58	1,32	7,35	0,19	5,74	0,41
	2000 m	5,20	1,34	7,18	0,23	7,47	0,33

SURVEY	DIST PIATT	Piombo	Vanadio	Zinco	Silice	Id. alif
ENI 1 - 2016	100 m	0,40	1,24	18,12	0,18	2,29
	2000 m	0,22	1,34	-	0,12	-
ENI 2 - 2016	100 m	0,16	1,63	18,56	0,17	-
	2000 m	0,21	1,59	26,36	0,14	-
ENI 3 - 2016	100 m	0,33	1,55	16,37	0,14	-
	2000 m	0,40	1,70	13,86	0,13	-
ENI 4 - 2016	100 m	0,18	0,67	4,84	0,16	-
	2000 m	0,15	1,11	5,72	0,16	-
ENI 5 - 2016	100 m	-	0,43	5,84	0,22	2,28
	2000 m	-	0,56	6,15	0,22	2,29
ENI 6 - 2016	100 m	0,11	1,22	8,34	0,16	1,26
	2000 m	0,13	1,33	9,08	0,16	1,16

La maggiore concentrazione di alcuni elementi nel 1° semestre è quindi imputabile a un generale aumento di questi metalli nell'intera area per i quali non si sono osservate differenze tra le quote superficiale e di fondo (fig. 3.29; i dati intermedi sono stati omessi dai grafici per facilitare la comprensione degli stessi) mettendo in luce una generale omogeneità anche nella colonna d'acqua. Considerati gli analoghi trend generali evidenziati da alcuni parametri idrologici, le differenze riscontrate potrebbero essere imputate alla variabilità ambientale e stagionale della zona. Tutti gli altri elementi hanno invece evidenziato valori medi relativamente costanti con nessuna differenza significativa tra le diverse crociere e tra i due semestri.



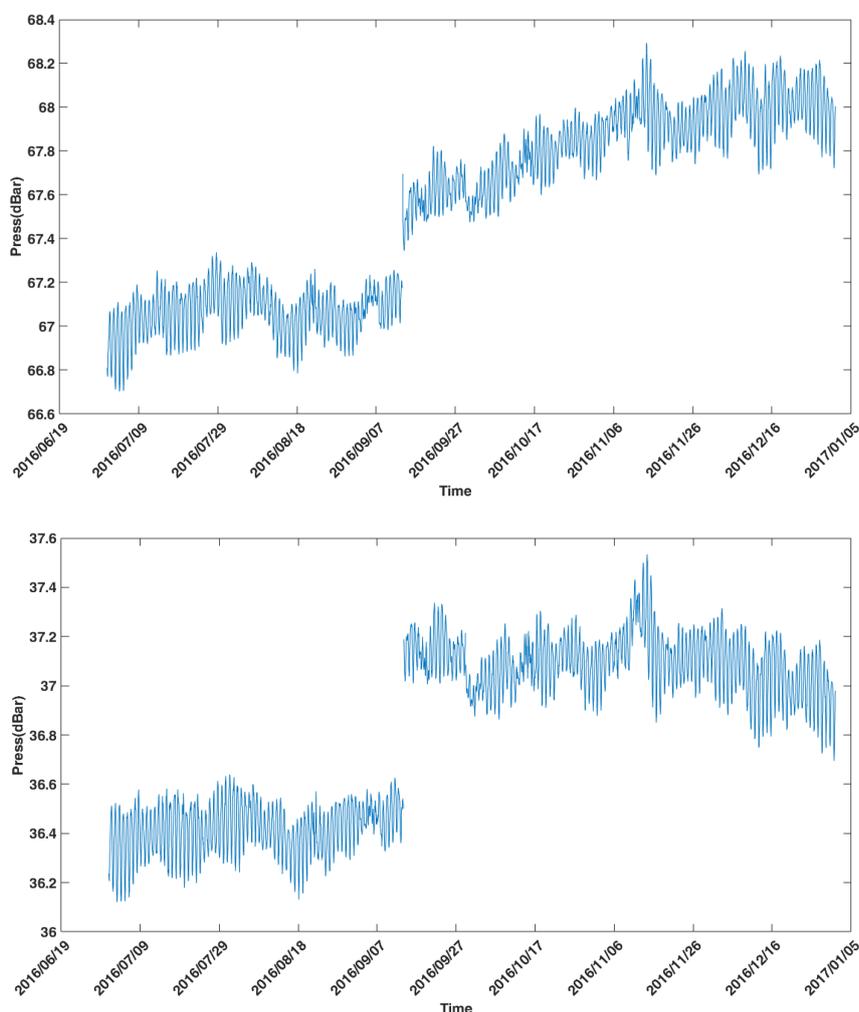
**Fig. 3.29** - Andamenti della concentrazione media di alluminio, vanadio e zinco in superficie e al fondo nei survey effettuati durante l'anno 2016

Alla luce di tutte le considerazioni effettuate non sono stati evidenziati effetti sui parametri analizzati in relazione all'attività della piattaforma Clara NW e, come già sottolineato per i parametri idrologici, talune differenze osservate in alcuni dei survey analizzati sono probabilmente da imputare alla variabilità delle condizioni idrologiche e meteorologiche della zona.

### 3.2. MISURE CORRENTOMETRICHE

Nella presente sezione si riportano i risultati relativi al 2° semestre 2016. Per il semestre precedente consultare Fabi *et al.*, 2016b.

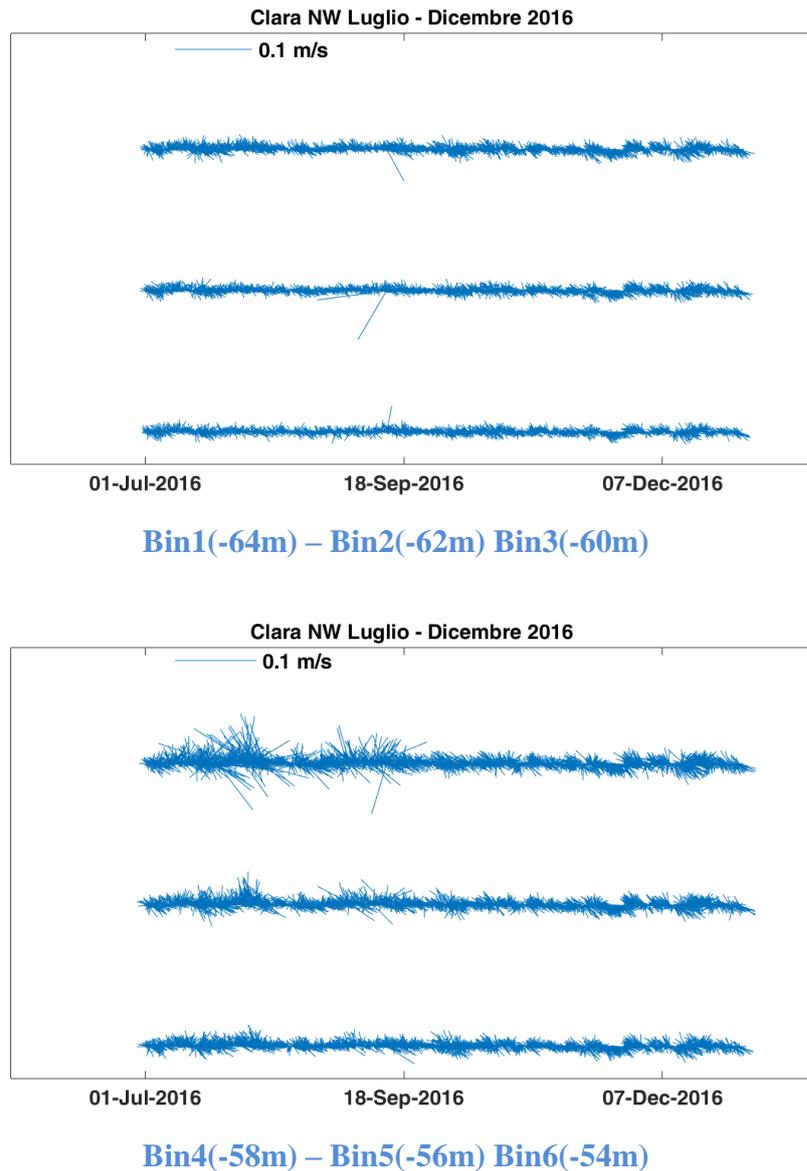
Dal grafico delle pressione (fig. 3.30) è emerso che a seguito del recupero del mooring e del successivo riposizionamento (avvenuti in data 13/09/2016), la posizione dell'ormeggio ha subito un lieve cambiamento (dell'ordine di qualche metro). La variazione, anche se lieve, della topografia locale del fondale marino ha fatto sì che la pressione misurata da entrambi i correntometri abbia subito una lieve variazione ( $> 1$  dBar). A parte ciò, i dati misurati prima e dopo il recupero e il successivo riposizionamento indicano un buon equilibrio dell'ormeggio.



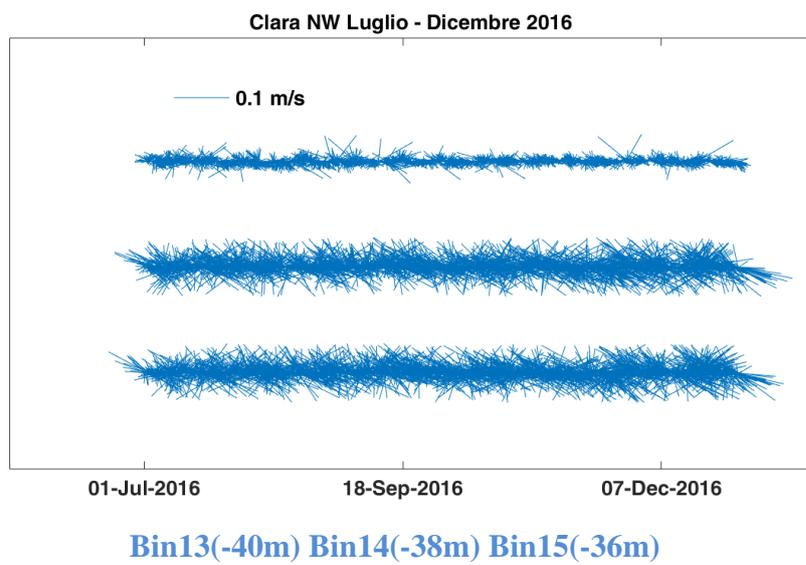
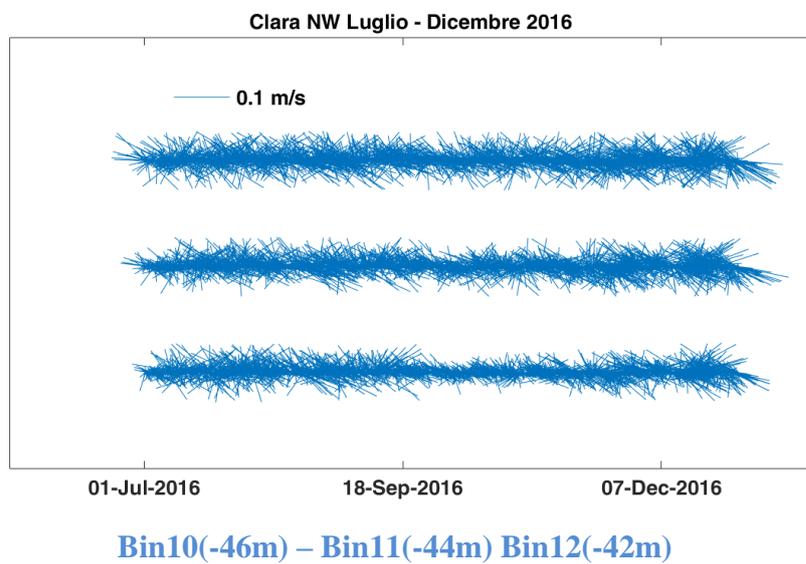
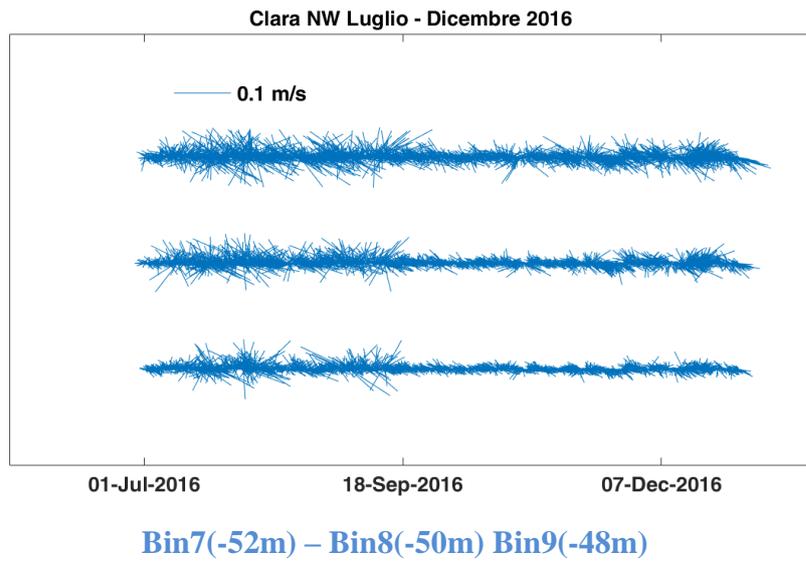
**Fig. 3.30** - Pressione misurata nel periodo luglio - dicembre 2016 dai correntometri posizionati alle quote di 66 m (in alto) e 36 m (in basso) presso Clara NW.

Durante i mesi di luglio e agosto le correnti presenti tra -66 m e -36 m di profondità sono risultate tendenzialmente dirette verso Nord e verso Nord-Est, mentre negli strati più

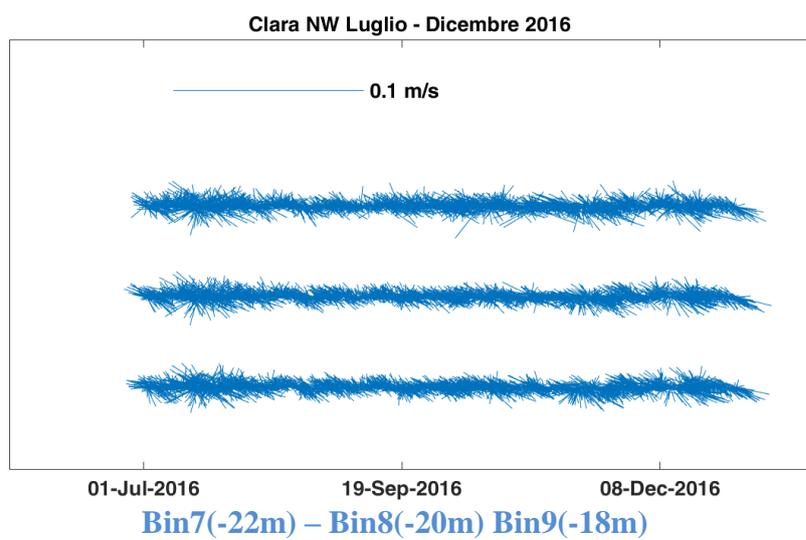
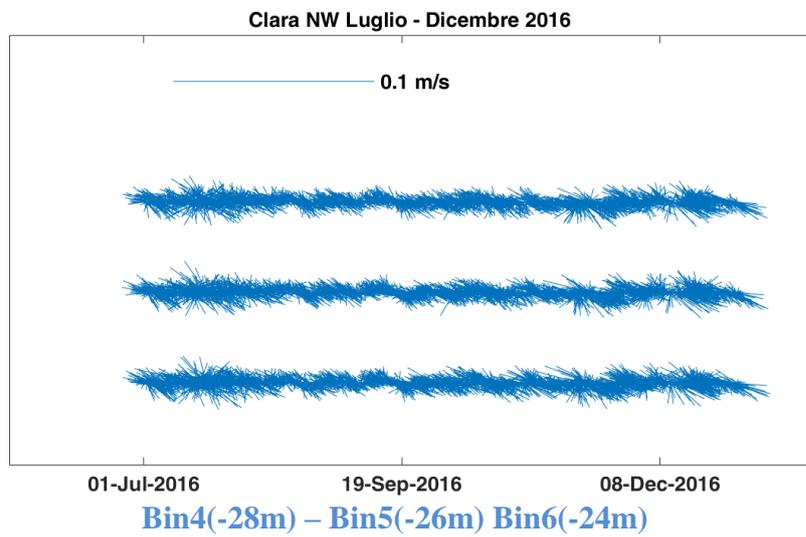
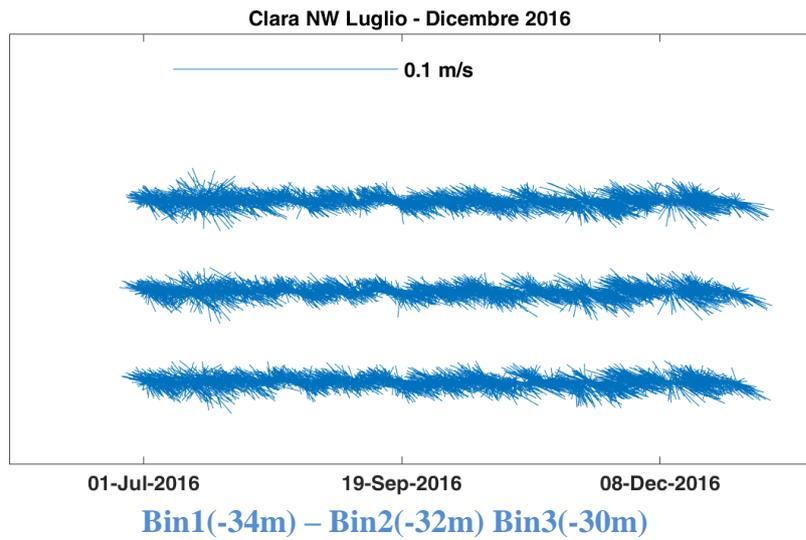
superficiali (tra 0 e -36 m) erano dirette verso Sud-Est (figg. 3.31 e 3.32). Tra settembre e ottobre è avvenuta una rotazione verso Ovest delle correnti presenti negli strati più profondi, tra 66 e 40 m dalla superficie, mentre tra -40 m e la superficie la direzione predominante non aveva subito variazioni rimanendo Sud-Est. Nell'ultimo periodo, tra novembre e dicembre, la direzione delle correnti è apparsa piuttosto variabile ruotando più volte da Sud-Est a Nord-Ovest e viceversa. In generale le intensità delle correnti non hanno mai superato 0,3 m/s.



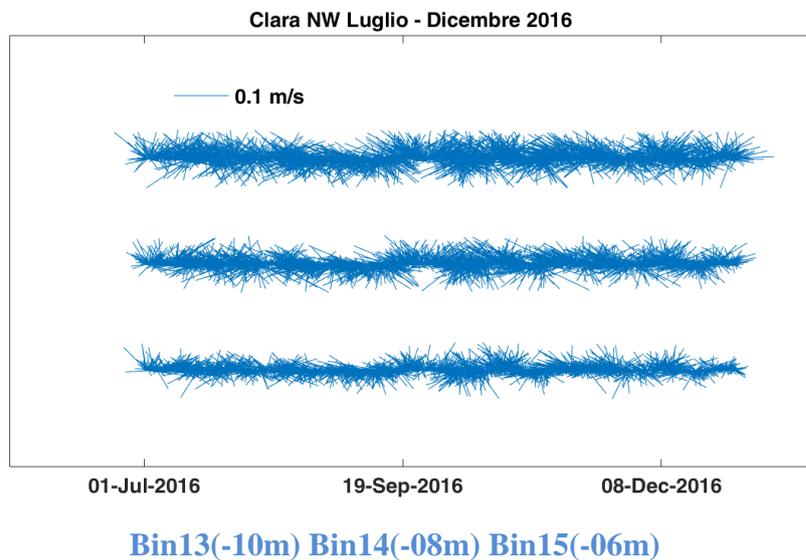
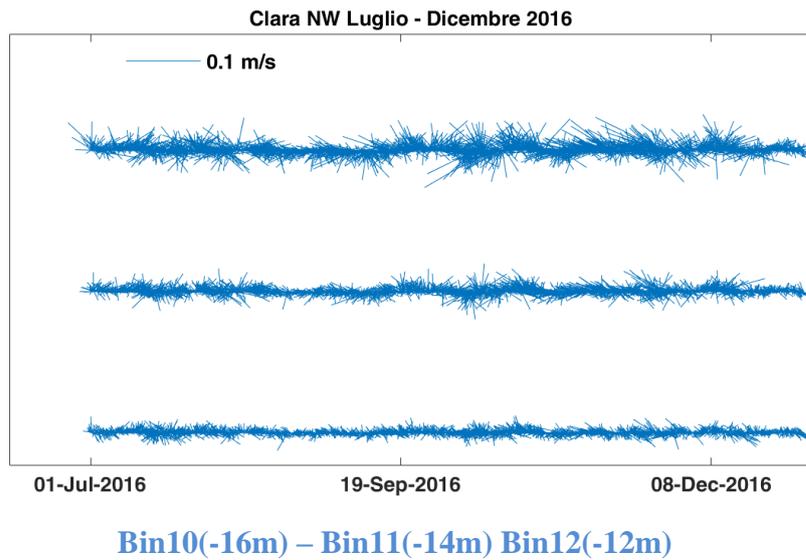
**Fig. 3.31** - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d'acqua (dal fondo verso la superficie) ottenuti con il correntometro ADCP posizionato a -66 m nel periodo luglio - dicembre 2016.



**Fig. 3.31** - Continuo.

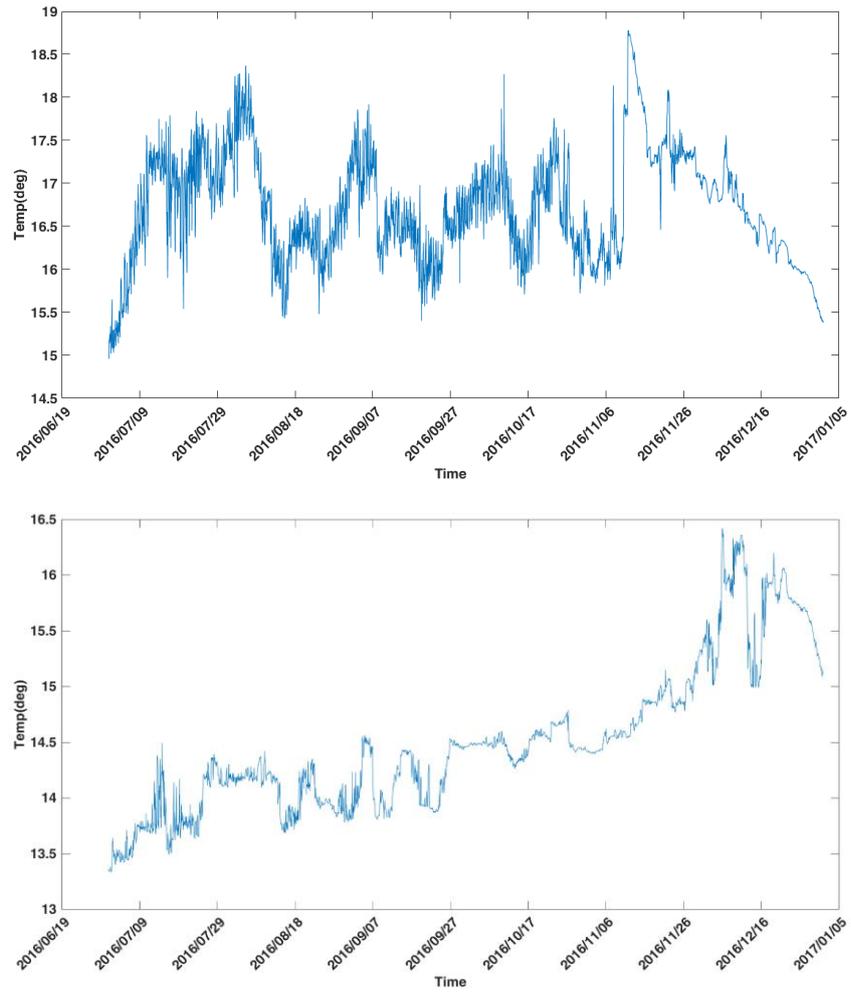


**Fig. 3.32** - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d'acqua (dal fondo verso la superficie) ottenuti con il correntometro ADCP posizionato a -36 m nel periodo luglio - dicembre 2016.



**Fig. 3.32 - Continuo.**

L'andamento della temperatura misurata alla profondità di -66 m è apparso variabile in tutto il periodo preso in esame, oscillando tra circa 15°C a circa 17°C (fig. 3.33). Alla profondità di 36 m invece, è stato osservato un chiaro andamento crescente, passando da circa 13°C nel mese di luglio a circa 16°C nel mese di dicembre.



**Fig. 3.33** - Andamento della temperatura registrata dai sensori dei due ADCP posizionati a -66 m (in alto) e a -36 m (in basso) nel periodo luglio - dicembre 2016.

### 3.3. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

#### 3.3.1. GRANULOMETRIA

All'analisi visiva tutti i sedimenti monitorati nell'estate 2016 hanno presentato scarse differenze tra loro, essendo costituiti in prevalenza dalla frazione pelitica e caratterizzati da un colore nocciola-grigio con scarsa presenza di biodetrito conchifero.

Solo nella stazione CL SW sono state rilevate strie nerastre indicatrici di scarsa ossigenazione (fig. 3.34).



**Fig. 3.34** - Campione di sedimento prelevato dal sito CL SW nell'estate 2016.

L'analisi granulometrica (fig. 3.35, Tab. 3-VIII) effettuata durante il pre-survey aveva evidenziato in tutti i campioni una dominanza della frazione siltosa che entro 60 m dalla futura piattaforma raggiungeva il massimo in corrispondenza di CL SW (50,34%) e il minimo in CL SE (48,16%), percentuali in accordo con quanto osservato nei controlli. La restante parte dei campioni era costituita prevalentemente da argilla, che entro 60 m di distanza dal punto Clara NW oscillava tra 33,68% (B6) e 35,97% (A6). Anche per questa

componente non si osservavano differenze degne di nota rispetto ai riferimenti. La sabbia rappresentava la frazione meno abbondante. Secondo la classificazione di Sheppard tutti i sedimenti erano ascrivibili al silt argilloso.

Durante l'istallazione era stata confermata la composizione granulometrica rilevata precedentemente.

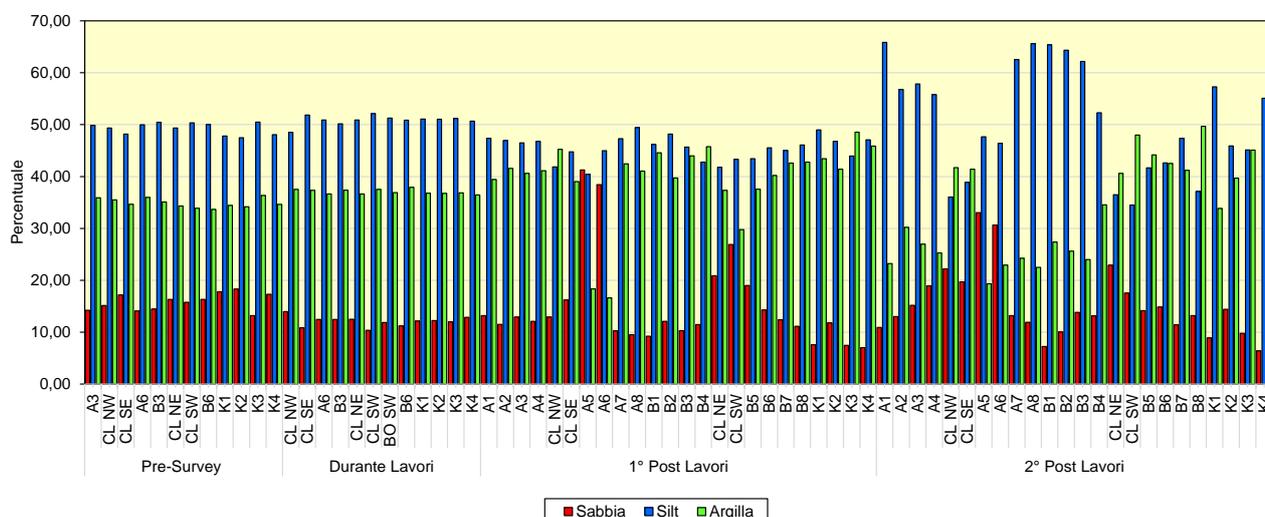
Anche nell'inverno 2016 (1° post lavori) era stata osservata una prevalenza in quasi tutti i campioni della frazione siltosa, con un picco A8 (49,24%). Erano state segnalate come eccezioni le stazioni CL NW e B4 in cui, seppur di poco, l'argilla presentava una percentuale maggiore rispetto al silt, comportamento osservato anche in K3. In tutti i casi la differenza tra silt e argilla era molto modesta tranne in A5 e A6 e, in minor misura, in CL SW, dove il silt era chiaramente maggiore rispetto all'argilla. I siti A5 e A6 si discostavano notevolmente dagli altri per la presenza di elevate percentuali di sabbia (41,27% e 38,43% rispettivamente) che altrove era quasi ovunque inferiore al 20%.

Nell'estate 2016 in molti campioni si è verificato un evidente decremento di argilla (tra il 10 e il 20%) a vantaggio del silt. Questo fenomeno ha interessato quasi tutto il transetto A (tranne A5 e A6) e il ramo settentrionale del transetto B. Seppur con magnitudine inferiore, il medesimo comportamento è stato rilevato nei controlli e in particolare in K1 e K4. Nelle restanti stazioni A e B si sono verificate variazioni molto più modeste. Le maggiori hanno interessato A6, B5, B8 dove è stato osservato un incremento di argilla di circa il 6% che nei primi due casi è stato compensato dal calo della sabbia e nel terzo caso da un decremento di argilla. Anche i siti presso Clara NW hanno mostrato comportamenti differenti tra loro. In CL NW si è verificato un aumento di sabbia di circa 10 punti percentuali compensato da una riduzione sia di silt che argilla. In CL SW, invece, a fronte di un aumento di argilla di quasi 20 punti percentuali, si è verificato un decremento di silt e sabbia di simile entità. In CL SE e CL NE le variazioni sono apparse inferiori. I controlli sono apparsi più stabili.

A seguito di questi cambiamenti i sedimenti sono stati diversamente classificati: la maggior parte dei siti è ancora risultata silt argillosa (inclusi i controlli), A5 silt sabbioso, A6, CL NW, CL NE Loam, B5, B8, CL SE, CL SW argilla siltosa (All. B).

Rispetto al pre-survey le stazioni corrispondenti alla piattaforma si sono arricchite di argilla e sabbia (la variazione maggiore ha interessato CL SW) a svantaggio della componente siltosa. In A3 e B3, al contrario, è diminuita l'argilla a vantaggio del silt. In A6 si è verificato un decremento di argilla e in minor misura di silt con conseguente aumento della sabbia. Nei controlli K1 e K4 si è verificato un decremento di

sabbia e un aumento di silt. In K2 e K3, invece, sono diminuiti sia la sabbia che il silt con conseguente aumento dell'argilla.



**Fig. 3.35** - Ripartizione delle classi granulometriche, espresse in percentuale, nei sedimenti analizzati nell'intero periodo.

**Tab. 3-VIII** - Composizione percentuale delle principali classi granulometriche dei sedimenti analizzati nei quattro survey sinora effettuati. Le stazioni di campionamento poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in rosso.

	Pre-Survey			Durante Lavori			1° Post Lavori			2° Post Lavori		
	Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite		Sabbia	Pelite	
		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla		Silt	Argilla
A1							13,19	47,38	39,43	10,90	65,85	23,24
A2							11,51	46,92	41,57	13,01	56,77	30,22
A3	14,23	49,87	35,90	13,97	48,52	37,51	12,90	46,49	40,61	15,20	57,84	26,96
A4							12,11	46,78	41,11	18,94	55,77	25,29
CL NW	15,15	49,34	35,51	10,83	51,85	37,32	12,89	41,86	45,24	22,21	36,06	41,72
CL SE	17,17	48,16	34,67	12,46	50,90	36,64	16,20	44,77	39,02	19,71	38,86	41,43
A5							41,27	40,41	18,32	33,02	47,66	19,32
A6	14,07	49,97	35,97	12,45	50,16	37,39	38,43	44,97	16,60	30,65	46,41	22,94
A7							10,24	47,31	42,44	13,18	62,56	24,26
A8							9,54	49,42	41,04	11,90	65,60	22,50
B1							9,22	46,21	44,57	7,25	65,36	27,39
B2							12,09	48,18	39,73	10,03	64,35	25,62
B3	14,44	50,45	35,11	12,50	50,88	36,62	10,31	45,70	44,00	13,82	62,18	24,00
B4							11,46	42,79	45,75	13,16	52,29	34,56
CL NE	16,33	49,34	34,33	10,35	52,13	37,52	20,86	41,80	37,34	22,90	36,50	40,60
CL SW	15,76	50,34	33,90	11,86	51,25	36,89	26,89	43,32	29,78	17,52	34,50	47,98
B5							19,00	43,43	37,57	14,15	41,67	44,18
B6	16,32	50,00	33,68	11,21	50,87	37,92	14,26	45,54	40,20	14,85	42,63	42,53
B7							12,37	45,02	42,61	11,45	47,35	41,20
B8							11,14	46,07	42,79	13,19	37,11	49,69
K1	17,77	47,81	34,42	12,13	51,09	36,78	7,59	48,99	43,42	8,88	57,29	33,83
K2	18,32	47,49	34,19	12,22	51,04	36,74	11,80	46,78	41,43	14,42	45,90	39,68
K3	13,19	50,48	36,33	11,96	51,19	36,85	7,47	43,97	48,56	9,78	45,14	45,07
K4	17,31	48,08	34,61	12,87	50,66	36,47	7,04	47,09	45,88	6,39	55,08	38,53

### **3.3.2. IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI**

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici hanno presentato comportamenti diversi nell'area di studio già a partire dal pre-survey, ma tutti sono risultati sempre presenti in basse concentrazioni, molto al di sotto degli LCB indicati dal "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" (ICRAM-APAT, 2007; Tab. 3-IX).

Prima dell'installazione della piattaforma la maggior parte dei composti era presente in tutti o quasi tutti i siti indagati. Rari erano risultati Acenaftene, Acenaftilene e Fluorene, mentre il Dibenzo(a,h)antracene non era stato affatto rilevato. Essendo le concentrazioni dei singoli IPA diffusamente basse, anche gli IPA totali erano scarsamente presenti, ben al di sotto dell'LCB (fig. 3.36). I dati acquisiti durante i lavori di installazione della piattaforma avevano confermato sostanzialmente quelli del pre-survey. L'unica variazione degna di nota riguardava l'Antracene, che nel pre-survey era apparso diffusamente presente mentre durante lavori non è stato affatto rilevato.

Anche dopo l'installazione di Clara NW (1° survey post lavori) i vari composti avevano presentato comportamenti diversi tra loro (Tab. 3-IX). Nel complesso erano poco presenti, tanto che nessuno di loro era stato rilevato in tutte le stazioni. Nei siti A2, A4 e B2 non sono stati affatto rilevati. A1 risultava il sito maggiormente contaminato sia come numero di composti rinvenuti, sia come concentrazioni che, tuttavia, erano ancora piuttosto modeste. Di conseguenza gli IPA totali continuavano a essere molto bassi (fig. 3.36), ben al di sotto dell'LCB, anche in A1.

Nell'estate 2016 sono stati rilevati tutti i composti praticamente ovunque eccetto Benzo(g,h,i)perilene, Dibenzo(a,h)antracene e Naftalene presenti in un numero limitato di stazioni, ma le concentrazioni si sono molto ridotte diventando inferiori anche a quelle del pre-survey, confermando che Clara NW non influenza la loro dinamica.

**Tab. 3-IX** - Concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s.) nei sedimenti prelevati nell'intero periodo. Le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in rosso. Ove disponibili sono anche riportati gli LCB indicati da ICRAM-APAT (2007).

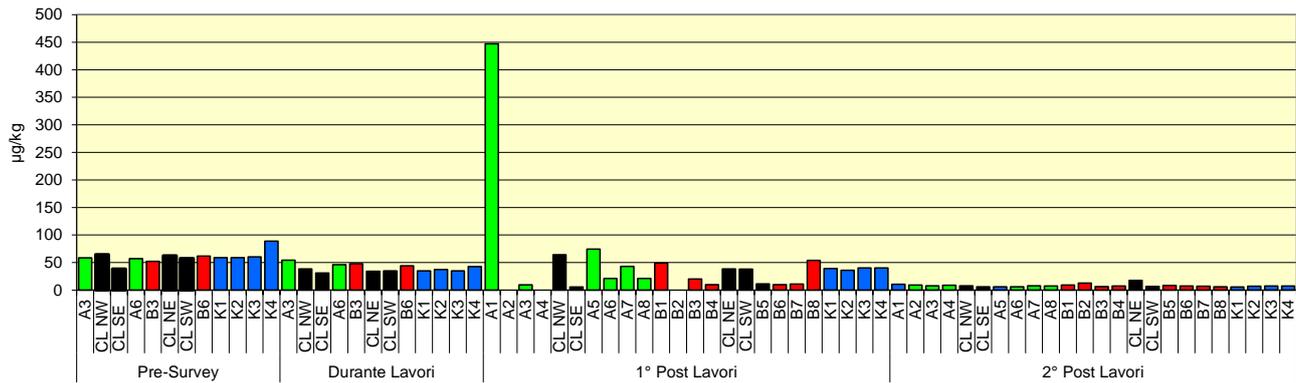
	LCB/PP	Pre-survey											
		A3	CL	CL SE	A6	B3	CL NE	CL SW	B6	K1	K2	K3	K4
Acenaftene	7	3,90	<lq										
Acenaftilene		<lq	<lq	4,71	<lq								
Antracene	47	5,60	11,20	<lq	6,70	3,90	10,30	3,20	6,70	10,40	9,70	9,00	7,00
Benzo (a) antracene	75	1,10	1,90	1,36	1,50	2,00	4,50	1,70	1,50	1,20	1,40	1,30	2,00
Benzo (a) pirene	80	1,40	<lq	1,29	1,60	1,60	<lq	1,60	2,20	1,30	<lq	<lq	1,10
Benzo (b) fluorantene	40	8,40	8,40	6,23	11,00	10,30	8,10	9,00	9,40	8,70	9,00	9,20	14,20
Benzo (g, h,i) perilene	55	6,60	8,50	3,62	5,70	8,40	7,20	7,60	7,80	5,30	6,70	6,50	10,70
Benzo (k) fluorantene	20	4,00	5,90	5,09	6,20	4,60	4,70	6,70	5,30	9,10	6,50	9,50	15,10
Crisene	108	3,70	4,00	1,23	3,80	4,30	7,60	3,70	3,80	2,80	3,80	3,70	5,10
Dibenzo (a, h) antracene	6	<lq											
Fenantrene	87	3,20	3,70	1,96	2,40	3,60	3,80	3,20	3,10	2,60	3,00	2,10	5,10
Fluorantene	113	3,70	3,80	2,48	3,30	<lq	3,30	3,70	3,60	3,20	3,40	3,30	4,80
Fluorene	21	<lq	1,20										
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	70	8,80	9,60	6,00	7,60	10,40	9,70	9,10	10,00	7,60	8,80	8,30	13,90
Naftalene	35	3,50	3,70	2,68	3,40	3,10	<lq	3,30	3,90	3,20	2,90	3,50	4,20
Pirene	153	4,70	4,10	1,77	3,90	<lq	3,20	4,80	4,30	3,50	3,70	3,90	4,50
<b>Totale</b>	<b>900</b>	<b>58,60</b>	<b>64,60</b>	<b>38,42</b>	<b>57,20</b>	<b>52,00</b>	<b>62,50</b>	<b>57,50</b>	<b>61,50</b>	<b>59,00</b>	<b>58,90</b>	<b>60,30</b>	<b>88,80</b>

	LCB/PP	Durante Lavori											
		A3	CL	CL SE	A6	B3	CL NE	CL SW	B6	K1	K2	K3	K4
Acenaftene	7	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq
Acenaftilene		<lq	4,71	<lq									
Antracene	47	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq
Benzo (a) antracene	75	1,37	1,36	1,49	1,28	1,41	1,10	1,12	1,76	1,10	1,12	1,02	2,57
Benzo (a) pirene	80	2,16	1,29	1,61	1,98	1,96	1,36	1,48	1,89	1,44	1,73	1,74	2,35
Benzo (b) fluorantene	40	12,00	6,23	3,94	7,89	9,73	6,16	7,87	6,33	6,24	7,46	4,87	6,34
Benzo (g, h,i) perilene	55	6,52	3,62	4,49	6,21	5,56	4,10	4,28	5,65	4,21	5,00	4,81	5,49
Benzo (k) fluorantene	20	7,75	5,09	3,83	5,74	6,87	4,40	2,88	5,27	4,92	3,66	4,69	6,14
Crisene	108	1,95	1,23	1,77	1,54	1,80	1,66	1,48	1,87	1,27	1,49	1,47	2,17
Dibenzo (a, h) antracene	6	1,82	<lq	<lq	1,86	1,72	<lq	<lq	1,83	<lq	<lq	<lq	<lq
Fenantrene	87	2,82	1,96	2,61	2,42	2,59	2,55	2,63	2,57	2,40	2,50	2,24	2,90
Fluorantene	113	2,82	2,48	2,53	2,45	2,69	2,15	2,29	2,70	2,13	2,28	2,32	3,19
Fluorene	21	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	70	9,75	6,00	6,91	9,76	9,07	6,42	7,08	9,79	7,35	8,11	7,78	9,05
Naftalene	35	2,83	2,68	<lq	2,47	2,26	2,52	1,72	2,36	2,09	1,99	2,22	<lq
Pirene	153	2,42	1,77	1,98	2,53	2,19	1,88	1,96	2,05	1,64	1,99	1,75	2,41
<b>Totale</b>	<b>900</b>	<b>54,21</b>	<b>38,42</b>	<b>31,16</b>	<b>46,13</b>	<b>47,85</b>	<b>34,30</b>	<b>34,79</b>	<b>44,07</b>	<b>34,79</b>	<b>37,33</b>	<b>34,91</b>	<b>42,61</b>

Tab. 3-IX - Continuo.

	LCB/PP	1° Post Lavori																							
		A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Acenaftene	7	26,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	1,70	<lq							
Acenaftilene		27,00	<lq	<lq	<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	<lq	<lq	<lq	
Benzo (a) antracene	75	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	
Benzo (a) pirene	80	50,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	13,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	
Benzo (b) fluorantene	40	38,00	<lq	<lq	<lq	17,00	<lq	11,00	<lq	13,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	11,00	13,00	<lq	<lq	<lq	17,00	11,00	11,00	13,00	14,00
Benzo (g, h,i) perilene	55	41,00	<lq	<lq	<lq	16,00	<lq	17,00	<lq	12,00	10,00	11,00	<lq	10,00	<lq	11,00	12,00	<lq	<lq	<lq	18,00	11,00	12,00	13,00	12,00
Benzo (k) fluorantene	20	33,00	<lq	<lq	<lq	12,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	
Crisene	108	24,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	14,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	
Dibenzo (a, h) antracene	6	45,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	
Fenantrene	87	22,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	4,40	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	4,20	<lq	<lq	<lq
Fluorantene	113	32,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	8,30	<lq	4,10	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	
Fluorene	21	11,00	<lq	<lq	<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	41,00	<lq	9,60	<lq	19,00	5,60	11,00	<lq	14,00	11,00	13,00	<lq	10,00	9,70	12,00	13,00	9,50	10,00	11,00	19,00	13,00	13,00	14,00	14,00
Naftalene	35	33,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	21,00	<lq	<lq	25,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	
Pirene	153	24,00	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	
<b>Totale</b>	<b>900</b>	<b>447,00</b>	<b>0,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,00</b>	<b>64,00</b>	<b>6,00</b>	<b>74,00</b>	<b>21,00</b>	<b>43,00</b>	<b>21,00</b>	<b>49,00</b>	<b>0,00</b>	<b>20,00</b>	<b>10,00</b>	<b>38,00</b>	<b>38,00</b>	<b>11,00</b>	<b>10,00</b>	<b>11,00</b>	<b>54,00</b>	<b>39,00</b>	<b>36,00</b>	<b>40,00</b>	<b>40,00</b>

	LCB/PP	2° Post Lavori																							
		A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Acenaftene	7	0,30	0,30	0,20	0,20	0,30	0,30	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,40	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30	0,20
Acenaftilene		0,50	0,50	0,50	0,50	0,40	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,40	0,50	0,40	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40	0,50	0,40	0,40	0,50	0,40	0,40
Antracene	47	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70	0,80	0,70	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,80	0,80	0,70
Benzo (a) antracene	75	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,60	0,40	0,50	0,70	0,40	0,50	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50
Benzo (a) pirene	80	1,20	1,20	1,00	1,10	1,00	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	1,10	1,30	0,90	1,10	1,50	1,00	1,20	1,00	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	1,10
Benzo (b) fluorantene	40	1,00	0,70	0,50	0,60	0,60	0,40	0,40	0,40	0,50	0,60	0,90	1,60	0,40	0,50	1,70	0,60	0,80	0,50	0,50	0,40	0,30	0,50	0,50	0,60
Benzo (g, h,i) perilene	55	0,40	<lq	0,40	0,60	<lq	<lq	1,50	<lq	0,30	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	0,30								
Benzo (k) fluorantene	20	1,20	0,90	0,60	0,70	0,70	0,50	0,50	0,60	0,70	1,10	1,80	0,50	0,70	1,30	0,70	1,00	0,60	0,70	0,50	0,50	0,60	0,50	0,70	
Crisene	108	0,50	0,40	0,30	0,40	0,30	<lq	<lq	<lq	0,30	0,30	0,50	0,90	0,20	0,30	1,30	0,20	0,40	0,30	0,20	<lq	<lq	0,20	0,20	0,40
Dibenzo (a, h) antracene	6	0,30	0,20	<lq	0,20	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	0,20	0,30	<lq	<lq	0,50	<lq	0,20	0,20	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	0,20
Fenanthrene	87	0,90	0,70	0,60	0,80	0,60	0,30	0,50	0,80	0,50	0,70	0,80	0,40	0,50	1,40	0,50	0,40	0,70	0,40	0,40	0,40	0,40	0,60	0,50	0,30
Fluorantene	113	1,20	1,20	1,10	1,20	1,00	0,90	1,00	1,00	1,20	1,00	1,10	1,40	1,00	1,10	1,60	1,00	1,10	1,10	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	1,10
Fluorene	21	0,50	0,40	0,40	0,50	0,40	0,30	0,40	0,40	0,50	0,30	0,40	0,40	0,30	0,30	0,60	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	0,30
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	70	0,60	0,40	0,30	0,40	0,30	<lq	<lq	<lq	0,30	0,30	0,50	0,90	0,20	0,30	1,90	0,20	0,50	0,30	0,20	<lq	<lq	<lq	0,20	0,40
Naftalene	35	0,60	0,50	0,20	<lq	0,50	<lq	0,20	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	<lq	1,00	<lq	0,50	<lq						
Pirene	153	0,40	0,30	0,30	0,40	0,20	<lq	<lq	<lq	0,30	0,30	0,30	0,50	<lq	0,20	0,90	<lq	<lq	0,30	0,30	<lq	<lq	<lq	<lq	0,20
<b>TOTALE</b>	<b>900</b>	<b>10,90</b>	<b>9,00</b>	<b>7,30</b>	<b>8,30</b>	<b>7,40</b>	<b>5,40</b>	<b>5,70</b>	<b>5,50</b>	<b>7,40</b>	<b>6,80</b>	<b>9,00</b>	<b>12,60</b>	<b>5,60</b>	<b>7,00</b>	<b>17,60</b>	<b>6,50</b>	<b>8,30</b>	<b>7,20</b>	<b>6,50</b>	<b>5,10</b>	<b>5,10</b>	<b>6,20</b>	<b>6,70</b>	<b>7,40</b>



**Fig. 3.36** - Concentrazioni ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  s.s.) di IPA nei sedimenti prelevati nell'intero periodo. Le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in nero.

### 3.3.3. IDROCARBURI TOTALI

Le concentrazioni degli idrocarburi leggeri ( $C < 12$ ) sono sempre risultate inferiori al limite di quantificazione sin dal pre-survey.

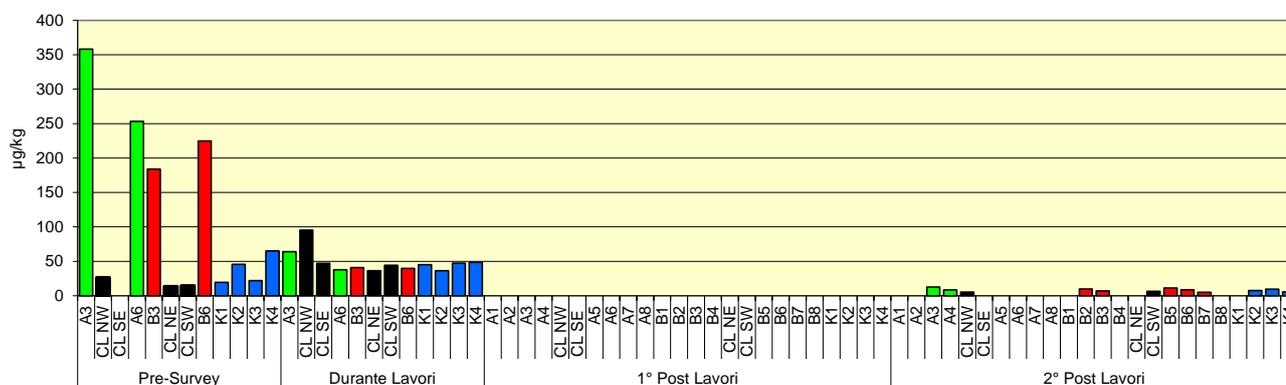
Per quanto riguarda gli idrocarburi pesanti ( $C > 12$ ; Tab. 3-X e fig. 3.37), invece, basse concentrazioni sono state rilevate ovunque già dal pre-survey (tranne in CL SE), quando era stato registrato un picco in A3 (358,3 mg/kg).

Durante i lavori i tenori nei siti a 60 m dalla struttura oscillavano tra 37,8 mg/kg (A6) e 64,1 mg/kg (A3) risultando pertanto in linea, eccetto A3, con la media dei controlli ( $44,33 \pm 5,55$  mg/kg). Anche in prossimità della piattaforma le concentrazioni erano apparse modeste e complessivamente confrontabili con i riferimenti, tranne in corrispondenza di CL NW dove era stato registrato il massimo (95,3 mg/kg), circa doppio rispetto alla media dei siti K. Dal confronto con i dati del pre-survey era stato segnalato un comportamento non univoco tra le varie stazioni. Le variazioni maggiori erano avvenute in prossimità della piattaforma dove questi contaminanti avevano subito un incremento, registrato anche nei controlli K1 e K3 ma in misura minore. Comportamento opposto, con variazioni più marcate, era stato osservato nei siti A e B; un decremento era avvenuto anche nei riferimenti K2 e K4, ma in misura decisamente inferiore.

Nel 1° campionamento post lavori questi contaminanti non erano stati rilevati mentre nell'estate 2016 sono stati quantificati in due siti CL, in due del transetto A e in sei del transetto B, oltre che nei controlli K2-K4. Le concentrazioni appaiono tutte in linea eccetto quelle di A3 e B5 comunque molto modeste, e tutte notevolmente inferiori a quelle del pre-survey.

**Tab. 3-X** – Idrocarburi pesanti C>12 (mg/kg) rilevati nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS), durante (DL) e dopo (PL) le operazioni di installazione di Clara NW. In rosso i siti corrispondenti alla piattaforma.

	PS	DL	1° PL	2° PL
A1			<5	<5
A2			<5	<5
A3	358,3	64,1	<5	12,8
A4			<5	8,4
CL NW	26,6	95,3	<5	5,3
CL SE	<5,0	47,1	<5	<5
A5			<5	<5
A6	253,2	37,8	<5	<5
A7			<5	<5
A8			<5	<5
B1			<5	<5
B2			<5	9,9
B3	184,0	41,0	<5	6,9
B4			<5	<5
CL NE	13,6	36,5	<5	<5
CL SW	14,7	44,2	<5	6,6
B5			<5	11,2
B6	224,9	39,8	<5	8,8
B7			<5	5,1
B8			<5	<5
K1	19,5	45,0	<5	<5
K2	45,7	36,3	<5	7,5
K3	22,0	47,5	<5	9,5
K4	65,1	48,5	<5	5,5



**Fig. 3.37** - Concentrazioni (mg/kg s.s.) di idrocarburi totali pesanti (C>12) nei sedimenti prelevati nell'intero periodo. Le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in nero.

### 3.3.4. METALLI PESANTI

I contenuti dei metalli pesanti rilevati nell'intero periodo di indagine sono riportati in fig. 3.38 e in Tab. 3-XI. Nella discussione che segue vengono riportati riferimenti ai Livelli Chimici di Riferimento Nazionali (di seguito LCNR) indicati nel DM 173 2016 (tabella 2.5). I valori in colonna L1 sono i medesimi degli Standard di Qualità (SQA) riportati nei precedenti DM 56/2009, DM 260/2010 e DM 172/2015 per cadmio (0,3 mg/kg), mercurio

(0,3 mg/kg), piombo (30 mg/kg), nichel (30 mg/kg), arsenico (12 mg/kg) e cromo totale (50 mg/kg). In tale tabella (tabella 2.5) sono inoltre indicati rame (40 mg/kg) e zinco (100 mg/kg).

**Alluminio** – L'area in studio risulta caratterizzata da modesti valori di alluminio che, durante il pre-survey, oscillavano tra 2,47% (B3) e 3,16% (CL SW).

Durante i lavori di installazione di Clara NW i tenori erano rimasti modesti e confrontabili tra siti CL, quelli posti a 60 m dalla piattaforma e controlli ( $\pm$  dev. st.; 60 m:  $2,48 \pm 0,33\%$ ; CL:  $2,36 \pm 0,17$ ; K:  $2,68 \pm 0,22\%$ ).

Dopo la posa (inverno 2016) lungo i transetti l'alluminio era aumentato in alcuni siti, diminuito in altri e rimasto costante in altri ancora, seguendo i medesimi pattern dei controlli e rimanendo inferiore lungo i transetti e nei siti CL rispetto ai riferimenti.

Nell'estate successiva si è verificato un aumento di questo di metallo ovunque eccetto in B1, K3 e K4 con variazioni diverse da sito a sito, ma complessivamente i tenori medi sono rimasti confrontabili tra i vari gruppi di stazioni (A:  $2,45 \pm 0,47$ ; B:  $2,79 \pm 0,28$ ; CL:  $3,05 \pm 0,17$ ; K:  $3,06 \pm 0,06\%$ ). I cambiamenti rispetto al pre-survey sono da considerare del tutto trascurabili.

**Arsenico** – Prima dell'installazione di Clara NW le concentrazioni di arsenico rilevate entro un raggio di 60 m dalla futura piattaforma oscillavano tra 9,31 (CL NW) e 12,07 mg/kg (A3), risultando in linea con la media dei controlli ( $10,68 \pm 1,06$  mg/kg). L'LCNR era stato lievemente superato in A3, B3 e in K2. Durante la posa le variazioni erano risultate del tutto trascurabili e tutte le concentrazioni inferiori all'LCNR.

Nell'inverno 2016, invece, i siti avevano esibito comportamenti differenti tra loro, conservando comunque in tutti i casi tenori modesti, quelli dei transetti inferiori o in linea con i controlli. L'LCNR veniva nuovamente superato in alcuni siti A e B e in tre controlli.

Tale variabilità di comportamenti si è riproposta anche nell'estate 2016, anche se la variazioni sono state tutte lievi. In 6 siti del transetto A, in 3 di B, in CL SE, CL NE e CL SW e nel controllo K3 sono avvenuti incrementi rispetto all'inverno, che hanno portato al lieve superamento dell'LCNR in diverse di queste stazioni, altrove sono state registrate riduzioni. Comunque, non sono state rilevate differenze tra le concentrazioni medie (A:  $12,19 \pm 2,34$ ; B:  $10,36 \pm 2,17$ ; CL:  $10,97 \pm 1,07$ ; K:  $11,64 \pm 1,13$  mg/kg) e i tenori registrati sono comparabili con quelli del pre-survey.

**Bario** – Durante il pre-survey lungo i transetti e nell'area destinata ad accogliere Clara NW il bario oscillava tra 66,97 (B3) e 87,58 mg/kg (CL SW), risultando leggermente superiore rispetto ai controlli eccetto K3 in cui si rilevava il massimo assoluto (189,22 mg/kg).

Durante le attività di posa in opera i siti posti a 60 m di distanza dalla struttura erano risultati del tutto in linea con quelli dei controlli K1, K2, K4 e addirittura inferiori a K3 che, come precedentemente, era il controllo più contaminato. Anche i tenori nei siti corrispondenti alla piattaforma, eccetto CL NW, erano inferiori o simili a K3. Dall'analisi delle singole stazioni era però emerso che presso CL NW e CL SE le concentrazioni (247,11 e 156,73 mg/kg) erano pari rispettivamente a 2,8 e a 1,7 volte la media dei riferimenti ( $89,81 \pm 47,26$  mg/kg).

Nel 1° survey post lavori il bario si era notevolmente ridotto in queste due stazioni, anche se in CL NW permaneva un tenore più elevato rispetto al pre-survey e comunque doppio rispetto alla media dei controlli ( $79,68 \pm 31,55$  mg/kg). Lungo i transetti, invece, erano stati rilevati due massimi assoluti in A4 e A5 corrispondenti rispettivamente a 5 e 4 volte la media dei riferimenti. Di minore entità era l'anomalia osservata in A2 (concentrazione circa doppia rispetto ai controlli). Nell'estate 2016 il bario ha assunto comportamenti differenti nelle varie stazioni, continuando a mostrare alcune modeste anomalie. I siti con il contenuto maggiore, A5 e B5, sono apparsi caratterizzati da concentrazioni (227,62 e 268,19 mg/kg) più che doppie rispetto alla media controlli ( $102,70 \pm 56,46$  mg/kg).

Anche questi valori possono essere considerati modesti, ma tuttavia meritano di essere monitorati.

**Cadmio** – Le concentrazioni di cadmio sono risultate molto basse sin dal pre-survey e durante la posa della struttura si erano ulteriormente abbassate.

Nel 1° monitoraggio post lavori era avvenuto un trascurabile incremento, ma i tenori raggiunti risultavano inferiori a quelli del pre-survey. Inoltre, gli incrementi maggiori erano stati osservati nei controlli ad indicare l'estraneità della piattaforma a questo fenomeno.

Nell'estate successiva sono state osservate variazioni modeste ma discordanti da sito a sito. Quelle di maggiore interesse sono state osservate in CL NW, CL SE e in A5 dove, nonostante l'incremento, i tenori sono rimasti in linea con quelli del pre-survey. L'unica anomalia positiva è stata registrata in B5 dove la concentrazione (0,210 mg/kg) è risultata doppia rispetto ai controlli ( $0,089 \pm 0,005$  mg/kg) ma estremamente modesta in valore assoluto, notevolmente inferiore all'LCNR, e, pertanto, al momento non testimonia uno stato di contaminazione dell'area.

**Tab. 3-XI** - Concentrazioni (mg/kg s.s.; Al e Fe espressi in %) dei metalli in tracce presenti nei sedimenti prelevati nel pre-survey (PS), nel durante lavori (DL) e nei primi due monitoraggi post lavori (PL. In rosso le stazioni corrispondenti a Clara NW. lq = limite di quantificazione.

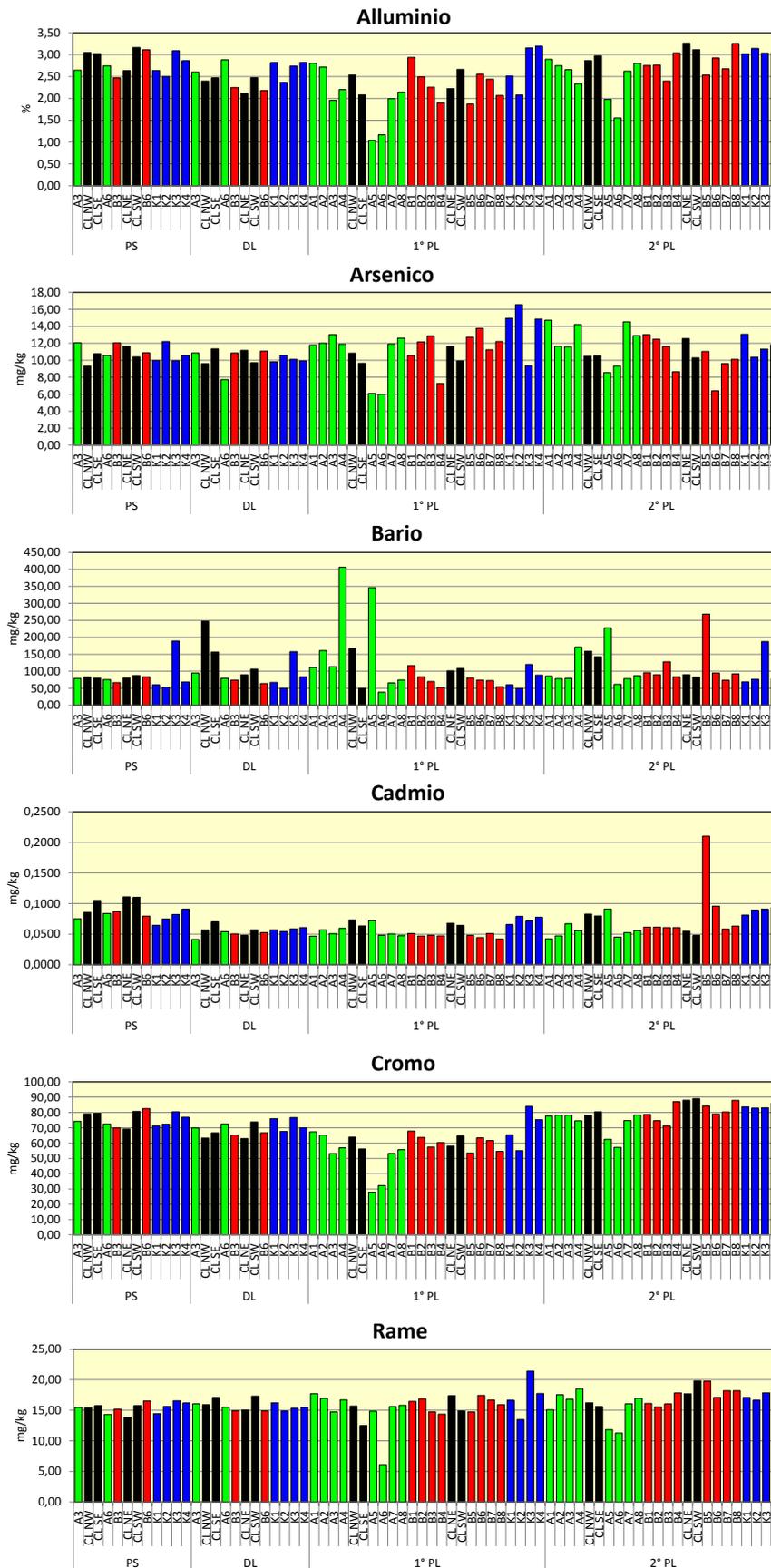
	Alluminio				Arsenico				Bario				Cadmio				Cromo			
	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL
A1			2,81	2,90			11,79	14,71			110,94	85,78			0,047	0,043			67,34	77,69
A2			2,71	2,75			12,00	11,66			160,84	78,30			0,057	0,047			65,23	78,14
A3	2,65	2,61	1,96	2,66	12,07	10,86	13,03	11,59	78,69	94,87	113,28	79,08	0,075	0,042	0,050	0,067	74,25	69,83	53,13	78,16
A4			2,20	2,33			11,90	14,21			406,14	171,20			0,059	0,056			56,83	74,50
CL NW	3,05	2,4	2,54	2,86	9,31	9,59	10,84	10,48	83,41	247,11	166,51	159,03	0,086	0,056	0,073	0,083	79,09	63,23	63,85	78,15
CL SE	3,02	2,47	2,08	2,97	10,76	11,36	9,65	10,53	80,09	156,73	50,39	142,76	0,105	0,07	0,063	0,080	79,37	66,71	56,19	80,37
A5			1,04	1,98			6,09	8,56			346,25	227,62			0,072	0,091			27,82	62,46
A6	2,75	2,88	1,17	1,55	10,56	7,73	6,00	9,33	75,59	79,58	38,60	61,84	0,084	0,054	0,048	0,045	72,51	72,49	32,22	57,12
A7			1,99	2,63			11,92	14,53			65,79	78,16			0,050	0,052			53,16	74,76
A8			2,15	2,80			12,61	12,91			74,69	86,84			0,047	0,056			55,62	78,39
B1			2,94	2,75			10,54	13,03			116,89	95,89			0,051	0,062			67,85	78,69
B2			2,49	2,76			12,16	12,48			83,90	89,70			0,047	0,062			63,63	74,58
B3	2,47	2,25	2,26	2,40	12,05	10,85	12,86	11,62	66,97	73,93	69,82	127,82	0,087	0,05	0,048	0,061	69,83	65,23	57,33	71,09
B4			1,90	3,04			7,28	8,64			52,71	83,58			0,047	0,061			60,28	86,97
CL NE	2,64	2,11	2,22	3,26	11,65	11,17	11,63	12,56	80,48	89,16	101,36	90,06	0,111	0,048	0,068	0,055	69,18	62,94	57,98	88,05
CL SW	3,16	2,47	2,66	3,11	10,41	9,73	9,93	10,30	87,58	106,43	107,79	82,70	0,11	0,057	0,064	0,048	80,67	73,83	64,72	89,03
B5			1,87	2,53			12,73	11,03			80,45	268,19			0,048	0,210			53,49	84,16
B6	3,11	2,18	2,55	2,92	10,87	11,07	13,77	6,39	83,69	64,28	74,22	94,85	0,08	0,053	0,044	0,096	82,58	66,72	63,39	79,04
B7			2,44	2,68			11,23	9,62			72,76	73,70			0,051	0,058			61,61	80,27
B8			2,07	3,25			12,21	10,10			54,52	92,53			0,042	0,063			54,49	87,89
K1	2,64	2,82	2,51	3,02	9,98	9,82	14,96	13,07	59,99	67,29	60,02	68,95	0,065	0,057	0,065	0,081	71,16	75,94	65,40	83,70
K2	2,5	2,36	2,08	3,14	12,2	10,58	16,55	10,37	53,08	50,52	49,90	76,49	0,075	0,054	0,079	0,089	72,36	67,59	55,06	82,80
K3	3,09	2,73	3,15	3,04	9,95	10,1	9,37	11,30	189,22	157,72	120,06	187,17	0,082	0,059	0,071	0,090	80,38	76,65	83,97	83,04
K4	2,86	2,82	3,19	3,05	10,59	9,92	14,85	11,83	68,47	83,69	88,74	78,19	0,091	0,061	0,077	0,093	76,86	69,91	75,25	86,16

Tab. 3-XI - Continuo.

	Rame				Ferro				Indio				Mercurio				Nichel			
	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL
A1			17,74	15,07			2,64	2,62			0,03	< lq			0,033	0,039			54,70	55,93
A2			16,94	17,55			2,57	2,68			0,03	< lq			0,034	0,037			54,31	60,63
A3	15,44	16,05	14,74	16,80	2,55	2,5	2,28	2,71	< lq	0,03	0,03	< lq	0,039	0,034	0,034	0,037	56,48	54,98	49,13	60,47
A4			16,71	18,51			2,34	2,71			0,03	< lq			0,038	0,041			49,43	60,01
CL NW	15,42	15,91	15,71	16,24	2,66	2,28	2,37	2,62	< lq	0,04	0,03	0,02	0,039	0,032	0,035	0,038	58,81	48,11	50,42	55,35
CL SE	15,72	17,06	12,50	15,60	2,68	2,49	2,12	2,45	< lq	0,04	0,02	0,02	0,037	0,054	0,015	0,038	58,73	52,3	47,30	55,31
A5			14,83	11,84			1,41	2,35			< lq	< lq			0,018	0,024			32,58	44,51
A6	14,33	15,52	6,09	11,27	2,45	2,5	1,46	2,09	< lq	0,03	< lq	< lq	0,04	0,029	0,008	0,014	55,18	55,16	29,54	46,77
A7			15,59	16,06			2,28	2,56			0,03	< lq			0,038	0,041			49,30	55,40
A8			15,82	16,96			2,32	2,65			0,03	< lq			0,037	0,037			48,93	58,84
B1			16,45	16,12			2,56	2,49			0,03	< lq			0,036	0,040			54,54	58,19
B2			16,88	15,55			2,55	2,51			0,03	< lq			0,035	0,039			55,47	55,22
B3	15,16	14,93	14,76	16,04	2,47	2,26	2,32	2,47	< lq	0,03	0,03	< lq	0,037	0,034	0,036	0,035	54,58	52,23	50,44	54,85
B4			14,36	17,83			2,12	2,62			0,03	< lq			0,035	0,027			51,74	60,33
CL NE	13,83	15,05	17,36	17,69	2,37	2,26	2,30	2,86	< lq	0,03	0,03	0,03	0,036	0,032	0,033	0,038	51,66	50,94	48,40	60,51
CL SW	15,74	17,31	14,85	19,81	2,67	2,43	2,37	3,06	< lq	0,03	0,03	< lq	0,04	0,033	0,032	0,039	58,38	57,37	49,44	68,10
B5			14,72	19,76			2,11	4,24			0,02	< lq			0,030	0,035			45,06	59,28
B6	16,54	14,91	17,45	17,10	2,79	2,26	2,53	2,63	< lq	0,03	0,03	< lq	0,04	0,032	0,040	0,038	62,37	53,51	53,57	56,81
B7			16,68	18,21			2,49	2,76			0,03	< lq			0,038	0,035			54,42	62,67
B8			15,90	18,21			2,26	2,85			0,03	< lq			0,038	0,038			49,09	62,12
K1	14,44	16,23	16,62	17,10	2,45	2,55	2,41	2,75	< lq	0,02	0,03	< lq	0,041	0,036	0,036	0,038	55,01	56,63	52,48	62,49
K2	15,65	14,83	13,48	16,63	2,61	2,36	2,16	2,61	< lq	0,03	0,03	< lq	0,04	0,034	0,041	0,035	60,42	53,73	46,32	58,70
K3	16,55	15,31	21,38	17,85	2,7	2,43	2,95	2,79	< lq	0,03	0,03	< lq	0,044	0,039	0,038	0,048	60,1	57,21	66,01	62,36
K4	16,18	15,45	17,75	19,39	2,67	2,41	2,69	3,01	< lq	0,03	0,03	0,03	0,044	0,038	0,043	0,044	59,9	52,64	56,53	67,91

Tab. 3-XI - Continuo.

	Piombo				Silicio				Vanadio				Zinco			
	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL
A1			17,56	16,15			136,26	21,39			71,74	69,35			72,27	73,33
A2			16,94	16,87			124,50	21,90			68,18	69,86			71,78	75,72
A3	10,83	16,56	16,89	17,66	34,6	50,28	106,56	21,85	65,37	63,47	53,49	68,10	76,25	72,06	66,15	75,34
A4			17,57	18,20			90,31	23,38			57,77	62,66			66,67	78,34
CL NW	11,38	15,72	14,40	21,03	42,84	256,29	142,07	21,69	71,72	62,31	65,17	69,28	81,54	65,58	64,72	86,56
CL SE	11,37	15,49	10,03	21,49	13,00	161,98	124,25	60,10	71,95	64,77	55,23	68,83	77,11	129,69	51,85	73,28
A5			8,17	13,59			106,48	23,24			31,56	53,49			40,95	59,92
A6	11,56	17,32	7,77	11,21	14,26	66,97	87,96	10,68	65,76	67,31	32,16	44,51	70,89	70,37	34,89	51,87
A7			19,20	20,08			381,18	17,56			54,16	66,40			64,78	72,24
A8			18,48	19,78			76,84	11,54			56,14	70,01			67,28	74,08
B1			19,29	20,66			165,36	<lq			71,90	65,92			75,21	70,43
B2			19,20	19,86			125,46	<lq			64,89	68,13			72,02	69,24
B3	10,51	16,9	18,48	18,73	<lq	44,88	78,66	<lq	61,24	56,26	58,98	61,15	71,35	68,78	68,19	71,26
B4			17,23	15,79			67,39	2,96			49,91	72,57			61,35	70,29
CL NE	10,88	15,93	12,44	20,64	14,68	105,61	150,25	18,94	63,35	56,32	61,21	78,23	67,24	65,42	61,22	78,56
CL SW	12,6	14,95	13,25	20,66	17,97	65,73	134,28	4,65	73,48	60,07	66,48	78,07	76,65	68,98	64,62	85,74
B5			17,70	23,44			111,97	22,12			52,34	66,20			60,56	190,15
B6	11,53	16,93	20,21	21,23	32,68	45,77	89,30	22,17	73,8	54,25	66,01	69,97	79,53	65,42	72,16	75,58
B7			20,61	19,56			98,58	14,88			63,19	68,38			70,80	77,08
B8			20,97	19,95			89,03	19,04			56,52	77,10			64,78	80,24
K1	11,31	16,37	15,85	23,46	8,21	53,12	143,11	28,69	63,07	66,96	63,66	72,89	69,97	72,62	66,38	77,65
K2	11,38	15,84	14,48	21,79	<lq	40,57	174,71	40,26	62,81	57,7	56,75	72,90	75,68	67,77	56,99	71,81
K3	12,47	16,53	15,78	22,86	6,74	32,27	146,60	25,83	72,44	64,15	79,45	72,35	79,12	69,79	80,91	78,25
K4	12,96	16,53	15,70	24,17	18,42	35,18	164,61	59,62	67,64	64,59	77,42	74,33	79,34	70,38	74,10	86,32



**Fig. 3.38** - Concentrazioni (mg/kg; Al e Fe in %) dei metalli pesanti registrate nell'intero periodo. In nero le stazioni corrispondenti alla piattaforma

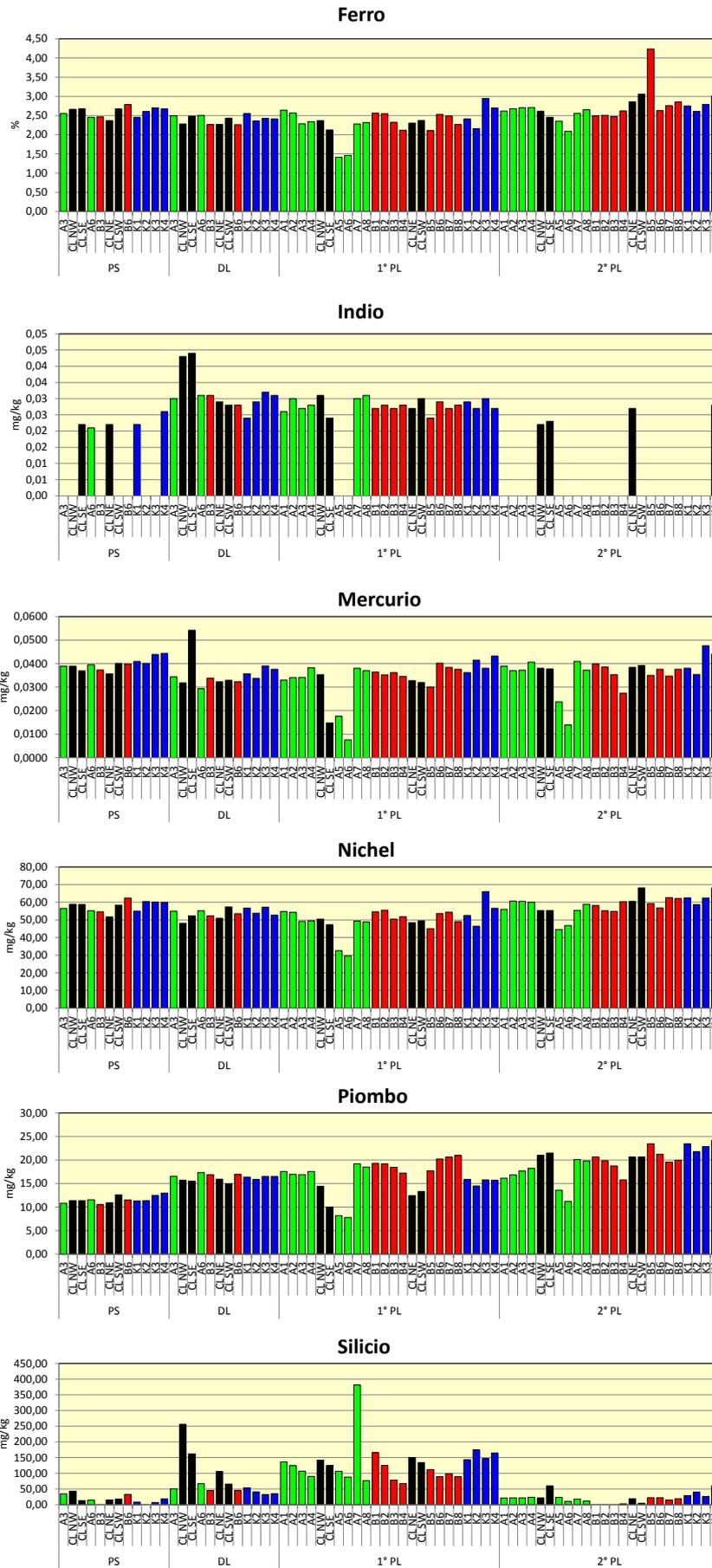
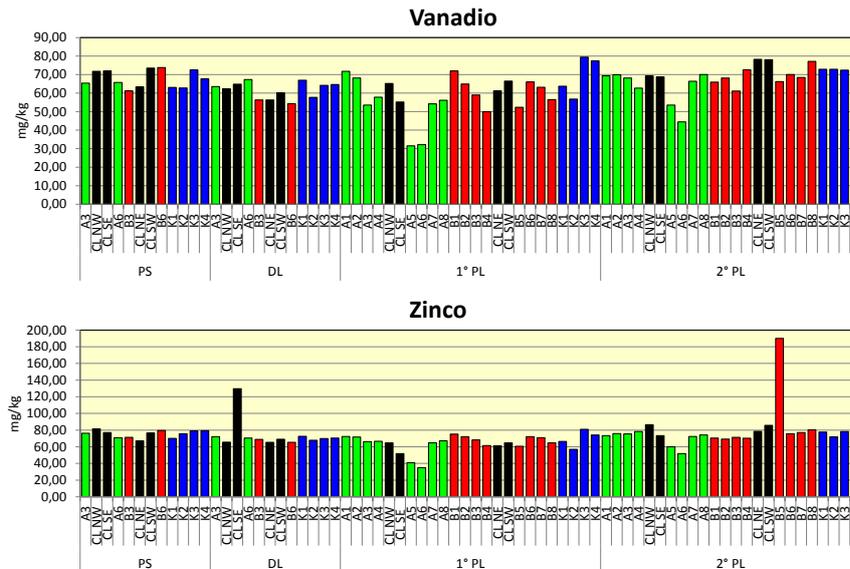


Fig. 3.38 - Continuo.



**Fig. 3.38 - Continuo.**

**Cromo** – Le concentrazioni di cromo rilevate durante il pre-survey erano risultate in linea nell’area circostante la futura piattaforma e i controlli e comprese 69,18 mg/kg (CL NE) e 82,58 mg/kg (B6), dunque superiori all’LCNR. Durante i lavori non erano stati registrati effetti sulle concentrazioni di questo metallo che erano rimaste comparabili tra controlli e l’area entro 60 m dalla struttura.

Nel 1° survey post lavori i tenori lungo i transetti e nei siti CL erano ancora modesti e comparabili ai riferimenti, pur superando ovunque eccetto in A5 e A6 l’LCNR.

Nell’estate 2016 è avvenuto un diffuso aumento seppur di magnitudine molto variabile da sito a sito. Gli incrementi maggiori hanno interessato A5 e B8 seguiti da quello in K2. Non sono state rilevate discrepanze nelle concentrazioni medie dei vari gruppi di stazioni (A:  $72,65 \pm 8,21$ ; B:  $80,34 \pm 5,84$ ; CL:  $83,90 \pm 5,45$ ; K:  $83,93 \pm 1,54$  mg/kg), risultando in linea con quelle del pre-survey. I superamenti dell’LCNR sono avvenuti ovunque e pertanto non sono imputabili alla piattaforma.

**Rame** – Durante il pre-survey il rame entro 60 m dalla futura piattaforma variava tra 13,83 (CL NE) e 16,54 mg/kg (B6), risultando comparabile con quanto rilevato mediamente ai controlli ( $15,71 \pm 0,92$  mg/kg). Durante la posa non erano state rilevate variazioni. Anche dopo i lavori di installazione (1° post lavori) le concentrazioni lungo i siti A, B e CL erano ancora diffusamente modeste e inferiori o in linea con i controlli.

Nell’estate 2016 sono state osservate solo modeste variazioni eccetto l’incremento in A6 dove, comunque, il tenore è rimasto tra i più bassi, e la riduzione in A7. I tenori sono comunque tutti modesti, mediamente comparabili (A:  $15,51 \pm 2,64$ ; B:  $17,35 \pm 1,42$ ; CL:

17,74±1,87; K: 17,74±1,21 mg/kg), e molto inferiori all'LCNR.

**Ferro** – Le percentuali di questo metallo rilevate prima della posa in opera di Clara NW erano apparse modeste oscillando nell'area circostante la futura piattaforma tra 2,37% (CL NE) e 2,79% (B6) e risultando del tutto confrontabili la media dei controlli (2,61±0,11%). Durante la posa non erano state segnalate variazioni degne di nota così come nel 1° survey post lavori, quando i cambiamenti maggiori erano stati riscontrati in A6 (riduzione).

Nell'estate 2016 il ferro è aumentato un po' ovunque e in particolare in B4 (4,24%) dove il tenore è raddoppiato rispetto all'inverno corrispondendo al massimo assoluto dell'intero periodo e a 1,5 volte la media dei controlli (2,79±0,16%). Gli altri valori registrati lungo i transetti e presso la piattaforma sono risultati in linea con i controlli e con quelli rilevati prima della realizzazione della piattaforma.

**Indio** – L'indio è sempre risultato scarsamente presente nell'area di studio, a volte non rilevabile. E' apparso quantificabile ovunque solo nel durante lavori; nell'inverno 2016 non è stato osservato in A5 e A6 e nell'estate successiva è comparso solo in tre siti corrispondenti alla piattaforma e nel controllo K4 in scarse concentrazioni.

**Mercurio** – Anche il mercurio è presente in basse concentrazioni, come rilevato durante il pre-survey (entro 60 m: 0,038±0,002; controlli: 0,042±0,002 mg/kg).

Durante i lavori di installazione era avvenuto un decremento generalizzato eccetto in CL SE in cui era stato segnalato un aumento che aveva portato a un picco pari a 1,5 volte la media dei riferimenti (0,037±0,002 mg/kg).

Tale picco non era stato confermato nell'inverno 2016, survey in cui i tenori lungo i transetti e nei siti CL erano apparsi diffusamente modesti e in linea con i controlli eccetto in CL SE, A5 e A6 in cui erano risultati notevolmente inferiori.

Nell'estate 2016 le variazioni sono state estremamente modeste. Anche l'aumento in CL SE, il più consistente, ha portato a una concentrazione del tutto simile a quella del pre-survey. Si precisa infine che i tenori sono sempre stati ampiamente inferiori all'LCNR.

**Nichel** – Anche la distribuzione di nichel, durante il pre-survey, era apparsa omogenea.

Minimo e massimo erano stati registrati rispettivamente in CL NE (51,66 mg/kg) e B6 (62,37 mg/kg) e ovunque i tenori erano risultati superiori all'LCNR. Durante le operazioni di installazione quanto metallo aveva mostrato oscillazioni minime del tutto trascurabili.

Nell'inverno 2016 concentrazioni lungo i transetti e presso Clara NW erano rimaste complessivamente omogenee tra loro e inferiori o in linea con i controlli, con i minimi in A5 e A6.

Nell'estate successiva è avvenuto un diffuso incremento che non ha interessato solo B2 e

K3 e che è risultato più consistente in A6 e CL SW. Complessivamente i tenori raggiunti sono rimasti tutti comparabili tra loro come si evince anche dal confronto dei valori medi (A:  $55,32 \pm 6,32$ ; B:  $58,68 \pm 2,96$ ; CL:  $59,82 \pm 6,04$ ; K:  $62,86 \pm 3,80$  mg/kg).

Le concentrazioni rilevate sono sempre risultate maggiori all'LCNR con la sola eccezione di A6 nel 1° post lavori.

**Piombo** – Nel pre-survey le concentrazioni del piombo rilevate lungo i transetti e nell'area destinata ad accogliere Clara NW oscillavano in un range molto ristretto, compreso tra 10,51 (B3) e 12,60 mg/kg (CL SW), risultando in linea con la media dei controlli ( $12,03 \pm 0,82$  mg/kg). Durante le operazioni di installazione era avvenuto un diffuso incremento del tutto analogo in tutti i siti, pertanto riconducibile a dinamiche naturali. Dopo la posa era stata registrata una maggiore variabilità ma, in considerazione dei bassi valori, le differenze erano da considerare trascurabili.

Nell'estate 2016 è avvenuto un incremento in molte stazioni inclusi i controlli, pertanto del tutto naturale. Rimangono inferiori le concentrazioni in A5 e A6. In tutto il periodo i tenori sono rimasti ampiamente inferiori all'LCNR.

**Silicio** – Già dal pre-survey le concentrazioni di silicio erano apparse molto variabili. Il picco era stato registrato in corrispondenza di CL NW ( $42,84$  mg/kg), valore più che doppio rispetto a K4, ossia il controllo con il contenuto di Si maggiore ( $18,42$  mg/kg). Concentrazioni inferiori a CL NW, ma comunque elevate se paragonate alle altre, erano state rilevate anche B6 ( $32,68$  mg/kg) e in A3 ( $34,60$  mg/kg). Durante i lavori di installazione le concentrazioni nei siti posizionati a 60 m di distanza dalla struttura erano apparse mediamente paragonabili ai controlli (60 m:  $51,98 \pm 10,27$ ; K:  $40,29 \pm 9,22$  mg/kg). In prossimità della piattaforma, invece, il contenuto di silicio risultava notevolmente superiore, presentando il massimo in CL NW ( $256,29$  mg/kg) corrispondente a oltre 6 volte la media dei riferimenti. Anomalie positive inferiori alla precedente ma comunque degne di nota erano state registrate in CL SE ( $161,98$  mg/kg; 4 volte la media di K) e in CL NE ( $105,61$  mg/kg; 2,6 volte la media di K).

Nell'inverno 2016 il silicio era diffusamente aumentato, ma i tenori lungo A e B e in prossimità della piattaforma erano inferiori o in linea con i controlli. Era stata segnalata, come unica eccezione, l'anomalia in A7 dove la concentrazione ( $318,18$  mg/kg) era pari a circa 2,5 volte la media dei controlli ( $157,00 \pm 14,97$  mg/kg).

Nel 2° post lavori è avvenuta una chiara riduzione che ha portato il metallo a valori inferiori o paragonabili a quelli del pre-survey. Il picco in CL SE è del tutto in linea con il controllo K4.

**Vanadio** – Durante il pre-survey questo metallo entro 60 m dal punto di installazione era oscillato tra 61,24 mg/kg (B3) e 73,80 mg/kg (B6), risultando confrontabile con la media dei controlli (66,49±4,54 mg/kg). Le operazioni di installazione non avevano avuto effetto sul vanadio che aveva conservato tenori bassi e mediamente simili (60 m: 60,32±6,12; CL: 60,87±3,59; K: 63,35±3,96 mg/kg). Tali considerazioni erano rimaste valide anche dopo la posa, quando le concentrazioni rilevate lungo i transetti e in prossimità della piattaforma erano risultate inferiori o in linea con i controlli.

Nell'estate 2016 il vanadio è aumentato quasi ovunque, soprattutto in A5, B4, B8 dove, comunque, ha continuato a essere in linea con i controlli. Complessivamente, i tenori raggiunti sono confrontabili con quelli del pre-survey.

**Zinco** – Anche lo zinco nel pre-survey aveva presentato una distribuzione omogenea tra le stazioni con concentrazioni modeste, inferiori all'LCNR, e tale si è mantenuto anche nei survey successivi con due eccezioni. La prima è avvenuta in CL SE durante i lavori di installazione quando il tenore registrato (129,69 mg/kg) era quasi doppio rispetto alla media dei riferimenti (70,14±1,99 mg/kg) e superiore all'LCNR.

La seconda eccezione ha riguardato B4 campionato nell'estate 2016 in cui è stato raggiunto il massimo assoluto (190,15 mg/kg) corrispondente a 2,4 volte la media dei controlli (78,51±5,97 mg/kg).

### **3.3.5. SOSTANZA ORGANICA**

Le concentrazioni di sostanza organica rilevate durante il pre-survey erano meno elevate entro 60 m dal punto di installazione rispetto ai controlli; il massimo era stato registrato in K4 (40700 mg/kg; Tab. 3-XII e fig. 3.39).

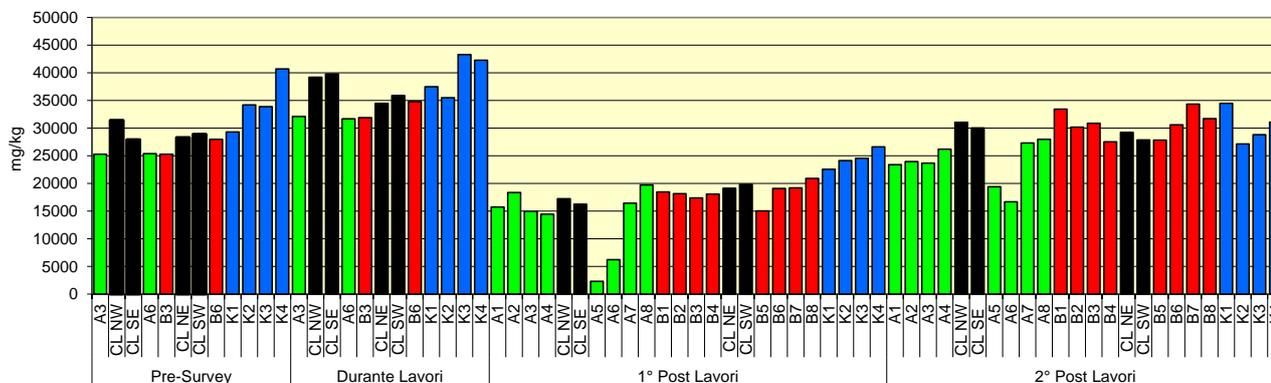
Durante le operazioni di installazione questa variabile era leggermente incrementata ovunque, raggiungendo tuttavia concentrazioni medie simili tra i gruppi di stazioni (60 m: 32625±1459; CL: 37350±2559; K: 39650±3750 mg/kg); pertanto le variazioni erano state imputate alla naturale dinamica ambientale.

A seguito della posa è avvenuto un decremento generalizzato che ha portato a concentrazioni medie lungo i transetti e nei siti CL inferiori rispetto a quella dei controlli (A: 13543±6057; B: 18305±1681; CL NW: 18126±1660; K: 24464±1674 mg/kg).

Nell'estate 2016 è invece avvenuto un aumento complessivo con una omogeneizzazione delle concentrazioni medie (A: 23578±3870; B: 30820±2397; CL NW: 29555±1346; K: 30395±3173 mg/kg). I tenori raggiunti sono in linea con quelli del pre survey.

**Tab. 3-XII** – Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo di indagine. In rosso le stazioni corrispondenti alla piattaforma.

	Pre-survey Inv 2015	Durante Lavori Est 2015	1° Post Lavori Inv 2016	2° Post Lavori Est 2016
A1			15748	23407
A2			18385	23950
A3	25300	32100	14994	23687
A4			14438	26196
CL NW	31400	39200	17253	31063
CL SE	27900	39800	16254	30042
A5			2335	19405
A6	25400	31700	6252	16707
A7			16448	27306
A8			19740	27970
B1			18480	33433
B2			18157	30184
B3	25300	31900	17395	30904
B4			18106	27540
CL NE	28300	34500	19154	29239
CL SW	28900	35900	19842	27875
B5			15060	27832
B6	28000	34800	19099	30604
B7			19221	34348
B8			20925	31710
K1	29300	37500	22553	34495
K2	34200	35500	24132	27155
K3	33900	43300	24555	28839
K4	40700	42300	26617	31090



**Fig. 3.39** - Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'intero periodo. In nero le stazioni campionate nel sito in cui è installata la piattaforma.

### 3.3.6. TOTAL ORGANIC CARBON (TOC)

Durante il pre-survey il TOC era stato rilevato unicamente in B3, CL NE e nei controlli K4 e K1, sito in cui era stato rilevato il picco pari a 4700 mg/kg. Altrove era risultato non rilevabile (Tab. 3-XIII e fig. 3.40).

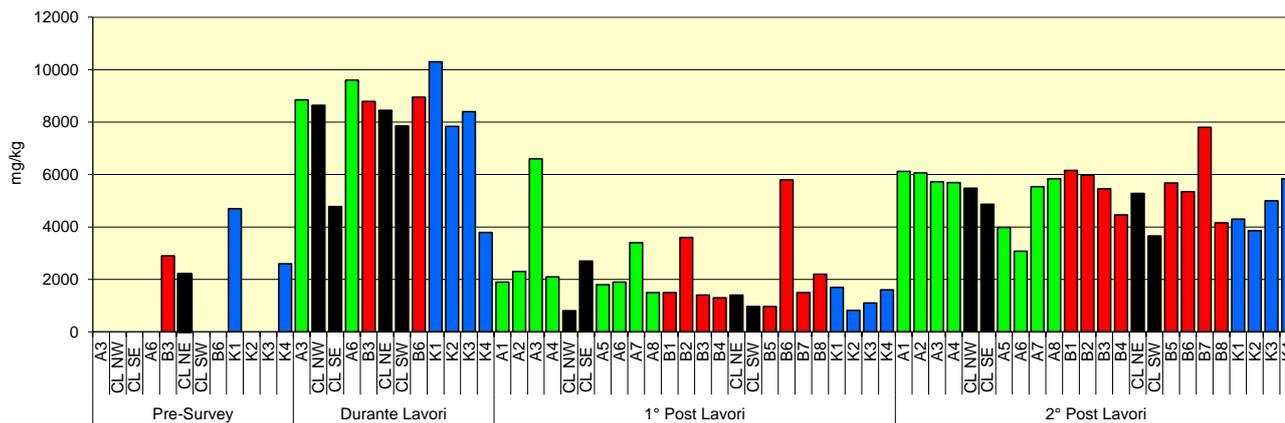
Durante l'installazione di Clara NW il TOC era diventato quantificabile ovunque, in concentrazioni variabili sia entro 60 m dalla piattaforma, sia ai controlli. I tenori

raggiunti erano comunque comparabili e pertanto l'aumento era verosimilmente avvenuto per cause naturali. Nell'inverno 2016 è avvenuto un deciso decremento ed è stata confermata un'elevata variabilità. I valori maggiori erano stati registrati in A3 e B6 dove il TOC era pari, rispettivamente, a 5 e 4 volte la media dei riferimenti.

Nell'estate 2016 è avvenuto un nuovo aumento generalizzato che, comunque, non ha portato alle concentrazioni rilevate durante i lavori di installazione. Ancora una volta è stata riscontrata una certa variabilità con un picco in B6, comunque troppo modesto per indicare uno stato di alterazione. Mediamente non sono state rilevate differenze tra i gruppi di siti (A: 5224±1107; B: 5630±1118; CL NW: 4823±816; K: 4750±865 mg/kg).

**Tab. 3-XIII** – Total Organic Carbon (TOC) espresso in mg/kg s.s. rilevato nei sedimenti prelevati nell'intero periodo. In rosso le stazioni corrispondenti a Clara NW. Loq = limite di quantificazione.

	Pre-survey Inv 2015	Durante Lavori Est 2015	1° Post Lavori Inv 2016	2° Post Lavori Est 2016
A1			1900	6120
A2			2300	6060
A3	<loq	8850	6600	5720
A4			2100	5690
BO NW	<loq	8640	810	5480
BO SE	<loq	4780	2700	4870
A5			1800	3980
A6	<loq	9600	1900	3080
A7			3400	5540
A8			1500	5840
B1			1500	6160
B2			3600	5970
B3	2900	8790	1400	5460
B4			1300	4460
BO NE	2200	8450	1400	5280
BO SW	<loq	7850	970	3660
B5			970	5680
B6	<loq	8950	5800	5350
B7			1500	7800
B8			2200	4160
K1	4700	10300	1700	4300
K2	<loq	7840	820	3860
K3	<loq	8400	1100	5000
K4	2600	3790	1600	5840



**Fig. 3.40** - Total Organic Carbon (TOC) espresso in mg/kg s.s. rilevato nei sedimenti prelevati nell'intero periodo. In nero le stazioni corrispondenti alla piattaforma.

### 3.4. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

#### 3.4.1. *DUNALIELLA TERTIOLECTA*

QA-QC - I due test eseguiti nell'estate 2016 come controllo positivo con  $K_2Cr_2O_7$  (11,96 mg/l come cromo) sono rientrati nei limiti della carta di controllo intralaboratorio (LC=11,47 e UC=12,62 mg/l); i coefficienti di variazione tra le repliche nei campioni non diluiti, alla massima concentrazione, sono risultati conformi in quanto inferiori al 15%. La crescita algale nei controlli è sempre stata superiore rispetto al limite minimo consentito (fattore  $\geq 16$ ).

Risultati del saggio - I risultati del saggio applicato agli elutriati estratti dai sedimenti prelevati nel 2° survey post lavori di installazione di Clara NW, contestualmente ai principali parametri di contorno misurati, indicano l'assenza di un effetto tossico ovunque non essendo stata rilevata un'inibizione della crescita algale (Tab. 3-XIV).

**Tab. 3-XIV** - Parametri di contorno e risultati relativi al saggio di tossicità con *D. tertiolecta* nei campioni prelevati nel 2° survey post lavori. In rosso è indicato il sito in corrispondenza della piattaforma. Valori negativi della % di effetto indicano effetto stimolante.

campione	pH	Salinità (‰)	$\Delta G$ (%) 72 h	EC50 % (L.C. 95%)	EC20 % (L.C. 95%)	Tossicità
<b>CL SE</b>	<b>8,43</b>	<b>34</b>	3,65%	<b><math>\geq 90</math></b>	<b>&gt;100%</b>	<b>Assente</b>
A3	8,27	35	6,24%	$\geq 90$	>100%	Assente
A6	8,34	35	4,26%	$\geq 90$	>100%	Assente
B3	8,25	35	3,65%	$\geq 90$	>100%	Assente
B6	8,42	34	-0,15%	$\geq 90$	>100%	Assente
K1	8,42	34	6,09%	$\geq 90$	>100%	Assente
K2	8,51	36	1,07%	$\geq 90$	>100%	Assente
K3	8,34	34	1,83%	$\geq 90$	>100%	Assente
K4	8,44	35	9,74%	$\geq 90$	>100%	Assente

Confronto con i survey precedenti - Non si rilevano variazioni (Tab. 3-XV).

**Tab. 3-XV** – Risultati del test di tossicità eseguito con *D. tertiolecta* nei survey sinora condotti. In rosso la stazione in corrispondenza della piattaforma.

	Pre-survey Inv 2015	Durante Lavori Est 2015	1° Post Lavori Inv 2016	2° Post Lavori Est 2016
<b>CL SE</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>	<b>Assente</b>
A3	Assente	Assente	Assente	Assente
A6	Assente	Assente	Assente	Assente
B3	Assente	Assente	Assente	Assente
B6	Assente	Assente	Assente	Assente
K1	Assente	Assente	Assente	Assente
K2	Assente	Assente	Assente	Assente
K3	Assente	Assente	Assente	Assente
K4	Assente	Assente	Assente	Assente

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

QA-QC – Nell'estate 2016 il valore della EC50(15') = 7,63 mg/l ( LC=5,17 e UC=11,26) è rientrato nei limiti della carta di controllo del laboratorio (3,47-11,47).

Risultati del test – Tutti gli elutriati estratti dai sedimenti campionati nel 2° survey post lavori sono risultati privi di tossicità acuta (Tab. 3-XVI).

**Tab. 3-XVI** - Risultati del saggio biologico *V. fischeri* applicato agli elutriati estratti dai sedimenti prelevati nel 2° survey post lavori. In rosso la stazione corrispondente a Clara NW.

campione	pH	Salinità (‰)	% Effetto (15')	% Effetto (30')	EC20 (15/30')	EC50 (15/30')	Tossicità
CL SE	8,43	34	3,92	4,79	>90	>90	Assente
A3	8,27	35	2,75	4,42	>90	>90	Assente
A6	8,34	35	6,61	6,08	>90	>90	Assente
B3	8,25	35	4,52	4,61	>90	>90	Assente
B6	8,42	34	6,31	6,48	>90	>90	Assente
K1	8,42	34	6,18	6,22	>90	>90	Assente
K2	8,51	36	1,92	2,92	>90	>90	Assente
K3	8,34	34	-0,87	-1,33	>90	>90	Assente
K4	8,44	35	7,52	9,55	>90	>90	Assente

Confronto con i survey precedenti - Non si rilevano variazioni (Tab3-XVII).

**Tab. 3-XVII** – Risultati del test di tossicità eseguito con *V. fischeri* nei survey sinora condotti. In rosso la stazione in corrispondenza della piattaforma.

	Pre-survey Inv 2015	Durante Lavori Est 2015	1° Post Lavori Inv 2016	2° Post Lavori Est 2016
CL SE	Assente	Assente	Assente	Assente
A3	Assente	Assente	Assente	Assente
A6	Assente	Assente	Assente	Assente
B3	Assente	Assente	Assente	Assente
B6	Assente	Assente	Assente	Assente
K1	Assente	Assente	Assente	Assente
K2	Assente	Assente	Assente	Assente
K3	Assente	Assente	Assente	Assente
K4	Assente	Assente	Assente	Assente

### 3.4.3. *COROPHIUM ORIENTALE*

Nell'estate 2016 la sensibilità rilevata degli organismi verso il tossico di riferimento (CdCl<sub>2</sub>) LC50 = 3,46 (LC = 3,18 mg/l e UC = 3,76 mg/l) è rientrata nella carta di controllo di laboratorio. La sopravvivenza degli organismi sul sedimento di controllo dopo 10 gg è risultata conforme, in quanto superiore al 85%. In Tab. 3-XVIII sono indicati i principali parametri chimici e fisici misurati all'inizio e alla fine del test eseguito nel 2° survey post lavori.

**Tab. 3-XVIII** – Parametri chimici e fisici dell’acqua sovrastante il sedimento testato osservati all’inizio e alla fine del test relativo al 2° survey post lavori. In rosso il sito corrispondente a Clara NW.

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 ± 2	37	8,13	0	> 85	15 ± 1	37	8,15	1	> 85
CL SE		37	8,16	0			37	8,13	0	
A3		37	8,16	0			37	8,16	0	
A6		37	8,15	0			37	8,17	0,5	
B3		37	8,17	0,5			37	8,15	0	
B6		37	8,15	0,5			37	8,14	1	
K1		37	8,16	0			36	8,16	1	
K2		37	8,14	0			36	8,11	0	
K3		37	8,16	0			37	8,12	0	
K4		37	8,17	0			37	8,13	0	

Risultati del test - Nel 2° survey post lavori le percentuali di mortalità degli organismi osservate dopo 10 gg hanno documentato l’assenza di tossicità acuta in tutti i sedimenti testati eccetto in CL SE e nel controllo K4 (tossicità bassa; Tab. 3-XIX).

**Tab. 3-XIX** - Percentuali di mortalità degli organismi *C.orientale* osservati nel test di tossicità acuta relativo al 2° survey post lavori. In rosso il sito corrispondente a Clara NW.

Campione	N. organismi esposti	% organismi morti (± dev. st. %)	% (corretta) organismi morti	Tossicità
Controllo	100	2 ± 3,67	0	-
CL SE	100	23 ± 3,18	21	Bassa
A3	100	4 ± 5,19	2	Assente
A6	100	15 ± 6,09	13	Assente
B3	100	9 ± 6,09	7	Assente
B6	100	5 ± 3,18	3	Assente
K1	100	11 ± 3,18	9	Assente
K2	100	15 ± 6,09	13	Assente
K3	100	12 ± 5,19	10	Assente
K4	100	20 ± 7,34	18	Bassa

Confronto con i survey precedenti - Nell’intero periodo sono stati evidenziati solo lievi segnali nella fase di produzione di Clara NW, in particolare in B6 nel 1° survey post lavori e nei due siti sopra descritti nel monitoraggio successivo (Tab. 3-XX).

**Tab. 3-XX** – Risultati del test di tossicità eseguito con *C. acherusicum* nei survey sinora condotti. In rosso la stazione in corrispondenza della piattaforma.

	Pre-survey Inv 2015	Durante Lavori Est 2015	1° Post Lavori Inv 2016	2° Post Lavori Est 2016
CL SE	Assente	Assente	Assente	Bassa
A3	Assente	Assente	Assente	Assente
A6	Assente	Assente	Assente	Assente
B3	Assente	Assente	Assente	Assente
B6	Assente	Assente	Bassa	Assente
K1	Assente	Assente	Assente	Assente
K2	Assente	Assente	Assente	Assente
K3	Assente	Assente	Assente	Assente
K4	Assente	Assente	Assente	Bassa

#### 3.4.4. *CRASSOSTREA GIGAS*

QA-QC - Il test eseguito con la sostanza di riferimento ha prodotto una EC<sub>50</sub> di 11,44 µg/l di Cu (LC=10,68 e UC=12,35) che rientra nei limiti della carta di controllo (5-45 µg/l); la % di larve D-shape normalmente sviluppate nel controllo (85±1%) è risultata superiore al limite del 70%.

Risultati del saggio - Negli elutriati B3 e K1 sono stati ottenuti valori dell'EC20/50 indicatori della presenza di tossicità cronica media, mentre quelli dell'EC20 relativi agli elutriati CL SE, A3 e B6 segnalano la presenza di tossicità cronica bassa (Tab. 3-XXI). Altrove non è stata rilevata tossicità.

Confronto con i survey precedenti - Eccetto nel pre-survey, a partire dal durante i lavori di installazione è stata sempre rilevata la presenza di tossicità (Tab. 3-XXII). Nella posa in opera della piattaforma si trattava di tossicità bassa ovunque eccetto in K1 (tossicità media). Nel 1° post lavori erano stati segnalati un miglioramento in corrispondenza di Clara NW e di tre siti a 60 m da essa e un peggioramento in B6. Nell'ultimo survey le variazioni ove avvenute non sono state uniformi. La peggiore riguarda il sito B3.

**Tab. 3-XXI** - Risultati relativi al saggio di tossicità con *C. gigas* nei campioni prelevati nel 2° survey post lavori. In rosso il sito corrispondente alla piattaforma Clara NW.

campione	Concentrazione	% media di larve normali $\pm$ dev.st	% media di larve malformate	Correzione Abbott larve malformate	EC 20 (%)	EC 50 (%)	Tossicità
Controllo		85 $\pm$ 1,00	15	0			
CL SE	100	46 $\pm$ 1,53	54	46	44,9	$\geq$ 100	Bassa
	50	63 $\pm$ 1,53	37	25			
	25	81 $\pm$ 1,15	19	5			
A3	100	62 $\pm$ 2,00	38	27	76,3	$\geq$ 100	Bassa
	50	75 $\pm$ 1,15	25	11			
	25	81 $\pm$ 1,00	19	5			
A6	100	71 $\pm$ 2,00	29	16	$\geq$ 90	$\geq$ 100	Assente
	50	76 $\pm$ 1,53	24	10			
	25	83 $\pm$ 2,00	17	2			
B3	100	20 $\pm$ 2,52	80	76	29,5	54,4	Media
	50	40 $\pm$ 2,52	60	53			
	25	79 $\pm$ 2,00	21	7			
B6	100	47 $\pm$ 2,00	53	45	44	$\geq$ 100	Bassa
	50	62 $\pm$ 1,53	38	27			
	25	81 $\pm$ 2,08	19	4			
K1	100	22 $\pm$ 2,08	78	74	33,7	61,6	Media
	50	49 $\pm$ 2,00	51	42			
	25	80 $\pm$ 2,08	20	6			
K2	100	74 $\pm$ 0,58	26	13	$\geq$ 90	$\geq$ 100	Assente
	50	80 $\pm$ 1,00	20	6			
	25	84 $\pm$ 1,53	16	2			
K3	100	74 $\pm$ 2,00	26	13	$\geq$ 90	$\geq$ 100	Assente
	50	79 $\pm$ 0,58	21	7			
	25	83 $\pm$ 1,00	17	2			
K4	100	75 $\pm$ 0,58	25	12	$\geq$ 90	$\geq$ 100	Assente
	50	80 $\pm$ 0,58	20	6			
	25	83 $\pm$ 1,53	17	2			

**Tab. 3-XXII** – Risultati del test di tossicità eseguito con *C. gigas* nei survey sinora condotti. In rosso la stazione in corrispondenza della piattaforma.

	Pre-survey Inv 2015	Durante Lavori Est 2015	1° Post Lavori Inv 2016	2° Post Lavori Est 2016
BO SE	Assente	Bassa	Assente	Bassa
A3	Assente	Bassa	Assente	Bassa
A6	Assente	Bassa	Assente	Assente
B3	Assente	Bassa	Assente	Media
B6	Assente	Bassa	Media	Bassa
K1	Assente	Media	Media	Media
K2	Assente	Bassa	Bassa	Assente
K3	Assente	Bassa	Bassa	Assente
K4	Assente	Bassa	Bassa	Assente

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

I parametri (chimici e fisici) dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio e al termine del test effettuato nel 2° survey post lavori sono riportati in Tab. 3-XXIII, mentre in Tab. 3-XXIV sono indicate le mortalità degli organismi osservate nel test di bioaccumulo.

Le mortalità riscontrate nei sedimenti da testare sono state tutte percentualmente inferiori rispetto a quella del controllo negativo.

**Tab. 3-XXIII** - Parametri (chimico-fisici) dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio e al termine del test di bioaccumulo condotto nel 2° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma.

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	38	7,77	2	> 85	15 ± 1	37	8,13	0	> 85
CL SE		35	8,03	3			37	8,17	0	
A3		36	7,98	0			37	8,16	0	
A6		36	8,01	1			37	8,16	0	
B3		35	8,04	0,5			37	8,17	0	
B6		35	8,05	0			37	8,16	0	
K1		35	8,03	0			37	8,18	0	
K2		36	8,02	0			37	8,17	0	
K3		35	8,03	1			37	8,17	0	
K4		35	8,04	0			37	8,16	0	

**Tab. 3-XXIV** - Percentuali di mortalità degli organismi *H. diversicolor* osservate nel test di bioaccumulo condotto nel 2° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma.

Campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (± dev.st %)
Controllo	21	67 ± 8,25
CL SE	21	43 ± 0,00
A3	21	10 ± 8,25
A6	21	24 ± 8,25
B3	21	33 ± 8,25
B6	21	29 ± 8,25
K1	21	5 ± 0,00
K2	21	33 ± 8,25
K3	21	29 ± 8,25
K4	21	24 ± 8,25

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

E' stato riscontrato solo un bioaccumulo di  **nichel**  presso la piattaforma, in A3 e B6, di  **silicio**  nei controlli K1 e K2 e uno più esteso di  **mercurio**  presso CL SE, B6 e nei riferimenti K1-K3. Le concentrazioni di tutti gli altri metalli sono risultate comparabili o inferiori a quelle del bianco.

**Tab. 3-XXV** - Concentrazioni (mg/kg; Al espresso in %) dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* nel survey condotto nel 2° survey post lavori. (bianco = tempo zero 0° - organismi spurgati/non esposti ai sedimenti). In rosso è evidenziata la stazione corrispondente a Clara NW. 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.	1,42	n.r.	0,21	n.r.	20,95	347,45	2,64	n.r.	0,35	107,15	n.r.	133,58	0,094
Controllo	n.r.	1,94	n.r.	0,16	n.r.	17,83	308,08	2,21	n.r.	n.r.	75,02	n.r.	150,71	0,145
<b>CL SE</b>	n.r.	<b>1,37</b>	n.r.	<b>0,20</b>	n.r.	<b>14,27</b>	<b>316,57</b>	<b>3,31</b>	n.r.	<b>0,30</b>	<b>101,77</b>	n.r.	<b>122,68</b>	<b>0,117</b>
A3	n.r.	1,15	n.r.	0,18	n.r.	12,52	355,72	4,46	n.r.	0,31	110,57	n.r.	139,95	0,091
A6	n.r.	1,10	n.r.	0,20	n.r.	12,71	314,62	3,09	n.r.	0,33	104,59	n.r.	115,09	0,089
B3	n.r.	1,15	n.r.	0,19	n.r.	12,15	287,80	2,92	n.r.	n.r.	139,66	n.r.	113,90	0,112
B6	n.r.	1,12	n.r.	0,17	n.r.	13,96	312,41	4,54	n.r.	n.r.	109,43	n.r.	140,15	0,133
K1	n.r.	1,01	n.r.	0,17	n.r.	14,54	403,08	2,85	n.r.	0,34	294,76	n.r.	138,36	0,113
K2	n.r.	1,09	n.r.	0,16	n.r.	11,23	258,22	2,16	n.r.	0,33	129,06	n.r.	99,53	0,115
K3	n.r.	1,39	n.r.	0,22	n.r.	12,02	306,06	3,00	n.r.	n.r.	99,37	n.r.	115,67	0,119
K4	n.r.	1,39	n.r.	0,18	n.r.	12,11	293,79	2,76	n.r.	n.r.	102,86	n.r.	115,75	0,107

**Tab. 3-XXVI** - Differenze tra le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* esposti al sedimento di controllo e ai sedimenti da testare e il bianco (0°). In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma. 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.	0,52	n.c.	-0,05	n.c.	-3,12	-39,37	-0,43	n.c.	n.c.	-32,13	n.c.	17,13	<b>0,051</b>
<b>CL SE</b>	n.c.	<b>-0,05</b>	n.c.	<b>-0,01</b>	n.c.	<b>-6,68</b>	<b>-30,88</b>	<b>0,67</b>	n.c.	<b>-0,05</b>	<b>-5,38</b>	n.c.	<b>-10,9</b>	<b>0,023</b>
A3	n.c.	-0,27	n.c.	-0,03	n.c.	-8,43	8,27	<b>1,82</b>	n.c.	-0,04	3,42	n.c.	6,37	-0,003
A6	n.c.	-0,32	n.c.	-0,01	n.c.	-8,24	-32,83	0,45	n.c.	-0,02	-2,56	n.c.	-18,49	-0,005
B3	n.c.	-0,27	n.c.	-0,02	n.c.	-8,80	-59,65	0,28	n.c.	n.c.	32,51	n.c.	-19,68	0,018
B6	n.c.	-0,30	n.c.	-0,04	n.c.	-6,99	-35,04	<b>1,90</b>	n.c.	n.c.	2,28	n.c.	6,57	<b>0,039</b>
K1	n.c.	-0,41	n.c.	-0,04	n.c.	-6,41	55,63	0,21	n.c.	-0,01	<b>187,61</b>	n.c.	4,78	<b>0,019</b>
K2	n.c.	-0,33	n.c.	-0,05	n.c.	-9,72	-89,23	-0,48	n.c.	-0,02	<b>21,91</b>	n.c.	-34,05	<b>0,021</b>
K3	n.c.	-0,03	n.c.	0,01	n.c.	-8,93	-41,39	0,36	n.c.	n.c.	-7,78	n.c.	-17,91	<b>0,025</b>
K4	n.c.	-0,03	n.c.	-0,03	n.c.	-8,84	-53,66	0,12	n.c.	n.c.	-4,29	n.c.	-17,83	0,013

Confronto con i survey precedenti - Nell'ultimo monitoraggio sono stati confermati i risultati precedenti per la maggior parte dei metalli o sono stati migliorati (Tab. 3-XXVII). Le variazioni positive hanno riguardato il **bario**, il **piombo** e il **vanadio**, per i quali sono scomparsi i segnali di bioaccumulo riscontrati nell'inverno 2016, e il **mercurio**, per il quale si è ridotto il numero di stazioni coinvolte soprattutto nell'area della piattaforma, dove è scomparso anche il segnale riguardante il **silicio** in B3; un peggioramento riguardo questo metallo è stato invece riscontrato nei controlli. Per quanto concerne il **nicel**, invece, viene confermato il bioaccumulo in CL SE e A3 già osservato sin dal pre-survey e si ripropone il bioaccumulo in B6 non rilevato solo nell'inverno 2016.

**Tab. 3-XXVII** - Confronto tra le differenze delle concentrazioni dei metalli pesanti con il bianco rilevate nel pre-survey (PS), nel durante lavori (DL) e nei primi due monitoraggi post lavori (PL). In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma. In grassetto sono evidenziati i valori che indicano bioaccumulo da parte degli organismi. (controllo = organismi esposti al sedimento di controllo). n.c. = non calcolabile.

	Al				As				Ba				Cd			
	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL
Controllo	n.c.	n.c.	-242	n.c.	0,10	0,39	<b>2,48</b>	0,52	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,04	-0,03	-0,02	-0,05
<b>CL SE</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>-215</b>	<b>n.c.</b>	<b>0,11</b>	<b>0,03</b>	<b>0,36</b>	<b>-0,05</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>-0,01</b>
A3	n.c.	n.c.	-236	n.c.	0,05	0,06	0,14	-0,27	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,03	-0,02	0,01	-0,03
A6	n.c.	n.c.	-185	n.c.	-0,04	0,02	0,03	-0,32	n.c.	-1,95	n.c.	n.c.	-0,04	-0,01	-0,02	-0,01
B3	n.c.	n.c.	155	n.c.	<b>0,20</b>	0,01	-0,01	-0,27	n.c.	n.c.	<b>0,32</b>	n.c.	-0,04	-0,03	-0,05	-0,02
B6	n.c.	n.c.	-237	n.c.	<b>0,29</b>	-0,02	-0,06	-0,30	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,01	-0,02	0,00	-0,04
K1	n.c.	n.c.	-153	n.c.	0,12	0,01	0,06	-0,41	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,02	-0,02	0,01	-0,04
K2	n.c.	n.c.	-216	n.c.	<b>0,24</b>	0,01	<b>0,60</b>	-0,33	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,02	-0,01	0,00	-0,05
K3	n.c.	n.c.	-158	n.c.	0,15	0,05	<b>0,43</b>	-0,03	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,03	-0,01	0,02	0,01
K4	n.c.	n.c.	-245	n.c.	<b>0,39</b>	0,13	<b>0,34</b>	-0,03	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,02	-0,01	0,00	-0,03

	Cr				Cu				Fe				Ni			
	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL
Controllo	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-5,98	-13,13	-7,39	-3,12	-407,39	-142,60	-244,9	-39,37	-1,21	<b>1,64</b>	-0,10	-0,43
<b>CL SE</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>-7,29</b>	<b>-13,94</b>	<b>-8,92</b>	<b>-6,68</b>	<b>-437,16</b>	<b>-100,69</b>	<b>-237,7</b>	<b>-30,88</b>	<b>0,80</b>	<b>1,48</b>	<b>0,80</b>	<b>0,67</b>
A3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-6,57	-15,6	-7,35	-8,43	-450,37	-72,47	-239,7	8,27	<b>0,52</b>	<b>1,38</b>	<b>0,67</b>	<b>1,82</b>
A6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-8,38	-12,56	-10,69	-8,24	-613,39	-85,44	-216,7	-32,83	0,11	<b>1,98</b>	-0,07	0,45
B3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-7,44	-14,34	-10,09	-8,8	-444,21	-97,49	-43,47	-59,65	-0,46	<b>1,52</b>	0,37	0,28
B6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-5,69	-12,97	-11,68	-6,99	-514,72	-113,69	-300	-35,04	<b>0,63</b>	<b>2,05</b>	0,16	<b>1,90</b>
K1	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-7,29	-14,36	-10,46	-6,41	-532,24	-93,75	-265,3	55,63	0,34	<b>1,02</b>	<b>0,84</b>	0,21
K2	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-4,41	-16,31	-7,60	-9,72	-376,57	-15,52	-267,9	-89,23	0,01	<b>1,57</b>	<b>0,53</b>	-0,48
K3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-8,62	-14,49	-7,17	-8,93	-508,73	-109,84	-117,1	-41,39	-0,17	<b>1,77</b>	-0,46	0,36
K4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-7,34	-12,54	-7,19	-8,84	-534,23	-96,46	-240,6	-53,66	<b>0,59</b>	<b>1,65</b>	-0,28	0,12

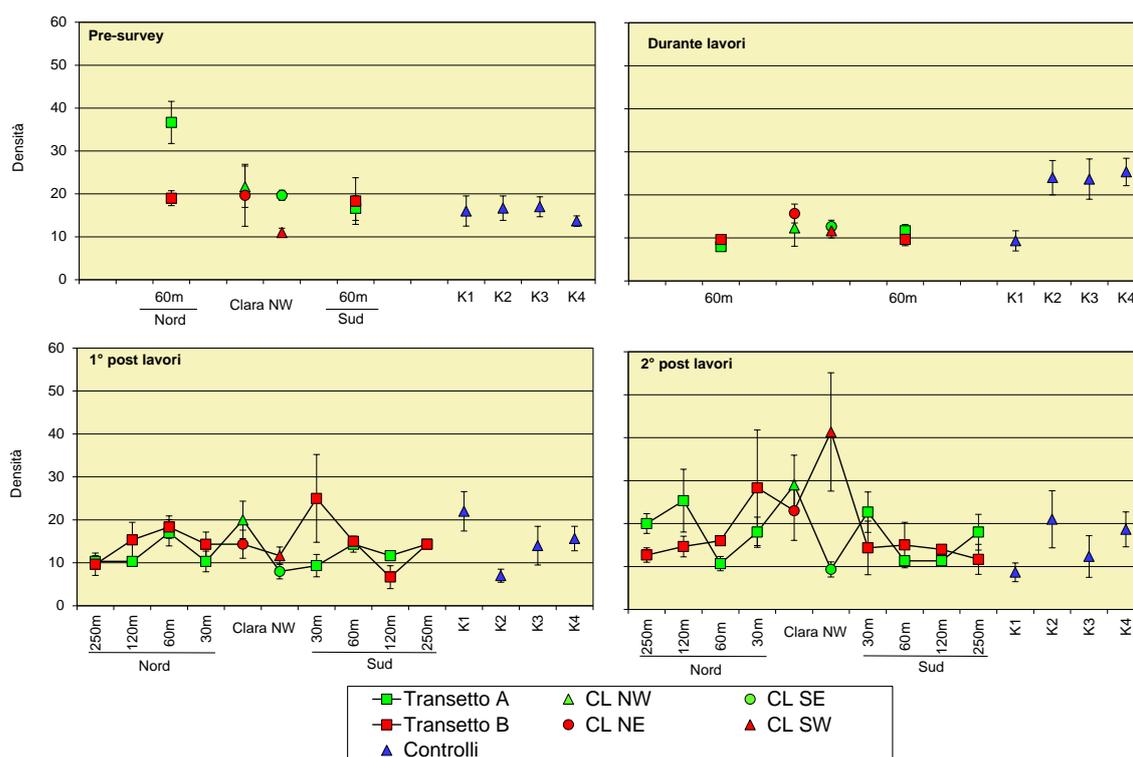
	In				Pb				Si				V			
	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL
Controllo	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,02	n.c.	-436,22	2,60	-21,40	-32,13	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
<b>CL SE</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>-0,14</b>	<b>n.c.</b>	<b>0,10</b>	<b>-0,05</b>	<b>-299,60</b>	<b>7,89</b>	<b>-151,00</b>	<b>-5,38</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>	<b>n.c.</b>
A3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	0,01	-0,04	-448,16	16,64	-181,21	3,42	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
A6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,03	-0,02	-448,95	<b>109,60</b>	-112,70	-2,56	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
B3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,17	n.c.	0,23	n.c.	-437,07	<b>26,58</b>	<b>444,88</b>	32,51	n.c.	n.c.	<b>0,85</b>	n.c.
B6	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,18	n.c.	-0,04	n.c.	-405,88	<b>20,62</b>	-201,74	2,28	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
K1	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,2	n.c.	<b>0,08</b>	-0,01	-408,07	<b>26,37</b>	-81,19	<b>187,61</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
K2	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,19	n.c.	<b>0,08</b>	-0,02	-448,65	<b>56,54</b>	-147,50	<b>21,91</b>	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
K3	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,11	n.c.	<b>0,10</b>	n.c.	-389,98	8,01	-22,89	-7,78	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
K4	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	-0,05	n.c.	<b>0,08</b>	n.c.	-452,59	<b>34,20</b>	-155,75	-4,29	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.

	Zn				Hg			
	PS	DL	1° PL	2° PL	PS	DL	1° PL	2° PL
Controllo	10,97	-55,20	38,25	17,13	<b>0,087</b>	0,029	<b>0,110</b>	<b>0,051</b>
<b>CL SE</b>	<b>1,26</b>	<b>-68,26</b>	<b>5,27</b>	<b>-10,90</b>	<b>0,036</b>	<b>-0,005</b>	<b>0,020</b>	<b>0,023</b>
A3	-30,81	-62,76	11,96	6,37	0,032	-0,001	<b>0,030</b>	-0,003
A6	-26,71	-41,13	-6,38	-18,49	<b>0,034</b>	-0,026	<b>0,020</b>	-0,005
B3	-28,63	-68,07	-29,66	-19,68	<b>0,053</b>	-0,015	0,000	0,018
B6	-15,12	-48,37	-7,35	6,57	0,019	-0,011	<b>0,030</b>	<b>0,039</b>
K1	-20,78	-59,19	-8,39	4,78	0,032	0,006	<b>0,030</b>	<b>0,019</b>
K2	-20,12	-62,02	1,31	-34,05	<b>0,062</b>	-0,007	<b>0,020</b>	<b>0,021</b>
K3	-15,79	-53,45	-3,98	-17,91	0,029	-0,016	<b>0,020</b>	<b>0,025</b>
K4	-32,55	-30,95	-1,90	-17,83	0,022	0,001	<b>0,030</b>	0,013

### 3.5. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

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

La comunità bentonica rinvenuta nei siti campionati nel 2° survey post lavori è risultata abbastanza povera in termini di numero di individui (fig. 3.41). Gli andamenti della densità non sono apparsi ben definiti relativamente alla presenza della piattaforma, con valori compresi tra  $9,33 \pm 1,76$  ind/0,095 m<sup>2</sup> (CL SE) e  $41,33 \pm 13,78$  ind/0,095 m<sup>2</sup> (CL SW), mentre presso i controlli N è variata tra  $8,67 \pm 2,19$  (K1) e  $21,00 \pm 6,66$  ind/0,095 m<sup>2</sup> (K2). Comunque, a causa dell'elevata variabilità, tutti i siti dei transetti sono apparsi comparabili con almeno un controllo. Rispetto all'inverno si è ampliato il range dei valori attorno alla piattaforma, con variazioni non univoche analogamente a quanto osservato ai controlli. Le densità registrate in corrispondenza di Clara NW sono comparabili a quelle del pre-survey eccetto in CL SW in cui è risultata maggiore nell'estate 2016.



**Fig. 3.41** – Densità ( $\pm$  e.s.) registrate presso i siti monitorati nell'intero periodo.

I policheti della famiglia Paraonidae hanno rappresentato il taxon più numeroso nella maggior parte delle stazioni situate sia nell'area circostante la struttura che presso i controlli, assieme al gasteropode *Hyala vitrea* e al decapode *Callinassa subterranea* confermando i risultati precedenti (Tabb. 3-XXIX - 3-XXXII).

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

Stazione	Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controlli			
		A3	CL NW	CL SE	A6	B3	CL NE	CL SW	B6	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma		60	0	0	60	60	0	0	60	2000	2000	2000	2000
<b>Crostacei</b>													
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE							0,33				
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB											0,33
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC	0,33										
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	MO		0,33		0,67							
	<i>Othomaera schmidtii</i>	VB			0,33	0,33				0,33			
Decapodi	<i>Parapoxus oculatus</i>	Mixt	0,33		0,33					0,33			
	<i>Alpheus glaber</i>	VTC		0,33						0,33			
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	1,33	2,67	1,33	0,33	1,00	1,33	1,67	2,00	1,67	0,67	1,67
	<i>Chlorotocus crassicomis</i>	VB		0,33						0,33			
Isopodi	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC		0,33				0,33			0,33		0,67
	<i>Gnathia</i> sp	-										0,33	
Tanaidacei	<i>Apseudes latreillii</i>	Minut	0,33										
<b>Echinodermi</b>													
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB							1,33	0,33			
	<i>Holothuroidea</i> nd	-			0,33								
Oloturoidei	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC	0,33	0,33	0,33					0,33			0,33
	<i>Ocnus planci</i>	Sd					0,67	0,33					
<b>Molluschi</b>													
Bivalvi	<i>Abra prismatica</i>	DC	0,33										
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt							0,33	0,33		0,67	
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC				0,33							
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim			1,00	0,33	0,33	0,33	0,67			0,33	0,33
	<i>Parvicardium minimum</i>	Mixt	0,33										
	<i>Tellimya ferruginosa</i>	SFBC							1,00	0,33			
Gasteropodi	<i>Bela brachystoma</i>	Lre								0,33			
	<i>Hyala vitrea</i>	VTC	0,33	2,67	2,00	1,67	3,33	1,00	0,33	0,33	2,00	2,67	1,33
	<i>Turritella communis</i>	VTC	0,33		0,33	0,33						0,33	3,00
<b>Nemertini</b>													
	<i>Nemertea</i> nd	-	1,67	0,67	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33				0,67
<b>Policheti</b>													
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC								0,33			0,33
	<i>Ampharetidae</i> nd	-			0,33	0,33							
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	0,33	0,33	0,33		0,67		0,33	0,67		0,33	0,33
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	3,00	1,00	0,67	0,33	1,00	0,67	0,33	1,00	0,67	1,33	0,67
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,67					0,33				0,67	1,00
	<i>Aponuphis bilineata</i>	SGCF			0,33								
	<i>Aquiaspio sexoculata</i>	MO	0,67				0,33			0,67			
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	0,33	0,33			0,33	0,33	0,33	0,33			1,00
	<i>Cirratulidae</i> nd	-	0,67			0,33							
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,33	0,67	0,33		0,33	1,00	0,67	0,67		0,67	0,33
	<i>Glycera</i> sp	-	1,00	0,67	0,33	1,67							
	<i>Harmothoe</i> sp	-		0,33	0,33					0,33			
	<i>Labioleanira yhlani</i>	VTC		0,67				0,33					
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab						0,33					
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,33	1,00	1,00	0,67				0,33	1,00	0,33	0,67
	<i>Melinna palmata</i>	Minut						0,33					
	<i>Micronephthys sphaerocirrata</i>	Sab									0,33		0,33
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO		0,33									0,33
	<i>Nephtys hystricis</i>	VTC	1,00	0,33	0,67		0,33	0,33	0,67	0,33	0,67	1,00	1,00
	<i>Ninoe</i> sp	-	0,67		0,67	0,33	0,67	0,33	0,67	0,33	0,33	0,33	0,33
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	0,33	0,33	1,33	0,67	0,33			0,33	0,33		0,33
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	1,00	1,00			0,33			1,00	1,33		1,00
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	1,00	0,33	0,33	0,33		0,33	0,33	0,33			
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	1,00	0,33	0,33	0,33		0,67			1,00		
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,33	0,33	1,33	0,67	1,00	1,00	0,33	1,00	0,67	0,33	0,33
	<i>Paraonidae</i> nd	-	12,67	3,00	4,33	3,67	5,00	6,67	1,33	4,00	2,33	4,33	4,67
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim		0,33	0,33				0,33	0,33	0,33		
	<i>Pilargidae</i> nd	-	0,33				0,67		0,33	0,33		0,33	0,67
	<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab		0,33									
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC											0,33
	<i>Polyopthalmus pictus</i>	Mixt		0,33									
	<i>Prionospio ehlersi</i>	Mixt							0,33				
	<i>Prionospio malmgreni</i>	SFBC									0,33		
	<i>Prionospio</i> sp	-	0,67										
	<i>Scoletoma</i> sp	-	1,33	0,33		0,33				0,67	0,33		0,33
	<i>Scoloplos armiger</i>	Lre	1,33		0,67		0,33			0,33			
	<i>Spionidae</i> nd	-						0,33					0,33
	<i>Terebellidae</i> nd	-								0,67	0,33		
<b>Sipunculidi</b>													
	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	1,67	1,00	1,00	0,33	0,33	1,67		0,67	1,33	1,33	1,67
	<i>Sipuncula</i> nd	-	0,33	0,67		0,67	0,33	0,33	0,33		0,33		
<b>Densità totale</b>			<b>36,67</b>	<b>21,67</b>	<b>19,67</b>	<b>16,67</b>	<b>19,00</b>	<b>19,67</b>	<b>11,00</b>	<b>18,33</b>	<b>16,00</b>	<b>16,67</b>	<b>17,00</b>
<b>Ricchezza specifica totale</b>			<b>30</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>18</b>

**Tab. 3-XXX** – Lista e densità (n. ind/0,095 m<sup>2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel survey **durante i lavori**. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. Per le sigle delle biocenosi far riferimento alla Tab. 3-XXIX.

Stazione	Biocenosi	Transetto A				Transetto B				Controlli				
		A3	CL NW	CL SE	A6	B3	CL NE	CL SW	B6	K1	K2	K3	K4	
<b>Distanza dalla futura piattaforma</b>		60	0	0	60	60	0	0	60	2000	2000	2000	2000	
<b>Briozoi</b>														
	<i>Cellaria salicornioides</i>	Mixt	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
<b>Cnidari</b>														
Antozoi	Actiniaria nd	-		0,33										
Idrozoi	Hydroidea nd	-	0,33	0,33										
<b>Crostacei</b>														
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE									0,33			
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC								0,33				
	<i>Hippomedon bidentatus</i>	VTC		0,33										
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC					0,67							
	<i>Othomaera schmidtii</i>	VB							0,33			0,67		
Cumacei	Cumacea nd	-									0,33			
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC				0,33								
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	1,33	0,67	1,00	2,00	0,67		1,67	0,33		3,67	1,33	
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,33		0,33			0,33				0,33		
	<i>Processa</i> sp	-										0,33		
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB							0,33					
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL					0,33							
Isopodi	<i>Cirolana borealis</i>	Lre		0,33	0,67		0,33		0,33					
	<i>Eurydice</i> sp	-		0,33	1,00	0,67	1,67							
Tanaidacei	<i>Apeudes latreillii</i>	Minut											0,33	
<b>Echinodermi</b>														
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB		0,33					0,33				0,67	
Oloturoidei	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC									0,33			
	<i>Thyone fusus</i>	DE									0,33			
	<i>Trachythyone elongata</i>	VTC										0,33		
	<i>Trachythyone tergestina</i>	VTC				0,33								
<b>Molluschi</b>														
Bivalvi	<i>Azorinus chamassolen</i>	Mixt				0,33						0,33	0,33	
	<i>Callista chione</i>	Lim										0,33		
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	0,33							0,33		0,33		
	<i>Poromya granulata</i>	Mixt			0,33									
Gasteropodi	<i>Hyala vitrea</i>	VTC		2,00	0,33	0,33	1,00	4,67	0,33	0,67	2,67	2,00	3,33	
	<i>Turritella communis</i>	VTC	1,00	0,67	0,67	3,67	0,33		0,33					
<b>Nemertini</b>														
	Nemertea nd	-	0,33		0,67		0,33		0,33		0,33	0,67		
<b>Policheti</b>														
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB		0,33									2,00	
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	0,33	0,67	1,00	0,33	1,67		0,33		0,67	1,33	1,00	
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,33		0,33			0,67						
	<i>Capitella capitata</i>	MO			0,33									
	<i>Chaetozona caputesocis</i>	Lim			0,33						0,33	0,67		
	<i>Glycera rouxii</i>	MO		0,67	0,33	0,33			0,33	0,67		1,00		
	<i>Glycera</i> sp	-		0,33	0,33				1,00	0,33	0,33	0,33		
	<i>Goniada maculata</i>	VTC						0,33						
	<i>Harmothoe</i> sp	-					0,33				0,33	0,33		
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC		0,33							0,33	0,33		
	<i>Laonice cirrata</i>	VTC							0,33					
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	0,33								0,67		0,67	
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,33	0,33	1,00	1,33	0,33	1,00	0,67	0,33	0,67	0,67	0,33	
	<i>Minuspio cirrifera</i>	MO									0,33	0,33	0,33	
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC		0,33			0,33	0,33		0,33	0,67	1,00		
	Nereididae nd	-			0,33									
	<i>Ninoe</i> sp	-		0,67		0,33	0,33		0,33	0,33	0,33		0,67	
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	0,67			0,67			0,33	0,67	0,33	0,33		
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim		0,33	0,33				0,33	1,00	1,67	2,00	1,67	
	<i>Ophiodesmus flexuosus</i>	Sab		0,33				0,67	1,00			0,67	0,33	
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim				0,33						0,33	0,33	
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO			0,33		0,33		0,33	0,67	0,67		1,00	
	Paraonidae nd	-	1,33	3,00	2,33	0,33	0,67	0,67	0,67	0,67	7,00	2,33	7,67	
	<i>Phylo foetida</i>	SVMC		0,33	0,33									
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim											0,33	
	Pilargidae nd	-					0,33						0,33	
	<i>Prionospio</i> sp	-					0,67					0,33	0,33	
	<i>Scoletoma fragilis</i>	Lim							0,33					
	<i>Scoletoma</i> sp	-							0,33		1,00	0,67		
	<i>Scoloplos armiger</i>	Lre		0,33			0,33				0,33	0,67		
	<i>Sternaspis scutata</i>	VTC						1,33						
	<i>Syllidae</i> juv	-								0,33				
<b>Sipunculidi</b>														
	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	0,33	0,33	0,33	1,00	0,67	0,67	0,33	0,67	2,00	1,00	2,00	
	<i>Sipuncula</i> nd	-		1,00	0,33				0,33					
<b>Densità totale</b>			8,00	12,33	12,67	11,67	9,66	15,67	11,67	9,67	9,33	24,00	23,67	25,33
<b>Ricchezza specifica totale</b>			13	16	22	16	16	20	11	20	17	28	27	19

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

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>																									
	Briozoa nd	-				0,67																			
	<i>Cellaria salicornioides</i>	Mixt	0,33	0,33	0,33									0,33										0,33	
	<i>Triticella flava</i>	Simbiosi														0,33									
<b>Cnidari</b>																									
	Actiniaria nd	-																						0,33	
	<i>Funiculina quadrangularis</i>	Lim	0,33									0,67										0,33			
	<i>Virgularia mirabilis</i>	VTC			0,33																				
	Idrozozi	-					0,33																		
<b>Crostacei</b>																									
	Amfipodi																								
	<i>Ampelisca diadema</i>	DE							0,33																
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB																							
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC												0,33										0,33	0,67
	<i>Orchomene gnimaldii</i>	VTC																0,33							
	<i>Othmaera schmidtii</i>	VB			0,33																				
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt																							0,33
	Decapodi																								
	<i>Alpheus glaber</i>	VTC	0,33			0,33	0,67	0,33								0,33	0,33	0,33	0,67						
	<i>Anapagurus</i> sp	-							0,33																
	<i>Athanas amazone</i>	Lim																0,33							
	<i>Callianassa subterranea</i>	Lim	0,33	0,33	1,67		1,00		1,00	0,67	1,67	0,33	3,33	2,67	2,00			1,67	1,67	0,33	0,67	3,00	0,33	1,00	1,33
	<i>Galathea</i> sp	-					0,33																		
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC					0,33	0,67	0,33							0,33	1,00	1,33	0,33	0,67			0,33		
	<i>Jaxea nocturna</i>	VTC	0,33													0,33							0,33		
	Paguridae nd	-							0,33																
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB																			0,33				
	<i>Upogebia deltaura</i>	DL																0,67							
	Isopodi																								
	<i>Cirolana borealis</i>	Lre																					0,33		
	<i>Gnathia</i> sp	-																0,33						0,33	
	Tanaidacei																								
	<i>Apsuedes spinosus</i>	HP											0,67												
	<i>Leptocheilia savignyi</i>	C											0,33												
<b>Echinodermi</b>																									
	Echinoidei																								
	<i>Brissoopsis atlantica mediterranea</i>	VB	0,33							0,33									0,33						
	Ofiuroidei																								
	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC						0,67																	
	<i>Ophiura albida</i>	DC							0,33																
	Oloturoidei																								
	Holothurioidea nd	-					0,33			0,33	0,67							1,00		0,33	0,33			0,33	
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC					0,33					0,33		0,33	0,33			0,33						0,33	
<b>Molluschi</b>																									
	Bivalvi																								
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt				0,33						0,67													
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd																0,33							
	<i>Hiatella rugosa</i>	Sd																							
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC																							
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim																						0,33	
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim																0,33						0,33	0,33
	<i>Poromya granulata</i>	Mixt																							
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre						0,33										0,33							
	Gasteropodi																								
	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC	2,67	1,33	2,00	1,00	1,33			1,67	0,67	1,67	0,33	0,33		4,00		1,00	0,33	0,67	2,33	1,00	1,00	1,33	0,67
	<i>Trophonopsis muricatus</i>	Sd							0,33																
	<i>Turritella communis</i>	VTC																				0,33			
<b>Nemertini</b>																									
	Nemertea nd	-	0,33		0,33		0,33	1,00		1,00								1,33	1,00			1,67	0,33	0,33	0,67



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

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>							0,33		0,33							0,33									
	Briozoa nd						0,33		0,33							0,33									
	Schizoporella errata	Lre				0,33		0,67	0,33						0,33		0,33								
	Scrupocellaria scruposa	Sd				0,67		0,67								0,67			0,33						
	Triticella flava	Simbiosi							0,33																
<b>Cnidari</b>																									
Antozoi	Anthozoa nd	-	1,00																						
	Funiculina quadrangularis	Lim		0,33																				0,33	0,33
Idrozoi	Hydroidea nd	-			0,33	0,67											0,67								
<b>Crostacei</b>																									
Anfipodi	Acidostoma nodiferum	Lre														0,33					0,33				
	Ampelisca diadema	DE						0,33											0,33						0,33
	Dexamine spinosa	SGCF		0,33																					
	Harpinia dellavallei	VTC	0,33	0,67																0,33					
	Leucothoe incisa	SFBC		0,67		0,33																			
	Leucothoe lilljeborgi	MO				0,33								0,33	0,33		0,33								
	Leucothoe oboa	Lim							0,33																
	Othomaera schmidti	VB		0,67				0,33												0,33					
	Paraphoxus oculatus	Mixt	0,33							0,33						0,33									
	Perioculodes longimanus	SFBC														0,33									
Cumacei	Cumacea nd	-																							0,33
	Eudorella truncatula	Mixt		0,67																					
Decapodi	Alpheus glaber	VTC				0,33		0,67	1,00			0,33	0,33												
	Callinassa subterranea	Lim	1,67	3,00	0,67	1,33	1,67	1,00		1,00	2,67	0,33	0,33	1,67	0,33	1,67	0,33		1,33	1,67	2,33	1,00	1,67	1,67	0,67
	Chlorotocus crassicomis	VB																							0,33
	Goneplax rhomboides	VTC			0,33	0,33	0,33	0,67	0,33	0,67	0,33					0,33	0,67	0,67	0,33	0,33		0,33			
	Liocarcinus depurator	VB																							
	Processa sp	-		1,00		0,33		0,33								0,33								0,33	
	Upogebia deltaura	DL													0,33										
Isopodi	Gnathia sp	-							0,33							0,33	0,67	0,33							
Tanaidacei	Apseudes spinosus	HP	0,33	0,33											0,33							0,33			0,67
	Pseudotanaïs sp	-																							0,33
<b>Echinodermi</b>																									
Echinoidei	Brissopsis atlantica mediterranea	VB	0,33							0,33												0,33			
Ofiuroidei	Amphiura chiajei	VTC				0,33		0,33																	
	Ophiura albida	DC													0,67										
Oloturoidei	Holothuroidea nd	-	0,33	0,33			0,33	1,00		0,33					0,33		0,67	2,00	0,33		0,33			0,67	0,33
	Labidoplax digitata	VTC	0,33			0,67										0,33	0,33								
<b>Molluschi</b>																									
Bivalvi	Abra prismatica	DC						0,33																	
	Azorinus chamasolen	Mixt								0,33					0,67								0,33		0,33
	Corbula gibba	MI																							
	Nucula nitidosa	Lim							0,33								0,67								
	Nucula sulcata	Lim					0,33								0,33					0,67			0,33		
	Saccella commutata	Mixt															0,33								
	Thyasira biplicata	Lim				0,33																			
	Timoclea ovata	Lre																							
Caudofoveata	Falcidens guttuerosus	Lim						0,33									0,33								
Gasteropodi	Acteon tomatis	SFBC													0,33										
	Bela brachystoma	Lre							0,67																
	Epitonium commune	Mixt							0,33																
	Hyalia vitrea	VTC	1,00	2,33	1,00	3,00	0,67	0,33	1,33	3,00	1,33	0,33	0,67	3,67	0,33	3,33	2,67	4,33	2,00	1,00		1,67	1,00	1,33	1,67
	Odostomia sp	-						0,33																	
	Turritella communis	VTC				0,33																0,33		0,33	

Tab. 3-XXXII – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli						
		A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla futura piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000	
<b>Nemertini</b>	Nemertea nd	-	1,33		0,67		1,00	0,67	1,67	0,33	0,33			0,33	0,67	1,67	1,00	1,00	0,33	0,33		0,33		0,33		
<b>Policheti</b>	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC				0,67		0,33							0,33	0,33			0,33			0,33				
	<i>Ampharetidae</i> nd	-																	0,33		0,33					
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	0,33	0,33																		0,33		0,67	0,33	
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	0,33	1,00	1,00	1,00	1,33		1,00		1,00	0,67	1,33	0,67	0,33	0,67	1,00	0,33	1,33			0,33	0,67	1,33	0,33	
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	0,33				0,33	0,33	0,67	0,67	0,33				0,67	0,67					0,33		0,67	0,33	0,33	
	<i>Capitellidae</i> nd	-												0,33							0,33		0,67	0,67	0,33	
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim		0,33	0,33	0,33	0,33											0,33		0,67		0,33		0,67	0,33	
	<i>Chloëia venusta</i>	DC														0,33					0,33				0,33	
	<i>Cirratulidae</i> nd	-	0,33	0,67	0,33	0,33		0,33					0,33			0,33					0,33				0,33	
	<i>Ditrupea arietina</i>	MI														0,33				0,33	0,33					
	<i>Dodecaceria concharum</i>	AP							0,33																	
	<i>Glycera rouxii</i>	MO			0,33	0,33	0,33	0,67	1,00	0,67				0,67	0,67	0,67	0,33		0,33		0,33		0,67	0,67	0,67	
	<i>Glycera</i> sp	-	1,00	0,67	0,33		2,00	1,00	0,67	0,67	0,67	0,33	0,33	0,67	0,67	3,33	2,67	2,33	0,67	0,33	0,33		1,00	0,33	0,67	
	<i>Harmothoe</i> sp	-													0,67	0,33		0,33		0,33						
	<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC					0,33		0,33							0,33										
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab			0,33																					
	<i>Maldanidae</i> nd	-				0,33																				
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	1,00	0,67		0,67		0,67	0,67	0,33		1,00	0,33	0,33	0,67	0,33	1,00		1,00		1,33	0,33	0,33	0,67	0,33	
	<i>Minuspio cimifera</i>	MO										0,67			0,67	1,00					0,33					
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC		0,33			1,33		0,67		0,33									0,33						
	<i>Nereididae</i> nd	-				0,33										0,33	0,67									
	<i>Ninoe</i> sp	-		0,67	0,33	0,33		0,33		0,33						0,33	1,00	0,33				0,33	0,67	0,67	1,00	
	<i>Notomastus aberans</i>	MO		0,33	0,33							0,33		0,33						0,33	0,67		0,33	0,33	0,33	
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	0,67	1,67	0,33					0,33	0,33		0,33						1,33	0,33	0,33	0,33	2,00			
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab		0,33			0,33	2,00									1,00									
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC			0,33		1,67																			
	<i>Panthalis oerstedii</i>	VB														0,33	10,33	1,33	0,33							
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	0,33	1,00		0,67		0,33	0,33	1,33	0,33	1,33			0,33	0,67	0,33	0,33		0,33	0,33		0,67	0,33	0,33	
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,67	1,00		0,33	0,33	0,33	0,67	0,33	1,33	0,33	0,67	0,33	0,33		0,33	0,67	1,00				0,33	0,33	0,33	
	<i>Paraonidae</i> nd	-	4,00	3,67	2,00	4,00	7,67	0,67	4,33	0,67	2,33	5,67	3,33	3,00	1,67	2,00	1,67	15,67	2,00	2,67	3,67	2,00	2,67	5,67	3,67	
	<i>Paraprionospio pinnata</i>	VTC																								
	<i>Phyllodocidae</i> nd	-																								
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim																								
	<i>Pilargidae</i> nd	-	0,33	0,33	0,33		0,33	0,67	0,33					0,33		0,33				0,67	0,33	0,33		0,33		
	<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab																								
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC					0,33																			
	<i>Polydonte maxillosus</i>	DE						0,33																		
	<i>Prionospio ehlersi</i>	Mixt		0,33																						
	<i>Prionospio</i> sp	-	0,33	0,33	0,33	0,33	0,67		0,33							0,33	3,00	0,33		0,33					0,67	
	<i>Scolelepis</i> sp	-									0,33															
	<i>Scoletoma</i> sp	-			0,33	0,67				0,33			0,67	0,67	0,33	0,67	0,33					0,67		0,33	1,00	
	<i>Scoloplos armiger</i>	Lre		0,33	0,33	0,33											0,33	0,33	0,33	0,67			1,33	0,33		
	<i>Serpula vermicularis</i>	AP					0,33																			
	<i>Spionidae</i> nd	-			0,33	1,00								0,33	0,67		0,33	0,33					0,33	0,67	0,33	
	<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC	0,33			0,33																			0,33	
	<i>Stermaspis scutata</i>	VTC	0,33				2,00	0,33			0,33	0,67							0,33		0,33				0,33	
	<i>Terebellidae</i> nd	-							0,33																0,33	
	<i>Trachytrypa jeffreysii</i>	VTC											0,33													
<b>Sipunculidi</b>	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	0,67	1,00	0,33	1,00		0,67		1,00	0,67	0,33		0,67	0,33	1,00		0,33	0,33	0,33	0,33		0,33		1,67	
	<i>Sipuncula</i> nd	-	2,00			0,33	1,00	0,33	1,00	0,33	1,00	1,00	2,33	0,67									0,67	0,33		
<b>Densità totale</b>			<b>20,00</b>	<b>25,33</b>	<b>10,67</b>	<b>18,00</b>	<b>29,00</b>	<b>9,33</b>	<b>22,67</b>	<b>11,33</b>	<b>11,33</b>	<b>18,00</b>	<b>12,67</b>	<b>14,67</b>	<b>16,00</b>	<b>28,33</b>	<b>23,00</b>	<b>41,33</b>	<b>14,33</b>	<b>15,00</b>	<b>14,00</b>	<b>11,67</b>	<b>8,67</b>	<b>21,00</b>	<b>12,33</b>	<b>18,67</b>
<b>Ricchezza specifica totale</b>			<b>26</b>	<b>30</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>21</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>24</b>

Per quanto riguarda la biomassa (fig. 3.42; Tabb. 3-XXXIII - 3-XXXVI), a differenza dei survey precedenti nell'estate 2016 non sono stati rilevati picchi consistenti. Il massimo è stato registrato in B6 ( $7,16 \pm 6,99 \text{ gr}/0,095 \text{ m}^2$ ), valore comparabile a tutti gli altri, ed è stato determinato dal rinvenimento di un esemplare del decapode *Liocarcinus depurator*.

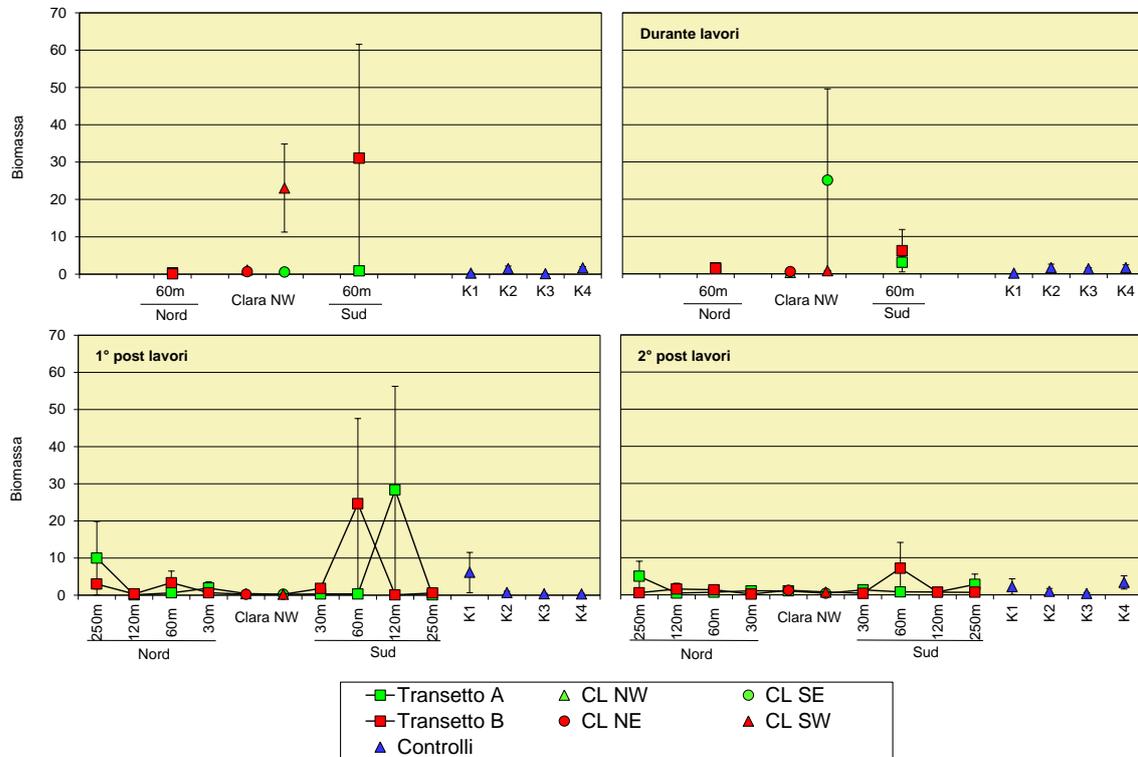


Fig. 3.42 – Biomassa ( $\pm$  e.s.) registrata presso i siti monitorati nell'intero periodo.

**Tab. 3-XXXIII** – 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	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	A3	CL NW	CL SE	A6	B3	CL NE	CL SW	B6	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma	60	0	0	60	60	0	0	60	2000	2000	2000	2000
<b>Crostacei</b>												
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>							*				
	<i>Eriopisa elongata</i>											0,001
	<i>Harpinia dellavallei</i>	*										
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>		*		*							
	<i>Othomaera schmidtii</i>			0,003	0,001				0,005			
	<i>Paraphoxus oculatus</i>			*					*			
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>		0,131									
	<i>Callinassa subterranea</i>	0,004	0,028	0,027	0,007	0,006	0,039	0,038	0,021	0,049	0,026	0,038
	<i>Chlorotocus crassicornis</i>		0,395						0,446			0,014
	<i>Goneplax rhomboides</i>		0,313		0,111		0,093				0,075	1,032
Isopodi	<i>Gnathia</i> sp										0,000	
Tanaidacei	<i>Apeudes latreillii</i>		*									
<b>Echinodermi</b>												
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>							22,440	29,709			
Oloturoidei	Holothurioidea nd			0,000								
	<i>Labidoplax digitata</i>		0,009	0,050	0,029					0,033		0,013
	<i>Ocnus planci</i>					0,469	0,001					
<b>Molluschi</b>												
Bivalvi	<i>Abra prismatica</i>	*										
	<i>Azorinus chamasolen</i>						0,014	0,508		1,015		
	<i>Kurtiella bidentata</i>				*							
	<i>Nucula nitidosa</i>			0,700	0,002	0,001	0,478	0,317			0,019	0,306
	<i>Parvicardium minimum</i>	*										
	<i>Tellimya ferruginosa</i>						0,004	*				
Gasteropodi	<i>Bela brachystoma</i>								0,002			
	<i>Hyala vitrea</i>	*	0,003	0,003	0,002	0,005	0,001	*	*	0,002	0,003	0,002
	<i>Turritella communis</i>	0,021		0,239	0,007					0,289		0,003
<b>Nemertini</b>												
Nemertea nd		0,001	0,003	0,005	*	*	0,000	*			0,013	0,020
<b>Policheti</b>												
	<i>Ampharete acutifrons</i>								*		0,001	
	Ampharetidae nd			*	*							
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	*	*	*	*	*	*	*		0,001	*	*
	<i>Aphelocheata filiformis</i>	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Aphelocheata marioni</i>	*				*				*		
	<i>Aponuphis bilineata</i>			*								
	<i>Aquiaspio sexoculata</i>	*			*			*				
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	0,001	0,003		0,002	0,001	0,001		0,002		0,003	
	Cirratulidae nd	0,005			*							
	<i>Glycera rouxii</i>	0,013	0,014	0,001		0,035	0,008	0,066	0,002		0,003	0,001
	<i>Glycera</i> sp	0,001	0,001	0,001	0,015							
	<i>Hamothoe</i> sp		0,001		*				0,002			
	<i>Labioleairia yhleni</i>		0,191		*							
	<i>Lumbrineris gracilis</i>				*							
	<i>Marphysa bellii</i>	0,236	0,102	0,086	0,012		0,034		0,002	0,132	0,025	*
	<i>Melinna palmata</i>						*					
	<i>Micronephtys sphaerocirrata</i>									*		*
	<i>Minuspio cirrifera</i>		*								*	
	<i>Nephtys hystrix</i>	0,060	*	0,028		0,003	0,003		0,001	0,005	0,022	0,016
	<i>Ninoe</i> sp	0,001		0,002	*	0,004	*	0,003		0,002	*	0,002
	<i>Notomastus aberans</i>	0,003	0,005	0,002	0,002	0,004	*		0,001	0,005	*	0,002
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*
	<i>Ophiudromus flexuosus</i>	*	*	*	*	*	*		0,001			
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	0,002	*	*	0,001	0,002	0,001		0,001	*	*	*
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,001	*	0,001	*	0,000	0,001	*	0,001	*	*	*
	Paraonidae nd	0,002	0,002	*	*	0,001	0,001	*	*	*	0,001	0,001
	<i>Phylo norvegica</i>		0,010	0,003				0,008	0,010	0,017		*
	Pilargidae nd	*				*		*	*		*	*
	<i>Pilargis verrucosa</i>		*									
	<i>Poecilochetus serpens</i>										*	
	<i>Polyopthalmus pictus</i>		0,003									
	<i>Prionospio ehlersi</i>							0,001				
	<i>Prionospio malmgreni</i>									0,001		
	<i>Prionospio</i> sp	*										
	<i>Scoletoma</i> sp	*	*		0,004				0,008	0,001		0,000
	<i>Scoloplos armiger</i>	*		*		*			*			
	Spionidae nd						*					*
	Terebellidae nd								0,039	0,002		
<b>Sipunculidi</b>												
	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,002	0,001	0,001	*	0,001	0,002		0,001	0,002	0,002	0,001
	<i>Sipuncula</i> nd	*	0,027		0,001	0,006	0,017	0,001		0,008	0,008	
<b>Biomassa totale</b>		<b>0,356</b>	<b>1,111</b>	<b>0,581</b>	<b>0,896</b>	<b>0,071</b>	<b>0,672</b>	<b>23,057</b>	<b>31,070</b>	<b>0,258</b>	<b>1,473</b>	<b>0,095</b>

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

		Transetto A				Transetto B				Controlli			
		A3	CL NW	CL SE	A6	B3	CL NE	CL SW	B6	K1	K2	K3	K4
		60	0	0	60	60	0	0	60	2000	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>	<i>Cellaria salicornioides</i>	0,082	0,022	0,048	0,146	0,128	0,428	0,019	0,063	0,041	0,083	0,102	0,289
<b>Cnidari</b>	Actiniaria nd			0,007									
	Idrozoi		0,001	0,002									
<b>Crostacei</b>													
	Anfipodi									*	*		
	<i>Ampelisca diadema</i>												
	<i>Harpinia dellavallei</i>												
	<i>Hippomedon bidentatus</i>			0,002			*						
	<i>Orchomene grimaldii</i>								0,005			0,008	
	<i>Othmaera schmidtii</i>												
	Cumacei										*		
	Decapodi					0,047							
	<i>Alpheus glaber</i>					0,097	0,006						
	<i>Callinassa subterranea</i>	0,019	0,031	0,018					0,034	0,003		0,036	0,011
	<i>Goneplax rhomboides</i>	0,200		0,019				0,232					
	<i>Processa</i> sp											0,003	
	<i>Solenocera membranacea</i>								0,355				
	<i>Upogebia deltaura</i>						*						
	Isopodi		0,102		0,337		0,059		0,006				
	<i>Cirolana borealis</i>		0,001	0,001	0,003		0,005						
	<i>Eurydice</i> sp												*
	Tanaidacei												
	<i>Apseudes latreillii</i>												*
<b>Echinodermi</b>													
	Echinoidei			24,358					5,337				1,247
	Oloturoidei										0,122		
	<i>Labidoplax digitata</i>										0,264		
	<i>Thyone fusus</i>											0,195	
	<i>Trachythone elongata</i>					0,386							
	<i>Trachythone tergestina</i>												
<b>Molluschi</b>													
	Bivalvi					0,340					1,017	0,113	
	<i>Azorinus chamasolen</i>										*		
	<i>Callista chione</i>										*		
	<i>Nucula nitidosa</i>	0,047			*					0,019	*	0,001	
	<i>Poromya granulata</i>												
	Gasteropodi		0,001	0,001		*	0,001	0,004	0,001	0,001	0,003	0,001	0,003
	<i>Hyalia vitrea</i>	1,222	0,017	0,622	2,569	0,146			0,134				
	<i>Turritella communis</i>												
<b>Nemertini</b>	Nemertea nd	*			0,005		0,007		0,004		*	0,003	
<b>Policheti</b>													
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>			*									0,001
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	*	*	*		*	*		*		*	*	0,003
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	*			*			*					
	<i>Capitella capitata</i>				*								
	<i>Chaetozone caputesocis</i>				0,002						0,002	0,006	
	<i>Glycera rouxii</i>		0,132		0,009	0,026			0,009	0,002	*	0,401	0,003
	<i>Glycera</i> sp		*	0,001				0,002		*			
	<i>Goniada maculata</i>							*					
	<i>Harmothoe</i> sp					0,002					0,001	0,000	
	<i>Labioleanira yhleni</i>			0,001							0,002	0,004	
	<i>Laonice cirrata</i>								0,002				
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	*									*		*
	<i>Marphysa bellii</i>	0,007		0,020	0,005	0,286	0,074		0,202	0,001	0,064	0,355	0,001
	<i>Minuspio cirrifera</i>										*	*	*
	<i>Nephtys hystrix</i>			0,004			0,001	0,002		0,005	0,002	0,014	
	Nereididae nd				*								
	<i>Ninoe</i> sp			0,013		*	0,002		0,001	0,001	0,001		0,004
	<i>Notomastus aberans</i>	0,010				0,006			0,005	0,001	0,001	0,011	*
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>		*		*				*	0,001	0,001	*	*
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>		*				0,001	*				*	*
	<i>Paradiopatra calliopae</i>					*			*	*	*	*	*
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>			*		*	*	*	*	*	*	*	0,001
	Paraonidae nd	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	0,001
	<i>Phylo foetida</i>		0,012	0,010									
	<i>Phylo norvegica</i>												0,023
	Pilargidae nd						*				*	*	*
	<i>Prionospio</i> sp						*				*	*	*
	<i>Scoletoma fragilis</i>									0,001	*	*	*
	<i>Scoletoma</i> sp						0,001	*	*		0,002	0,005	*
	<i>Scoloplos armiger</i>			0,001			*				*	*	*
	<i>Stemaspis scutata</i>							0,561					
	Syllidae juv									*			
<b>Sipunculidi</b>													
	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	*	*	0,001	0,002	0,001	0,001	*	0,001	0,002	0,001	0,001	0,003
	Sipuncula nd		0,022		0,011				0,036				
<b>Biomassa totale</b>		<b>1,589</b>	<b>0,342</b>	<b>25,130</b>	<b>3,089</b>	<b>1,465</b>	<b>0,588</b>	<b>0,821</b>	<b>6,190</b>	<b>0,081</b>	<b>1,569</b>	<b>1,263</b>	<b>1,588</b>

**Tab. 3-XXXV** – Lista e biomassa (gr. 0,095 m<sup>-2</sup>) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 1° survey post lavori di installazione. \* = <0,001 gr/0,095 m<sup>2</sup>.

Stazione	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
<b>Distanza dalla futura piattaforma (m)</b>	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>					0,003								0,001		*									
Briozoa nd	0,029	0,010	0,013																					
<i>Cellaria salicornioides</i>																						0,003		
<i>Triticella flava</i>																								
<b>Cnidari</b>																								
Antozoi											1,962										5,507		0,010	
Actiniaria nd	0,079																							
<i>Funiculina quadrangularis</i>			0,115																					
<i>Virgularia mirabilis</i>						0,005																		
Idrozoi																								
Hydroidea nd																								
<b>Crostacei</b>																								
Anfipodi								*																
<i>Ampelisca diadema</i>																								
<i>Eriopisa elongata</i>														*									*	*
<i>Harpinia dellavallei</i>																								
<i>Orchomene grimaldii</i>																	*							
<i>Othomaera schmidtii</i>			0,006																					
<i>Paraphoxus oculatus</i>																								*
Decapodi				0,016	0,106	0,041								0,023	0,068		0,142	0,058						
<i>Alpheus glaber</i>	0,217																							
<i>Anapagurus</i> sp								0,002																
<i>Athanas amazone</i>																	0,001							
<i>Callinassa subterranea</i>	*	0,001	0,018		0,006			0,006	*	0,004	0,006	0,024	0,007	0,031			0,006	0,011	*	0,001	0,016	0,002	0,002	0,003
<i>Galathea</i> sp					*																			
<i>Goneplax rhomboides</i>					0,017	0,055	0,013							0,014	0,069	0,205	0,005	0,616				0,232		
<i>Jaxea nocturna</i>	0,036														0,001						0,082			
Paguridae nd								*																
<i>Solenocera membranacea</i>																								
<i>Upogebia deltaura</i>																	0,001							
Isopodi																						0,200		
<i>Cirolana borealis</i>																							*	
<i>Gnathia</i> sp																	*							
Tanaidacei																								
<i>Apseudes spinosus</i>														0,002	*									
<i>Leptocheilia savignyi</i>																								
<b>Echinodermi</b>																								
Echinoidei																								
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	9,576																							
Ofiuroidei																								
<i>Amphiura chiajei</i>						0,030																		
<i>Ophiura albida</i>							0,302																	
Oloturoidei					0,001			0,292	0,474								0,829		0,083	0,222				
Holothurioidea nd					0,231						0,047	0,249	0,043	0,019				0,442					0,088	
<i>Labidoplax digitata</i>																								
<b>Molluschi</b>																								
Bivalvi				0,372																				
<i>Azorinus chamasolen</i>											0,823													
<i>Hiatella arctica</i>																								
<i>Hiatella rugosa</i>																	0,004							
<i>Kurtiella bidentata</i>																					*			
<i>Nucula nitidosa</i>																						0,017		
<i>Nucula sulcata</i>																						0,110		0,200
<i>Poromya granulata</i>													0,226				0,073							
<i>Timoclea ovata</i>															*									
Gasteropodi					0,002		0,001																	
<i>Hyalia vitrea</i>	0,005	0,002	0,003	0,001					0,003	0,001	0,002	*	0,001		0,004		0,001	*	0,001	0,002	0,001	0,001	0,015	0,001
<i>Trophonopsis muricatus</i>								0,007																
<i>Turritella communis</i>																					0,094			
<b>Nemertini</b>																								
Nemertea nd	0,001		0,002		0,002	0,098		*									0,001	0,001			0,203	0,001	0,043	0,001

Tab. 3-XXXV – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla futura piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Policheti</b>																								
Ampharetidae nd					0,001								0,001			0,001					*			
Ancistrosyllis groenlandica									0,001			*							*		*			
Aphelochaeta filiformis	*	0,001	*	*	*		*	*	*		*	0,001	0,001	*	*	*	*	0,001	*	*	0,001	*	0,001	*
Aphelochaeta marioni			*	*	*		*	*	*				0,001	*	*	*		*	*	*				
Capitellidae nd			*				*		*	*	*	0,001		*			0,001	0,001	*	*				
Chaetopteridae nd																0,006								
Chaetozone caputesocis			0,003	0,001	0,001			0,002		0,001			0,008			0,001		0,001	0,002					
Cirratulidae nd												0,001	*				*			0,001				
Ditrupe arietina	*																							
Glycera alba					*			0,005		0,001		0,069	0,021			0,002								
Glycera rouxii			0,396	1,506		0,005	0,005				0,157					0,030					0,140	0,017	0,063	*
Glycera sp	*		*	*	0,002	0,001	0,003	0,006	0,011				0,016	0,005	0,001	0,013	0,002	0,001	*	*	*		*	*
Glycera tessellata		*										*			0,071	0,063								
Harmothoe sp	0,001				0,001					0,002			0,002	0,001									0,001	
Hydroides norvegicus					0,001		*	0,003								*								
Labioleannira yhleni													0,041	0,132										
Marphysa bellii	0,063	0,076	0,061	0,006				0,002	0,109	0,055	0,001		0,068	0,174	0,054		0,691	0,093		0,002	0,128	0,001	*	0,028 0,002
Melinna palmata								*																
Minuspio cirrifera							*																	
Nephtys hombergi													0,004											
Nephtys hystricis							0,005	0,003					*				0,002							
Nereididae nd				*																				
Ninoe sp			0,003					0,003	0,002	0,006	0,003						0,011	0,001	0,001		0,010	0,002	0,001	
Notomastus aberans		0,005							0,009		0,001	0,004									0,003	0,003	*	*
Ophelina cylindricaudata	*		*						*		*	*					*				*		*	*
Ophiodromus flexuosus			0,001		*												*				0,001			
Owenia fusiformis							*										*	*		0,001	0,001	*	*	*
Paradiopatra calliopae		0,001	0,001	0,001				*	0,001			0,001		0,001			*	*		0,001	0,001	*	*	*
Paralacydonia paradoxa	*	0,001	*				*	*	*		*		*		*		*	*	*	*	*	0,005	*	*
Paraonidae nd	*	*	0,001	0,001	0,001		*	*	*	0,001	*	0,001	0,001	0,001	*		0,001	*	*	0,001	*	*	0,002	0,001
Pectinaria koreni								0,001																
Phyllodoce sp						0,001																		
Phyllodocidae nd							*																	
Phylo norvegica			0,008	0,013								0,001	*	*			*	*						*
Pilargidae nd	*		*		*				*	*		*	*	*			*	*					*	*
Pilargis verrucosa																					*	*		*
Poecilochetus serpens																					*	*		*
Polyodontes maxillosus																								0,094
Prionospio sp	*	*		*			0,001	0,003		*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Scoletoma sp		0,003				0,009		*		*	*	*	*	*	*	0,003	*	*	*	*	*	*	0,002	*
Scoloplos armiger							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Spionidae nd			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Spiophanes bombyx																	*	*	*	*	*	*	*	*
Stemaspis scutata					0,052			0,001		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,029
Syllis sp									0,001															
Trachytrypae jeffreysii																								0,007
<b>Sipunculidi</b>																								
Onchnesoma steenstrupi		0,002	0,002					0,001	*	0,001	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	*	0,001	*
Sipuncula nd		0,007	*						0,009	*	*	*	*	0,013	*	0,007	*	0,001	0,001	*	*	0,001	0,019	*
<b>Biomassa totale</b>	<b>10,009</b>	<b>0,108</b>	<b>0,633</b>	<b>1,918</b>	<b>0,428</b>	<b>0,269</b>	<b>0,331</b>	<b>0,338</b>	<b>28,351</b>	<b>0,075</b>	<b>3,003</b>	<b>0,357</b>	<b>3,362</b>	<b>0,663</b>	<b>0,269</b>	<b>0,274</b>	<b>1,831</b>	<b>24,659</b>	<b>0,091</b>	<b>0,608</b>	<b>6,107</b>	<b>0,676</b>	<b>0,340</b>	<b>0,272</b>

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

		Transetto A								Transetto B								Controlli							
		A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
<b>Briozoi</b>	Briozoa nd						0,008	*							0,003										
	<i>Schizoporella errata</i>					0,011		0,027	0,004					*		0,004			*						
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>					0,006		0,243	*						*										
	<i>Triticella flava</i>																								
<b>Cnidari</b>	Anthozoa nd	0,005																							
	<i>Funiculina quadrangularis</i>		0,046																						1,545
	Hydroidea nd				0,001	0,005										0,012							0,001		
<b>Crostacei</b>	Acidostoma nodiferum														0,002				*						
	<i>Ampelisca diadema</i>							*											*						0,002
	<i>Dexamine spinosa</i>		0,002																	*					
	<i>Harpinia dellavallei</i>	*	*																	*					
	<i>Leucothoe incisa</i>				*																				
	<i>Leucothoe liljeborgi</i>				*																				
	<i>Leucothoe oboa</i>									*															
	<i>Othomaera schmidtii</i>		0,013				0,008													0,004					
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	*									*				*										
	<i>Perioculodes longimanus</i>														*										*
	Cumacea nd																								*
	<i>Eudorella truncatula</i>		*																						
	Decapodi				0,070			0,266	0,281			0,032	0,093												
	<i>Alpheus glaber</i>				0,018	0,030		0,009			0,008	0,065	*	0,029	0,001	0,022	*		0,015	0,013	0,018	0,011	0,010	0,020	0,002
	<i>Callinassa subterranea</i>	0,027	0,069	0,004																					0,453
	<i>Chlorotocus crassicomis</i>																								
	<i>Goneplax rhomboides</i>			0,550	0,054	0,030	0,086	0,031	0,161	0,062					0,010	0,589	0,182	0,086				0,047			
	<i>Liocarcinus depurator</i>																	7,043							
	<i>Processa</i> sp		0,010		0,005			0,001							0,001									0,002	
	<i>Upogebia deltaura</i>														0,008										
	Isopodi								*						*	*	*								
	<i>Gnathia</i> sp																								
	Tanaidacei	*	0,001											0,001								0,001			0,001
	<i>Apseudes spinosus</i>																								*
	<i>Pseudotanaïs</i> sp																								
<b>Echinodermi</b>	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	3,490									2,644										1,801				
	Oftiuroidei					0,001		0,007							*										
	<i>Amphiura chiajei</i>																								
	<i>Ophiura albida</i>																								
	Oloturoidei	0,396	0,203				0,006	0,039		0,004				0,197	0,005	0,015	0,096		0,338						
	Holothuriodea nd	0,005			0,043					0,109					0,108	0,013						0,046			0,926
	<i>Labidoplax digitata</i>																								
<b>Molluschi</b>	Bivalvi						0,001																		
	<i>Abra prismatica</i>																								
	<i>Azorinus chamasolen</i>									0,647				1,420									0,805		0,390
	<i>Corbula gibba</i>																0,006								
	<i>Nucula nitidosa</i>								*																
	<i>Nucula sulcata</i>														0,158						0,123		0,049		
	<i>Saccella commutata</i>															*									
	<i>Thyasira bicipitata</i>					0,004																			
	<i>Timoclea ovata</i>															0,005	*								
	Caudofoveata						*									*									
	<i>Falcidens guttuerosus</i>																								
	Gasteropodi														0,001										
	<i>Acteon tornatilis</i>																								
	<i>Bela brachystoma</i>							0,002								0,001									
	<i>Epitonium commune</i>							0,011																	
	<i>Hyala vitrea</i>	0,001	0,003	0,001	0,005	0,001	*	0,001		0,003	0,001	0,000	0,001	0,004	*	0,004	0,001	0,007	0,003	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	
	<i>Odostomia</i> sp							0,003																	
	<i>Turritella communis</i>				0,008																	0,249			0,254

Tab. 3-XXXVI – Continuo.

		Transetto A										Transetto B								Controlli						
		A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000	
Nemertini	Nemertea nd	0,008		0,005		0,024	0,003	0,278	*	*			0,005	0,001	0,010	0,002	*	*	*		0,054	0,053		*		
Policheti	<i>Ampharete acutifrons</i>					0,002		*								*	*		*							
	Ampharetidae nd																		*							
	<i>Ancystrosyllis groenlandica</i>	*	*					*			*			*	*	*	*		0,001	*			*	*	*	*
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	*	0,001	*	*	*		*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	*				*		*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*
	Capitellidae nd						*												0,001	*			*	*	*	*
	<i>Chaetozone caputesocis</i>			0,001	0,002	0,001	0,001									0,003			0,002			*				0,004
	<i>Chloeia venusta</i>																0,081									
	Cirratulidae nd	0,001	0,001	*	0,001				*							0,001	*			*		*				
	<i>Ditrupea arietina</i>														0,002		*		0,001							
	<i>Dodecaceria concharum</i>								*																	
	<i>Glycera rouxii</i>			0,134	0,840	0,018	0,066	0,174	0,265			0,037		1,060		0,676	0,008		*				0,003		0,040	
	<i>Glycera</i> sp	0,011	0,001	*		0,002	0,000	0,001	0,004	0,006	0,001	0,000	0,001	0,018	0,004	0,003	0,001	0,003	0,001		*	*		0,001	0,022	
	<i>Harmothoe</i> sp														*			0,001			0,001					
	<i>Labioleanira yhleni</i>					0,009			0,006						*		*									
	<i>Lumbrineris gracilis</i>			*																						
	Maldanidae nd					*																				
	<i>Marphysa bellii</i>	0,169	0,108		0,034		0,087	*	*		0,095	0,152	0,042	0,033	*	0,302		0,128		0,231	0,076	0,056	0,001	0,055	0,011	
	<i>Minuspio cirrifera</i>										*			*	*						*	*				
	<i>Nephtys hystrix</i>			0,002		0,044			0,002		*			0,002			0,002									
	Nereididae nd					0,000										*	0,001									
	<i>Ninoe</i> sp			0,006	0,002	0,003		0,002		0,003			0,005			0,003	0,002	0,005				0,002	0,003	0,003		0,007
	<i>Notomastus aberans</i>			0,004	0,001							0,001		0,012				0,004		0,007	0,004	*	*	0,003	0,001	
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	*	*	*					*	*			*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>					*	*	0,001							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Owenia fusiformis</i>			*		0,001								*	0,004		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Panthalis oerstedii</i>															0,100										
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	*	0,001		0,001	*	*	0,001	*	0,001	*	*	*	*	0,002	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	0,001
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	*	0,001			*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Paraonidae nd	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001
<i>Paraprionospio pinnata</i>													0,003			*										
Phyllococidae nd																										
<i>Phylo norvegica</i>													0,006									0,013				
Pilargidae nd	*	*	*		*		*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Pilargis verrucosa</i>																				*	*	*	*	*	*	
<i>Poecilochetus serpens</i>					0,001																					
<i>Polydortes maxillosus</i>								0,193																		
<i>Prionospio ehlersi</i>		0,001						*																		
<i>Prionospio</i> sp	*	0,001	*	*	*		*							0,001	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Scoletepis</i> sp										0,002																
<i>Scoletoma</i> sp			0,011	0,005					*		0,005	*	0,009		0,008	0,002	*	*	*	*	0,001		0,002	*	0,003	
<i>Scoloplos amiger</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Serpula vermicularis</i>			*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Spionidae nd					*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Spiophanes bombyx</i>	*			*																			*	*	*	
<i>Stemaspis scutata</i>	0,870				0,886	0,046				*	0,264					0,004	*									
Terebellidae nd								0,081																		
<i>Trachytrypae jeffreysii</i>													0,007													
Sipunculidi	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,001	0,002	0,001	0,002		0,002		0,001	0,001	*		0,001	*	0,002		0,001	0,001	*	0,001		0,001		0,001	0,003	
	Sipuncula nd	0,007			0,001	0,003	0,001	0,073	*	0,001	0,001	0,009	0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	*	0,001		0,003		0,003		
<b>Biomassa totale</b>		<b>4,992</b>	<b>0,478</b>	<b>0,712</b>	<b>1,093</b>	<b>1,081</b>	<b>0,443</b>	<b>1,349</b>	<b>0,819</b>	<b>0,775</b>	<b>2,818</b>	<b>0,568</b>	<b>1,578</b>	<b>1,377</b>	<b>0,196</b>	<b>1,255</b>	<b>0,756</b>	<b>0,432</b>	<b>7,155</b>	<b>0,716</b>	<b>0,701</b>	<b>2,226</b>	<b>0,926</b>	<b>0,379</b>	<b>3,368</b>	

### **3.5.2. AFFINITÀ BIOCENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE**

I taxa di fondo mobile sono risultati i più rappresentati in tutti i monitoraggi (Tab. 3-XXXVIIa e 3-XXXVIIb); in particolare, le specie limicole (legate alla presenza di fango) hanno sempre costituito il raggruppamento biocenotico più importante in tutte le stazioni sia in termini di numero di specie che di densità con rare eccezioni, seguiti dagli indicatori di materia organica nei sedimenti e/o dai sabulicoli.

Tutte le altre categorie ecologiche sono apparse, ove presenti, meno rappresentative. La distribuzione dei gruppi biocenotici è sempre stata piuttosto simile tra l'area circostante la piattaforma e i siti di controllo.

**Tab. 3-XXXVII** – Numero di taxa (a) e di individui (b) rinvenuti nel 1° survey post lavori suddivisi in base alla loro affinità biocenotica. In giallo sono indicati i gruppi più numerosi. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXIX.

a)

	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	A3	CL NW	CL SE	A6	B3	CL NE	CL SW	B6	K1	K2	K3	K4
Limicoli (Lim, VTC, VB)	11	14	11	11	11	10	7	11	12	8	10	10
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1	2	1	1	1	2	1	2		2		1
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)	2	2	1	1			2	2	1	1		
Indicatori di Materia Organica (MO)	6	5	5	3	6	4	3	5	3	4	3	4
Minuticoli (Minut)		1				1						
Substrato duro (Sd)						1	1					
Larga ripartizione ecologica (Lre)	1		1		1			1	1			

	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	A3	CL NW	CL SE	A6	B3	CL NE	CL SW	B6	K1	K2	K3	K4
Limicoli (Lim, VTC, VB)	6	5	11	5	8	6	6	10	9	10	12	9
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1	1				1	1			1	1	2
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)	1	2	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1
Indicatori di Materia Organica (MO)	3	2	2	3	3	2	1	3	3	4	4	3
Minuticoli (Minut)												1
Larga ripartizione ecologica (Lre)		1	1	1		2		1		1	1	

	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Substrato mobile non in letter. (Sm)																								1
Limicoli (Lim, VTC, VB)	8	5	10	6	8	3	2	8	7	8	7	7	10	10	6	3	12	10	4	7	11	7	8	7
Sabulicoli (Sab, SFBC)			1			1	1	1					1				2				2			
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)	1	1	1	1			1	1			1		1		1	1							1	1
Indicatori di Materia Organica (MO)	2	3	4	2	2	1	3	2	3	1	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2
Minuticoli (Minut)								1																1
Fondi mobili instabili (MI)	1																							
Substrato duro (Sd, HP, C)		1			1	1	1	2				3			1	2	1							
Larga ripartizione ecologica (Lre)						1	1				1	1									1	1		

	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Substrato mobile non in letter. (Sm)																								
Limicoli (Lim, VTC, VB)	11	12	6	10	11	8	9	7	6	10	6	6	8	9	9	11	5	10	8	7	8	10	4	9
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1	2	2	2	2	1	1						1	3	1	2			1					1
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)	1	3				1	2	1	1	1		1		3		2		1				1		2
Indicatori di Materia Organica (MO)	3	3	3	3	4	3	3	3	2	4	4	3	6	3	3	3	3	3	2	3	1	3	3	3
Minuticoli (Minut)																								
Fondi mobili instabili (MI)													1		2	1								
Substrato duro (Sd, HP, C)	1	1			2		1	1					1		1			1			1			1
Larga ripartizione ecologica (Lre)		1	1	1	1		1	2					1	1	3	1	1	1	1	2		1	1	

Tab. 3-XXXVII – Continuo.

b)

Pre-survey	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	A3	CL NW	CL SE	A6	B3	CL NE	CL SW	B6	K1	K2	K3	K4
Limicoli (Lim, VTC, VB)	8,00	11,67	8,00	6,00	7,67	7,00	4,67	7,00	10,67	7,00	9,33	8,67
Sabulicoli (Sab, SFBC)	1,00	0,67	0,33	0,33	0,33	0,67	1,00	0,67		0,67		0,33
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)	0,67	0,67	0,33	0,33			0,67	0,67	0,33	0,67		
Indicatori di Materia Organica (MO)	6,33	2,67	4,00	1,67	3,67	3,00	1,33	3,67	1,67	3,00	1,33	2,00
Minuticoli (Minut)		0,33					0,33					
Substrato duro (Sd)							0,67	0,33				
Larga ripartizione ecologica (Lre)	1,33		0,67		0,33			0,33	0,33			

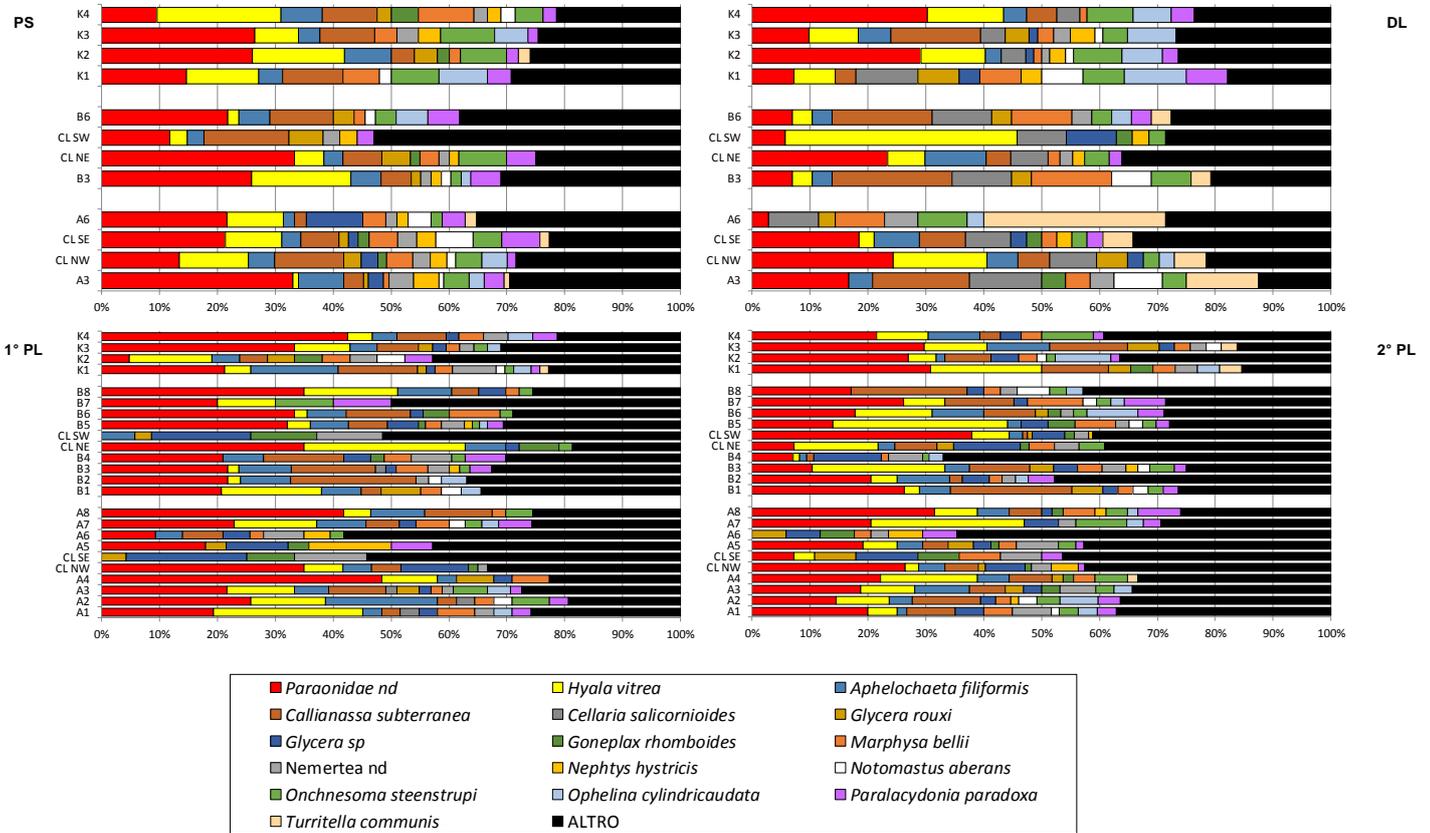
Durante lavori	Transetto A				Transetto B				Controlli			
	A3	CL NW	CL SE	A6	B3	CL NE	CL SW	B6	K1	K2	K3	K4
Limicoli (Lim, VTC, VB)	3,67	4,00	4,67	6,33	5,67	3,67	7,33	5,33	4,67	9,00	13,00	12,00
Sabulicoli (Sab, SFBC)	0,33	0,33				0,67	1,00			0,67	0,67	1,00
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)	1,00	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,00	1,00	1,00	2,00	1,33	1,00
Indicatori di Materia Organica (MO)	1,33	1,33	1,33	1,00	1,33	2,00	0,67	1,00	2,00	2,00	3,00	2,33
Minuticoli (Minut)												0,33
Larga ripartizione ecologica (Lre)		0,33	0,33	0,67		0,67		0,33		0,33	0,67	

1° Post lavori	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Substrato mobile non in letter. (Sm)																								0,33
Limicoli (Lim, VTC, VB)	5,33	3,00	7,67	3,33	5,00	1,67	1,67	4,00	4,67	5,00	4,00	5,67	7,00	5,67	6,33	3,00	6,33	7,00	2,00	5,67	7,67	3,00	4,33	4,67
Sabulicoli (Sab, SFBC)			0,33			0,33	0,67	0,33									0,67				1,00			
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)	0,33	0,33	0,33	0,33			0,33	0,33			0,67		0,33		0,33	0,67							0,33	0,33
Indicatori di Materia Organica (MO)	0,67	2,67	2,33	1,00	1,33	0,33	1,33	1,00	2,00	1,33	1,67	1,67	3,33	2,00	1,33	1,00	2,33	1,33	1,00	1,67	4,33	1,33	1,00	1,33
Minuticoli (Minut)								0,33																0,33
Fondi mobili instabili (MI)	0,33																							
Substrato duro (Sd, HP, C)		0,33				0,33	0,33	0,33	0,67						0,33	0,67	1,00							
Larga ripartizione ecologica (Lre)								0,33	0,33					0,33	0,33						0,67	0,33		

2° Post lavori	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	CL NW	CL SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	CL NE	CL SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Substrato mobile non in letter. (Sm)																								
Limicoli (Lim, VTC, VB)	7,00	12,33	3,00	8,67	8,33	3,33	5,67	4,67	5,33	7,00	4,67	2,33	8,00	4,00	8,67	6,67	6,67	7,00	6,00	4,33	4,67	8,67	3,67	6,33
Sabulicoli (Sab, SFBC)	0,33	1,00	0,67	0,67	2,00	0,33	2,00						0,33	11,00	1,33	1,33			0,33					0,33
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)	0,33	1,33				0,33	0,67	0,33	0,33	0,33		0,67		1,33		0,67		0,33				0,33		0,67
Indicatori di Materia Organica (MO)	1,33	2,33	1,67	1,67	2,33	1,33	2,33	2,00	1,00	3,33	2,00	2,33	3,00	2,00	1,67	2,00	1,00	2,33	1,33	1,33	0,33	1,00	2,33	2,33
Minuticoli (Minut)																								
Fondi mobili instabili (MI)														1,33		1,00	0,33							
Substrato duro (Sd, HP, C)	0,33	0,33			1,00		0,67	0,33					0,33	0,00	0,67			0,33			0,33			0,67
Larga ripartizione ecologica (Lre)		0,33	0,33	0,33	0,33		0,67	1,00						0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	1,00		1,33	0,33	

### 3.5.3. DOMINANZA

Per la rappresentazione grafica delle dominanze sono stati evidenziati i 16 taxa che complessivamente hanno costituito dal 64% (2° post lavori) al 75% (durante lavori) delle comunità, includendo i rimanenti nella categoria “altro” (fig. 3.43).

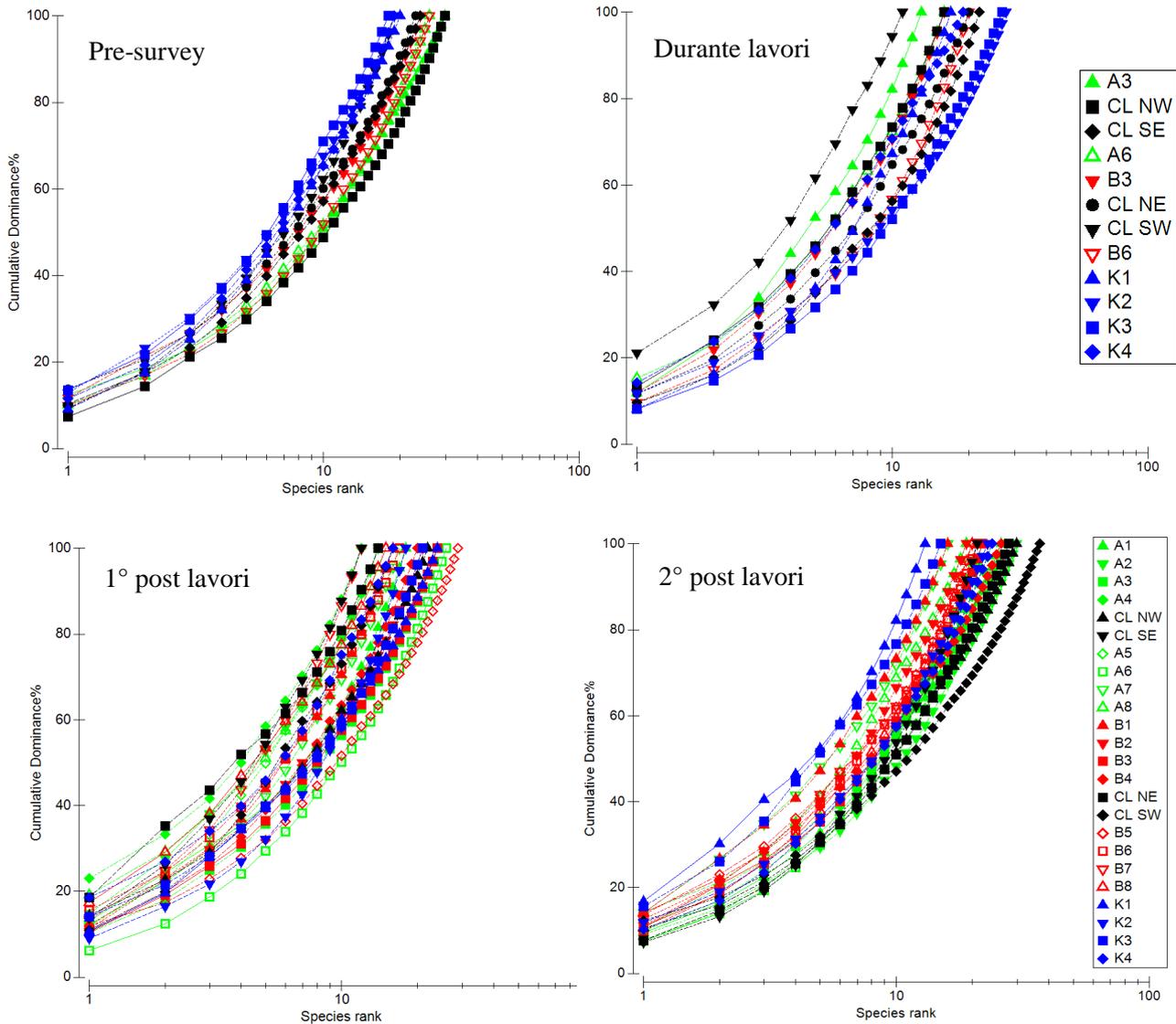


**Fig. 3.43** - Valori percentuali di dominanza delle specie principali ottenuti nelle stazioni monitorate nell'intero periodo di indagine.

Nell'ultimo monitoraggio i policheti paraonidi, assenti solo in A6, hanno rappresentato il taxon più importante nella maggior parte delle stazioni come già precedentemente. Presso A7, B3 e B5 i paraonidi sono stati superati dal gasteropode *H. vitrea*, presente in buone percentuali anche presso altri siti, mentre in CL SE, B4 e CL NE sono apparsi percentualmente più importanti i policheti del genere *Glycera* e in B8 il decapode *C. subterranea*. Le altre specie riportate in fig. 3.43 sono risultate meno importanti di quelle appena descritte.

La categoria “altro” è apparsa ben rappresentata ovunque, soprattutto in A6 dove hanno costituito il 65% del popolamento e dove non sono stati rinvenuti i taxa sopra citati eccetto *Glycera sp*, né una specie dominante sulle altre. Rispetto all'inverno 2016 (1° post lavori) è diminuita l'importanza dei taxa principali, indicando il proseguo della diversificazione dei popolamenti già iniziata in quel monitoraggio.

In generale, la ripartizione degli organismi tra le specie è risultata sempre abbastanza simile tra i siti campionati, come evidenziato dalle curve di dominanza cumulativa che appaiono piuttosto raggruppate le une alle altre in ciascun survey (fig. 3.44). Solo nel durante lavori era apparsa separata la curva relativa a CL SW a causa della netta dominanza di *H. vitrea*.



**Fig. 3.44** - Curve di dominanza cumulativa ottenute per le stazioni campionate nell'intero periodo di indagine.

### 3.5.4. RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S)

Nel 2° survey post lavori nell'area indagata sono stati rinvenuti complessivamente 100 taxa, con policheti, crostacei e molluschi tra i gruppi principali come già osservato sin dal pre-survey (Tab. 3-XXXVIII). Rispetto al monitoraggio precedente, caratterizzato dallo

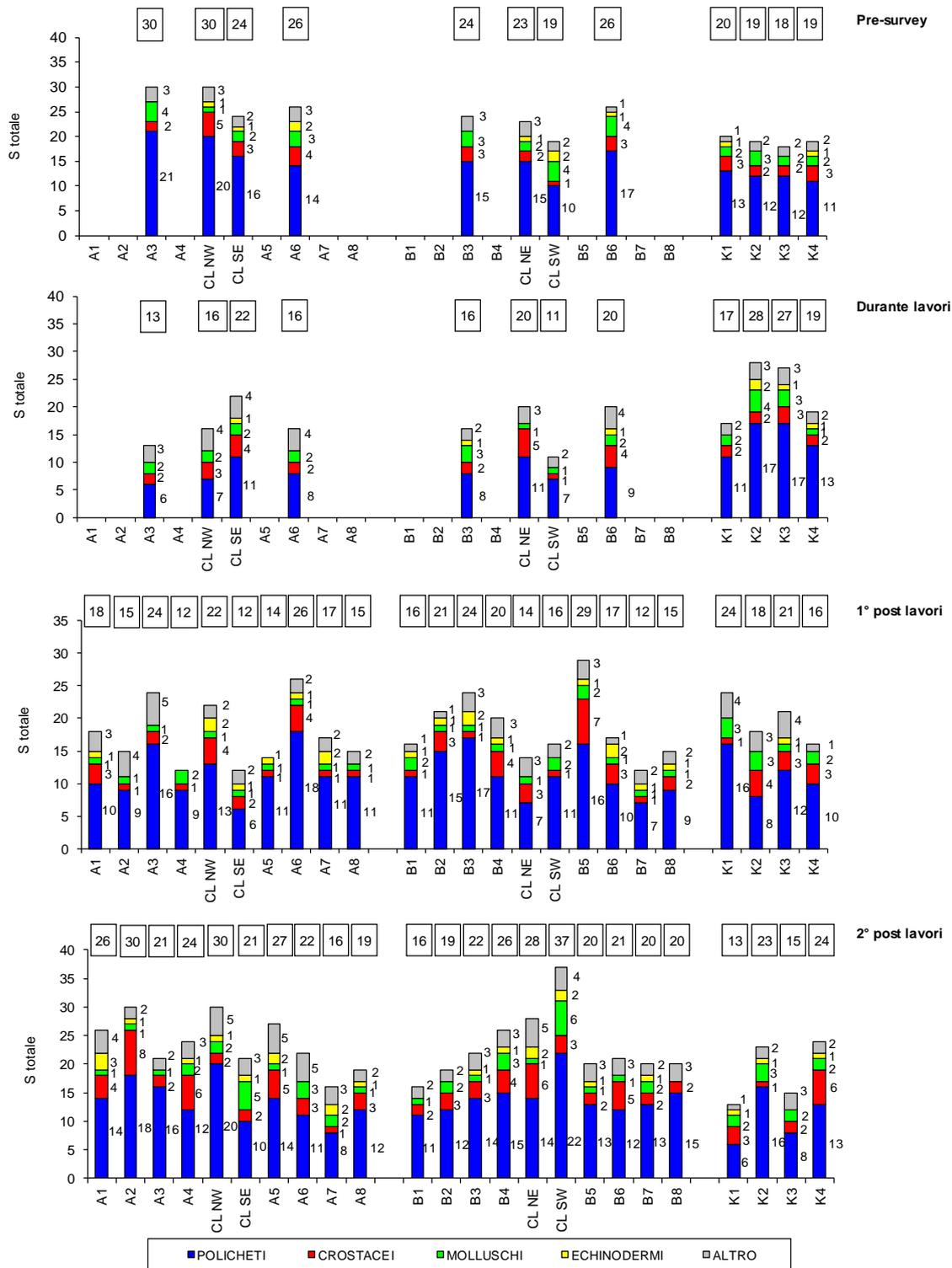
stesso numero di stazioni campionate, è avvenuto un arricchimento delle comunità proprio grazie all'incremento dei taxa appartenenti a questi tre gruppi.

Per quanto concerne le singole stazioni, nell'estate 2016 il transetto A non ha presentato un trend ben definito; il massimo è stato rilevato in CL NW (30) e il minimo in A7 (16; fig. 3.45). B è stato invece caratterizzato da un chiaro incremento da B1 a CL SW, dove è stato raggiunto il massimo assoluto dell'intero periodo di indagine (37), e da una netta riduzione in B5 senza altre variazioni. Ai controlli S è variata tra 13 e 24 (K1 e K4 rispettivamente) comprendendo pertanto i siti dei transetti con i valori di S medio-bassi.

Anche nel 1° post lavori il transetto A era stato caratterizzato da varie oscillazioni, mentre B dopo un aumento sino a B3 aveva evidenziato un decremento sino alla piattaforma, presentando pertanto un andamento opposto a quello rilevato nel 2° post. I valori raggiunti in piattaforma si avvicinano molto a quelli del pre-survey, eccetto in CL SW in cui è risultato nettamente superiore.

**Tab. 3-XXXVIII** – Ripartizione secondo il phylum di appartenenza e totale dei taxa rinvenuti nell'intero periodo.

Taxa	Pre-survey	Durante lavori	1° post lavori	2° post lavori
Briozoi		1	3	4
Cnidari		2	4	3
Crostacei	12	16	20	22
Echinodermi	4	5	5	5
Molluschi	9	6	11	15
Nemertini	1	1	1	1
Policheti	36	32	46	48
Sipunculidi	2	2	2	2
<b>Totale</b>	<b>66</b>	<b>64</b>	<b>92</b>	<b>100</b>

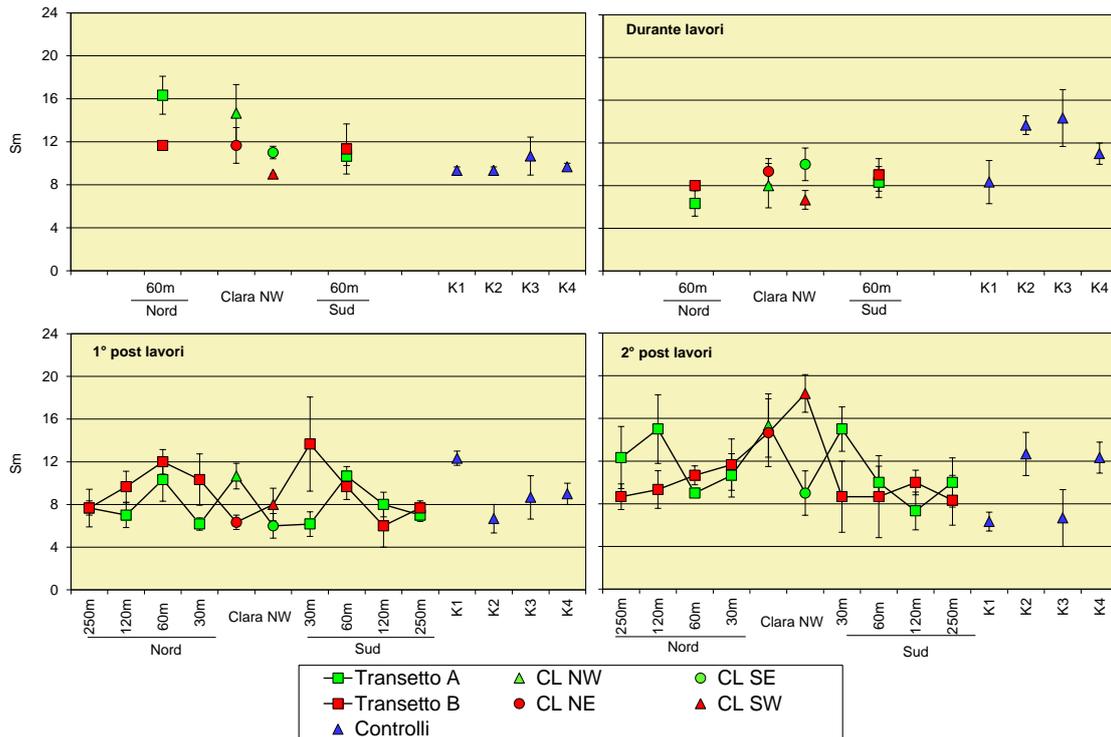


**Fig. 3.45** - Ripartizione secondo il phylum di appartenenza delle specie rinvenute nelle singole stazioni campionate nell'intero periodo. Sono anche riportati i valori della Ricchezza specifica totale ottenuti per i vari siti (riquadri).

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

$S_m$  ha presentato in tutti i survey trend molto simili a quelli della Ricchezza specifica totale (fig. 3.46), mostrando anche una certa variabilità tra le repliche prelevate da ciascun sito.

Nell'estate 2016 il massimo è stato rilevato in CL SW ( $18,33 \pm 1,76$ ), comparabile con CL NE, CL NW e con i massimi raggiunti lungo A in A2 e A5 ( $15,00 \pm 3,21$  e  $15,00 \pm 2,08$  rispettivamente). I controlli, in cui l'indice è oscillato tra  $6,33 \pm 0,88$  (K1) e  $12,67 \pm 2,03$  (K2) hanno compreso tutti i siti dei transetti eccetto CL SW. Come per gli altri indici anche in questo caso le variazioni rispetto all'inverno 2016 non sono state univoche, ma la più eclatante è l'incremento in CL SW. In corrispondenza della piattaforma eccetto in quest'ultimo sito i valori sono risultati simili a quelli registrati nel pre-survey.

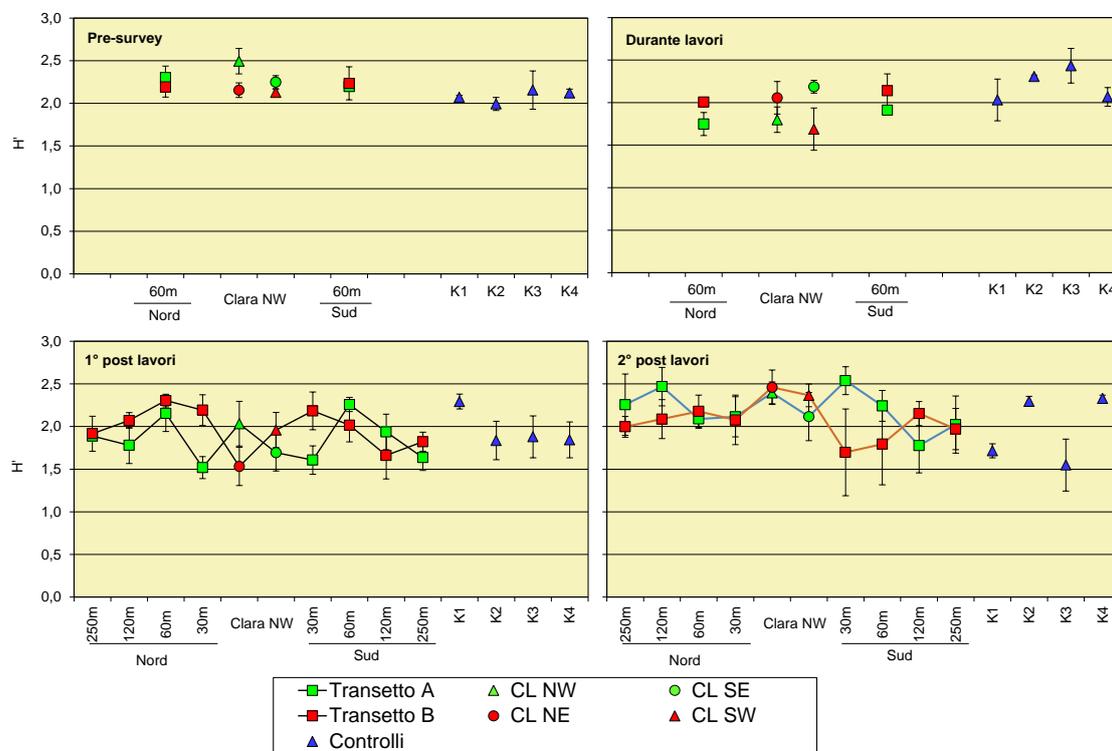


**Fig. 3.46** – Ricchezza specifica media ( $\pm$  e.s.) registrata nell'intero periodo.

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

I trend dei due transetti ottenuti nell'estate 2016, caratterizzati da molte oscillazioni, hanno coinciso solo nel tratto compreso tra i 30 m a Nord della piattaforma e la struttura stessa (fig. 3.47). I valori, invece, sono apparsi comparabili alle varie distanze eccetto a 30 m a Sud dove in A5 è stato raggiunto il massimo assoluto dell'intero periodo di osservazione ( $2,54 \pm 0,18$ ), mentre in B5 è stato registrato il minimo per i transetti ( $1,70 \pm 0,51$ ) determinato dall'elevata dominanza dei due taxa principali (*Paraonidae* nd e *H. vitrea*) che, complessivamente, hanno rappresentato il 44% della comunità. I siti di controllo ( $1,55 \pm 0,30 \leq H' \leq 2,33 \pm 0,04$ ) hanno incluso tutte le stazioni lungo i transetti. I

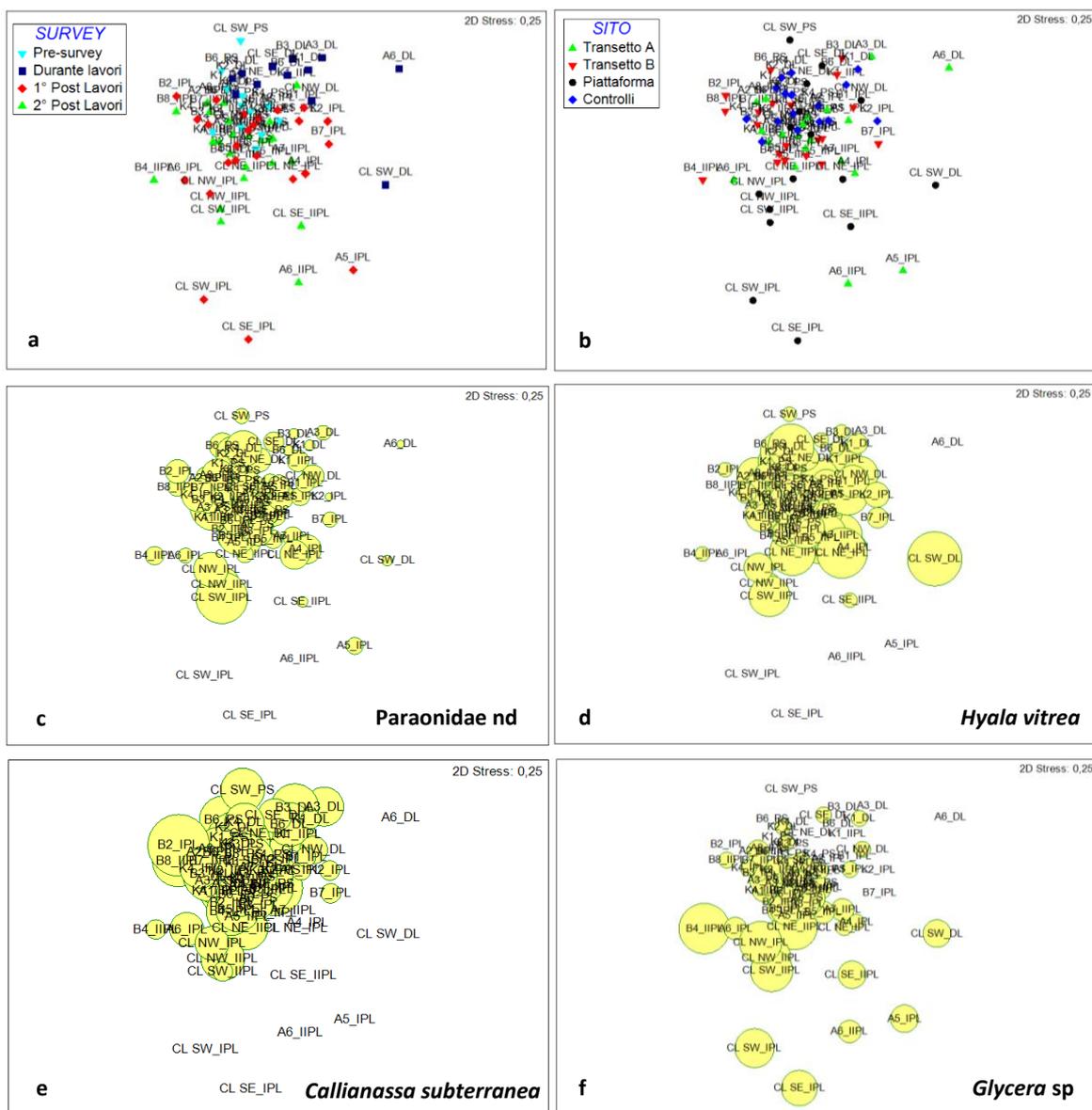
valori raggiunti in piattaforma sono risultati simili a quelli dell'inverno 2016 e del pre-survey, eccetto in CL NE in cui è apparso superiore nell'ultimo campionamento.



**Fig. 3.47** - Diversità specifica ( $\pm$  e.s.) registrata nell'intero periodo.

### 3.5.7. MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS)

Il MultiDimensional Scaling applicato ai dati di densità delle singole specie campionate nell'intero periodo non ha evidenziato una netta suddivisione per quanto concerne i survey effettuati nelle diverse fasi, mentre ha separato quasi tutti i siti posti in corrispondenza della piattaforma e quelli entro 60 m monitorati a partire dal durante lavori (figg. 3.48a e 3.48b) a causa del mancato rinvenimento o dei bassi quantitativi delle specie principali in questi ultimi (figg. 3.48c - 3.48e), specie che hanno invece accomunato tutte le altre stazioni. Tra i taxa principali solo *Glycera* sp (fig. 3.48f) è risultata comune anche alle stazioni della piattaforma e a quelle entro 60 m da essa.



**Fig. 3.48** – Rappresentazione bidimensionale dei siti campionati nell'intero periodo tramite il metodo del MultiDimensional Scaling. I cerchi verdi indicano i quantitativi in termini di densità delle singole specie.

### 3.5.8. VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE

#### 3.5.8.1 Indice W di Clarke

Nel 2° survey post lavori questo indice ha evidenziato una situazione piuttosto simile a quella registrata in precedenza, ovvero la presenza di un ambiente leggermente disturbato in tutte le stazioni situate lungo i transetti e nei controlli, ad eccezione di B6 classificata come non disturbata (Tab. 3-XXXIX).

**Tab. 3-XXXIX** – Valori dell'indice W di Clarke ottenuti per i siti monitorati nei quattro survey condotti sinora.

	Stazione	W	Classificazione ambientale		Stazione	W	Classificazione ambientale		Stazione	W	Classificazione ambientale
Pre-survey	A3	0,400	Leggermente disturbato	I Post lavori	A1	0,705	Non disturbato	II Post lavori	A1	0,612	Leggermente disturbato
	CL NW	0,491	Leggermente disturbato		A2	0,313	Leggermente disturbato		A2	0,424	Leggermente disturbato
	CL SE	0,451	Leggermente disturbato		A3	0,478	Leggermente disturbato		A3	0,648	Leggermente disturbato
	A6	0,537	Leggermente disturbato		A4	0,547	Leggermente disturbato		A4	0,448	Leggermente disturbato
	B3	0,286	Moderatamente disturbato		CL NW	0,395	Leggermente disturbato		CL NW	0,428	Leggermente disturbato
	CL NE	0,477	Leggermente disturbato		CL SE	0,312	Leggermente disturbato		CL SE	0,558	Leggermente disturbato
	CL SW	0,743	Leggermente disturbato		A5	0,539	Leggermente disturbato		A5	0,460	Leggermente disturbato
	B6	0,698	Leggermente disturbato		A6	0,436	Leggermente disturbato		A6	0,615	Leggermente disturbato
	K1	0,389	Leggermente disturbato		A7	0,727	Non disturbato		A7	0,575	Leggermente disturbato
	K2	0,481	Leggermente disturbato		A8	0,267	Moderatamente disturbato		A8	0,606	Leggermente disturbato
	K3	0,386	Leggermente disturbato		B1	0,648	Leggermente disturbato		B1	0,464	Leggermente disturbato
	K4	0,554	Leggermente disturbato		B2	0,484	Leggermente disturbato		B2	0,603	Leggermente disturbato
Durante lavori	A3	0,571	Leggermente disturbato	B3	0,547	Leggermente disturbato	B3	0,525	Leggermente disturbato		
	CL NW	0,408	Leggermente disturbato	B4	0,400	Leggermente disturbato	B4	0,366	Leggermente disturbato		
	CL SE	0,710	Non disturbato	CL NE	0,351	Leggermente disturbato	CL NE	0,497	Leggermente disturbato		
	A6	0,609	Leggermente disturbato	CL SW	0,430	Leggermente disturbato	CL SW	0,372	Leggermente disturbato		
	B3	0,422	Leggermente disturbato	B5	0,528	Leggermente disturbato	B5	0,481	Leggermente disturbato		
	CL NE	0,498	Leggermente disturbato	B6	0,650	Leggermente disturbato	B6	0,705	Non disturbato		
	CL SW	0,529	Leggermente disturbato	B7	0,473	Leggermente disturbato	B7	0,574	Leggermente disturbato		
	B6	0,652	Leggermente disturbato	B8	0,487	Leggermente disturbato	B8	0,583	Leggermente disturbato		
	K1	0,404	Leggermente disturbato	K1	0,577	Leggermente disturbato	K1	0,524	Leggermente disturbato		
	K2	0,534	Leggermente disturbato	K2	0,566	Leggermente disturbato	K2	0,518	Leggermente disturbato		
	K3	0,464	Leggermente disturbato	K3	0,411	Leggermente disturbato	K3	0,457	Leggermente disturbato		
	K4	0,510	Leggermente disturbato	K4	0,445	Leggermente disturbato	K4	0,578	Leggermente disturbato		

### **3.5.8.2 Indice AMBI**

L'indice AMBI (Tab. 3-XL) ha evidenziato una situazione di leggero disturbo ovunque eccetto in A6, A7 e B5 classificate come indisturbate. Anche nel 2° post lavori la maggior parte delle specie rinvenute appartiene al III gruppo ecologico (specie tolleranti a un eccessivo arricchimento organico nei sedimenti). Presso A2, A4, A6, A7, B3, CL NE e B5 hanno invece dominato le specie appartenenti al I gruppo (specie sensibili ad arricchimento organico e presenti solo in condizioni ambientali ottimali), mentre in CL SE e B4 quelle ascrivibili al II gruppo (specie indifferenti all'arricchimento organico).

### **3.5.8.3 Indice BENTIX**

Anche nell'estate 2016 l'indice BENTIX (Tab. 3-XLI) ha fornito risultati leggermente più negativi rispetto agli altri due indici e una situazione leggermente migliore rispetto al survey precedente, classificando alcune stazioni (A3, CL NW, A5, A8, CL SW, B5, B6, K1 e K3) come moderatamente disturbate e come leggermente disturbate le altre eccetto B4 (non disturbato).

### **3.5.8.4 Stato ecologico**

In Tab. 3-XLII è riportato lo stato ecologico relativo alle diverse stazioni derivato dalla combinazione dei tre indici, che nel 2° survey post lavori è risultato simile a quello riscontrato nel survey precedente essendo compreso tra buono e buono/moderato sia nell'area della piattaforma che ai controlli. Analogamente a quanto già osservato nel 1° post lavori, lo stato ecologico è apparso migliore lungo il transetto B rispetto ad A.

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

	Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale
Pre-survey	A3	14,8	20,4	58,3	6,5	0	2,347	Leggermente disturbato
	CL NW	37,5	20,3	39,1	3,1	0	1,617	Leggermente disturbato
	CL SE	25,4	27,1	47,5	0	0	1,831	Leggermente disturbato
	A6	36	30	32	2	0	1,5	Leggermente disturbato
	B3	35,1	14	47,4	3,5	0	1,789	Leggermente disturbato
	CL NE	27,1	20,3	49,2	3,4	0	1,932	Leggermente disturbato
	CL SW	33,3	24,2	36,4	6,1	0	1,727	Leggermente disturbato
	B6	25,9	24,1	46,3	3,7	0	1,917	Leggermente disturbato
	K1	45,8	20,8	31,3	2,1	0	1,344	Leggermente disturbato
	K2	34	20	40	6	0	1,77	Leggermente disturbato
	K3	29,4	17,6	45,1	7,8	0	1,971	Leggermente disturbato
	K4	43,9	19,5	36,6	0	0	1,39	Leggermente disturbato
Durante lavori	A3	14,3	23,8	57,1	4,8	0	2,286	Leggermente disturbato
	CL NW	41,2	20,6	38,2	0	0	1,456	Leggermente disturbato
	CL SE	31,4	25,7	42,9	0	0	1,671	Leggermente disturbato
	A6	25	53,1	12,5	6,3	3,1	1,641	Leggermente disturbato
	B3	23,1	34,6	42,3	0	0	1,788	Leggermente disturbato
	CL NE	28,6	23,8	47,6	0	0	1,786	Leggermente disturbato
	CL SW	50	25	18,8	6,3	0	1,219	Leggermente disturbato
	B6	23,1	38,5	38,5	0	0	1,731	Leggermente disturbato
	K1	36	44	20	0	0	1,26	Leggermente disturbato
	K2	37,3	20,9	38,8	3	0	1,612	Leggermente disturbato
	K3	35,3	20,6	39,7	4,4	0	1,699	Leggermente disturbato
	K4	34,7	12,5	51,4	1,4	0	1,792	Leggermente disturbato
I Post lavori	A1	48,3	20,7	31,0	0,0	0,0	1,241	Leggermente disturbato
	A2	31,0	13,8	55,2	0,0	0,0	1,862	Leggermente disturbato
	A3	34,0	16,0	42,0	6,0	2,0	1,890	Leggermente disturbato
	A4	22,6	19,4	54,8	3,2	0,0	2,081	Leggermente disturbato
	CL NW	17,2	22,4	53,4	6,9	0,0	2,250	Leggermente disturbato
	CL SE	16,7	54,2	29,2	0,0	0,0	1,688	Leggermente disturbato
	A5	8,7	56,5	26,1	4,3	4,3	2,087	Leggermente disturbato
	A6	15,4	23,1	51,3	10,3	0,0	2,346	Leggermente disturbato
	A7	39,8	20,0	40,2	0,0	0,0	1,500	Leggermente disturbato
	A8	14,0	9,3	69,8	4,7	2,3	2,581	Leggermente disturbato
	B1	39,3	14,3	42,9	0,0	3,6	1,714	Leggermente disturbato
	B2	15,2	8,7	69,6	4,3	2,2	2,543	Leggermente disturbato
	B3	14,8	18,5	51,9	14,8	0,0	2,500	Leggermente disturbato
	B4	26,2	21,4	50,0	0,0	2,4	1,964	Leggermente disturbato
	CL NE	42,9	9,5	45,2	2,4	0,0	1,607	Leggermente disturbato
	CL SW	32,4	23,5	29,4	14,7	0,0	1,897	Leggermente disturbato
	B5	24,0	21,3	52,0	1,3	1,3	2,020	Leggermente disturbato
	B6	20,0	17,8	51,1	6,7	4,4	2,367	Leggermente disturbato
	B7	40,0	20,0	25,0	10,0	5,0	1,800	Leggermente disturbato
	B8	32,6	9,3	51,2	4,7	2,3	2,023	Leggermente disturbato
K1	16,7	16,7	66,7	0,0	0,0	2,250	Leggermente disturbato	
K2	45,0	30,0	25,0	0,0	0,0	1,200	Leggermente disturbato	
K3	33,3	19,0	47,6	0,0	0,0	1,714	Leggermente disturbato	
K4	21,7	13,0	65,2	0,0	0,0	2,152	Leggermente disturbato	

Tab. 3-XL – Continuo

	Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale
II Post lavori	A1	32,2	20,3	44,1	3,4	0,0	1,780	Leggermente disturbato
	A2	42,7	14,7	37,3	5,3	0,0	1,580	Leggermente disturbato
	A3	22,6	19,4	51,6	6,5	0,0	2,129	Leggermente disturbato
	A4	41,5	15,1	39,6	3,8	0,0	1,585	Leggermente disturbato
	CL NW	18,8	25,9	52,9	2,4	0,0	2,082	Leggermente disturbato
	CL SE	32,1	39,3	21,4	3,6	3,6	1,607	Leggermente disturbato
	A5	31,3	31,3	35,8	1,5	0,0	1,612	Leggermente disturbato
	A6	45,5	42,4	3,0	9,1	0,0	1,136	Non disturbato
	A7	55,9	14,7	23,5	5,9	0,0	1,191	Non disturbato
	A8	29,6	18,5	46,3	5,6	0,0	1,917	Leggermente disturbato
	B1	13,2	21,1	63,2	0,0	2,6	2,368	Leggermente disturbato
	B2	32,6	25,6	39,5	2,3	0,0	1,674	Leggermente disturbato
	B3	39,6	20,8	33,3	6,3	0,0	1,594	Leggermente disturbato
	B4	19,0	57,1	15,5	8,3	0,0	1,696	Leggermente disturbato
	CL NE	43,3	32,8	23,9	0,0	0,0	1,209	Leggermente disturbato
	CL SW	26,1	16,5	52,2	5,2	0,0	2,048	Leggermente disturbato
	B5	52,4	19,0	26,2	2,4	0,0	1,179	Non disturbato
	B6	42,2	8,9	44,4	0,0	4,4	1,733	Leggermente disturbato
	B7	29,3	24,4	43,9	2,4	0,0	1,793	Leggermente disturbato
	B8	17,1	14,3	54,3	11,4	2,9	2,529	Leggermente disturbato
	K1	30,8	15,4	53,8	0,0	0,0	1,846	Leggermente disturbato
	K2	30,2	14,3	49,2	3,2	3,2	2,024	Leggermente disturbato
	K3	18,9	13,5	67,6	0,0	0,0	2,230	Leggermente disturbato
	K4	27,5	23,5	47,1	2,0	0,0	1,853	Leggermente disturbato

**Tab. 3-XLI** – Risultati dell'indice BENTIX e relativa classificazione del disturbo ambientale i siti monitorati nei quattro survey condotti sinora.

	Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale		Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale		Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale
<b>Pre-survey</b>	A3	3,24	Moderatamente disturbato	<b>I Post lavori</b>	A1	3,35	Moderatamente disturbato	<b>II Post lavori</b>	A1	3,80	Leggermente disturbato
	CL NW	4,00	Leggermente disturbato		A2	3,10	Moderatamente disturbato		A2	4,18	Leggermente disturbato
	CL SE	3,63	Leggermente disturbato		A3	3,41	Moderatamente disturbato		A3	3,13	Moderatamente disturbato
	A6	3,76	Leggermente disturbato		A4	3,03	Moderatamente disturbato		A4	3,70	Leggermente disturbato
	B3	3,19	Moderatamente disturbato		CL NW	3,40	Moderatamente disturbato		CL NW	3,39	Moderatamente disturbato
	CL NE	3,08	Moderatamente disturbato		CL SE	3,92	Leggermente disturbato		CL SE	3,63	Leggermente disturbato
	CL SW	4,24	Leggermente disturbato		A5	3,57	Leggermente disturbato		A5	3,39	Moderatamente disturbato
	B6	3,64	Leggermente disturbato		A6	3,58	Leggermente disturbato		A6	4,12	Leggermente disturbato
	K1	4,25	Leggermente disturbato		A7	3,83	Leggermente disturbato		A7	3,65	Leggermente disturbato
	K2	3,36	Moderatamente disturbato		A8	3,40	Moderatamente disturbato		A8	3,48	Moderatamente disturbato
	K3	3,65	Leggermente disturbato		B1	3,24	Moderatamente disturbato		B1	3,79	Leggermente disturbato
	K4	3,56	Leggermente disturbato		B2	3,74	Leggermente disturbato		B2	4,09	Leggermente disturbato
<b>Durante lavori</b>	A3	3,25	Moderatamente disturbato	B3	3,56	Leggermente disturbato	B3	3,58	Leggermente disturbato		
	CL NW	3,08	Moderatamente disturbato	B4	3,95	Leggermente disturbato	B4	4,71	Non disturbato		
	CL SE	3,79	Leggermente disturbato	CL NE	2,60	Moderatamente disturbato	CL NE	4,36	Leggermente disturbato		
	A6	4,53	Non disturbato	CL SW	3,53	Leggermente disturbato	CL SW	3,08	Moderatamente disturbato		
	B3	4,41	Leggermente disturbato	B5	3,62	Leggermente disturbato	B5	3,21	Moderatamente disturbato		
	CL NE	3,15	Moderatamente disturbato	B6	3,69	Leggermente disturbato	B6	3,45	Moderatamente disturbato		
	CL SW	2,51	Moderatamente disturbato	B7	3,80	Leggermente disturbato	B7	3,71	Leggermente disturbato		
	B6	4,21	Leggermente disturbato	B8	3,30	Moderatamente disturbato	B8	3,77	Leggermente disturbato		
	K1	3,79	Leggermente disturbato	K1	3,45	Moderatamente disturbato	K1	3,31	Moderatamente disturbato		
	K2	3,36	Moderatamente disturbato	K2	3,43	Moderatamente disturbato	K2	3,90	Leggermente disturbato		
	K3	4,00	Leggermente disturbato	K3	3,90	Leggermente disturbato	K3	3,19	Moderatamente disturbato		
	K4	3,39	Moderatamente disturbato	K4	3,36	Moderatamente disturbato	K4	3,63	Leggermente disturbato		

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

		W	AMBI	BENTIX	Stato ecologico
Stazione	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	
Pre-survey	A3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente inquinato	Buono/moderato
	CL NW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	CL SE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	A6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	B3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente inquinato	Buono/moderato
	CL NE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente inquinato	Buono/moderato
	CL SW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	B6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	K1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	K2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente inquinato	Buono/moderato
	K3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	K4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
Durante lavori	A3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	CL NW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	CL SE	Non disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	A6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Non disturbato	Buono
	B3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	CL NE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	CL SW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	B6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	K1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	K2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	K4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
I Post lavori	A1	Non disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono
	A2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	A3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	A4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	CL NW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	CL SE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	A5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	A6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	A7	Non disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	A8	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Moderato
	B1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	B2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	B3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	B4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	CL NE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	CL SW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	B5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	B6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	B7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	B8	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
K1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato	
K2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato	
K3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono	
K4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato	

**Tab. 3-XLII – Continuo**

	Stazione	W	AMBI	BENTIX	Stato ecologico
		Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	
II Post lavori	A1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	A2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	A3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	A4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	CL NW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	CL SE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	A5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	A6	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	A7	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	A8	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	B1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	B2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	B3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	B4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Non disturbato	Buono
	CL NE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	CL SW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	B5	Leggermente disturbato	Non disturbato	Moderatamente disturbato	Buono
	B6	Non disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono
	B7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	B8	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	K1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
	K3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
	K4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono

### 3.6. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

#### 3.6.1. CAMPIONAMENTI DI PESCA

##### 3.6.1.1 Ricchezza specifica (S) e Diversità specifica (H')

Nei nove mesi di monitoraggio (aprile - dicembre 2016) sono state censite 41 specie (33 pesci, 4 molluschi e 4 crostacei). Di queste, 32 sono state catturate attorno a Clara NW (26 pesci, 3 molluschi e 3 crostacei; Tab. 3-XLIII). Presso il controllo C1 sono state censite 19 specie (13 pesci, 4 crostacei e 2 molluschi), mentre in C2 ne sono state catturate 15 (12 pesci e 3 crostacei; Tabb. 3-XLIV e 3-XLV).

Esclusivamente presso la piattaforma sono stati censiti il mollusco cefalopode *Octopus vulgaris* e 15 specie ittiche (*Mullus barbatus*, *Pagellus acarne*, *Pagellus bogaraveo*, *Pagellus erythrinus*, *Phycis blennoides*, *Psetta maxima*, *Sardina pilchardus*, *Scophthalmus rhombus*, *Scorpaena notata*, *Scorpaena scrofa*, *Sparus aurata*, *Spicara maena*, *Torpedo marmorata*, *Trachurus mediterraneus* e *Trachurus picturatus*).

*Centrolophus niger*, *Citharus linguatula*, *Eutrigla gurnardus* e *Prionace glauca* e il mollusco gasteropode *Bolinus brandaris* sono state catturati solo in C1, mentre i pesci *Alosa fallax fallax* e *Zeus faber* sono stati censiti solo in C2.

La Ricchezza specifica totale media ( $S_{\text{totm}}$ ) è risultata significativamente maggiore presso il sito di estrazione rispetto ad entrambi i controlli (Tabb. 3-XLVI e 3-XLVII).

**Tab. 3-XLIII** - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso la **piattaforma Clara NW** nel 2016. P = primavera; E = estate; A = autunno.

			P		E		A	
			N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)
Crostacei								
<i>Nephrops norvegicus</i>	B	NA			1,37	0,12	1,43	0,23
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	NA			4,88	0,04	1,43	0,02
<i>Squilla mantis</i>	B	NA	1,26	0,03			1,43	0,05
Crostacei Totale			1,26	0,03	6,26	0,16	4,29	0,30
Molluschi								
<i>Octopus vulgaris</i>	B	AT	1,26	1,93				
<i>Aequipecten opercularis</i>	B	NA	1,21	0,02				
<i>Sepia officinalis</i>	B	NA					2,46	0,65
Molluschi Totale			2,47	1,95			2,46	0,65
Pesci								
<i>Scorpaena notata</i>	B	AT	1,21	0,05	2,74	0,09	4,62	0,20
<i>Scorpaena porcus</i>	B	AT	7,23	0,57	16,64	1,99	8,57	0,63
<i>Scorpaena scrofa</i>	B	AT			1,17	0,11		
<i>Lophius budegassa</i>	B	NA	1,26	0,38			4,42	0,55
<i>Mullus barbatus</i>	B	NA	1,26	0,04			3,19	0,20
<i>Phycis blennoides</i>	B	NA			1,37	0,07		
<i>Psetta maxima</i>	B	NA					1,23	2,50
<i>Raja asterias</i>	B	NA			1,37	1,50	3,53	3,41
<i>Scophthalmus rhombus</i>	B	NA	1,21	0,78				
<i>Solea solea</i>	B	NA			1,37	0,16		
<i>Squalus acanthias</i>	B	NA			1,18	1,29		
<i>Torpedo marmorata</i>	B	NA	1,21	0,72	1,17	0,33	1,76	1,04
<i>Sparus aurata</i>	NB	AT	1,21	0,12				
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	13,48	5,11	18,16	7,08	10,14	3,52
<i>Pagellus acarne</i>	NB	NA			1,18	0,06		
<i>Pagellus bogaraveo</i>	NB	PA	29,69	1,28	37,10	2,52	148,86	5,56
<i>Pagellus erythrinus</i>	NB	PA			1,18	0,07	1,43	0,09
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA	14,82	0,46	10,94	0,53	25,12	1,00
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA					1,76	0,02
<i>Sardina pilchardus</i>	P	NA	1,26	0,03				
<i>Boops boops</i>	P	PA	45,95	3,12	44,69	3,77	171,61	10,76
<i>Scomber japonicus</i>	P	PA	7,28	1,68	23,53	5,36	14,28	1,57
<i>Spicara maena</i>	P	PA			1,37	0,07	1,23	0,05
<i>Trachurus mediterraneus</i>	P	PA					39,37	2,28
<i>Trachurus picturatus</i>	P	PA			1,17	0,11		
<i>Trachurus trachurus</i>	P	PA			41,28	3,21	18,93	1,14
Pesci Totale			127,07	14,34	207,60	28,32	460,07	34,52

**Tab. 3-XLIV** - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso il **controllo C1** nel 2016. P = primavera; E = estate; A = autunno.

			P		E		A	
			N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)
Crostacei								
<i>Nephrops norvegicus</i>	B	NA			1,05	0,04	6,39	0,55
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	NA			8,30	0,08	2,61	0,02
<i>Solenocera membranacea</i>	B	NA					1,31	0,00
<i>Squilla mantis</i>	B	NA					1,31	0,08
Crostacei Totale					9,35	0,12	11,62	0,66
Molluschi								
<i>Bolinus brandaris</i>	B	AT					1,31	0,03
<i>Sepia officinalis</i>	B	NA					1,58	0,87
Molluschi Totale							2,89	0,90
Pesci								
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA			2,69	0,35	2,61	0,19
<i>Citharus linguatula</i>	B	NA	1,10	0,04				
<i>Eutrigla gurnardus</i>	B	NA	2,35	0,08				
<i>Lophius budegassa</i>	B	NA			1,17	0,26	1,31	0,13
<i>Raja asterias</i>	B	NA			3,74	3,43	8,98	8,62
<i>Solea solea</i>	B	NA	1,15	0,26			1,58	0,55
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	2,20	1,07	2,69	1,06	1,31	0,03
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA			1,05	0,03	1,31	0,02
<i>Centrolophus niger</i>	P	NA	1,18	0,53				
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA					1,58	0,02
<i>Prionace glauca</i>	P	NA	1,18	4,12				
<i>Boops boops</i>	P	PA	1,10	0,08				
<i>Scomber japonicus</i>	P	PA	4,63	1,66				
Pesci Totale			14,89	7,85	11,35	5,13	18,67	9,54

**Tab. 3-XLV** - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso il **controllo C2** nel 2016. P = primavera; E = estate; A = autunno.

			P		E		A	
			N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)
Crostacei								
<i>Nephrops norvegicus</i>	B	NA	4,90	0,44	1,17	0,12	2,65	0,33
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	NA			3,30	0,01		
<i>Squilla mantis</i>	B	NA						
Crostacei Totale			4,90	0,44	4,47	0,14	2,65	0,33
Pesci								
<i>Scorpaena porcus</i>	B	AT			1,10	0,18		
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA					1,29	0,13
<i>Lophius budegassa</i>	B	NA	1,32	0,94			1,29	0,23
<i>Raja asterias</i>	B	NA	1,32	0,82	2,20	1,87	5,18	3,88
<i>Squalus acanthias</i>	B	NA			4,03	6,86		
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	3,76	1,92	3,44	1,17	1,33	0,50
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA	1,32	0,06				
<i>Zeus faber</i>	NB	PA	1,32	0,69				
<i>Alosa fallax fallax</i>	P	NA	1,32	1,02				
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA					1,71	0,02
<i>Scomber japonicus</i>	P	PA	2,44	0,55				
<i>Trachurus trachurus</i>	P	PA			1,17	0,15		
Pesci Totale			12,79	6,00	11,95	10,24	10,79	4,76

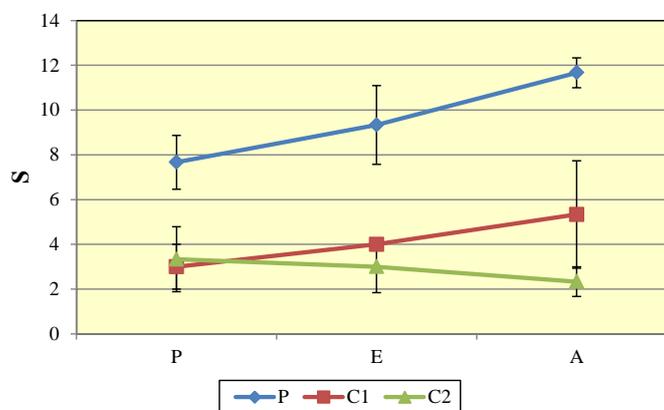
**Tab. 3-XLVI** – Valori medi ( $\pm$  e.s.) ottenuti per i vari indici nel 2016 presso la piattaforma ClaraNW e le due aree di controllo. N = n. ind/500m/12h; P = kg/500m/12h.

	Clara NW	C1	C2
<b>S<sub>mtot</sub></b>	9,56 $\pm$ 0,87	4,11 $\pm$ 0,82	2,89 $\pm$ 0,59
<b>H'<sub>mtot</sub></b>	0,65 $\pm$ 0,05	0,51 $\pm$ 0,08	0,36 $\pm$ 0,09
<b>N<sub>mtot</sub></b>	88,42 $\pm$ 22,53	7,74 $\pm$ 1,95	5,24 $\pm$ 0,96
<b>P<sub>mtot</sub></b>	8,67 $\pm$ 1,35	2,74 $\pm$ 0,62	2,42 $\pm$ 0,62

**Tab. 3-XLVII** – Risultati dei test statistici applicati ai valori medi totali di Ricchezza specifica (S), diversità specifica (H'), abbondanza (N) e biomassa (P).

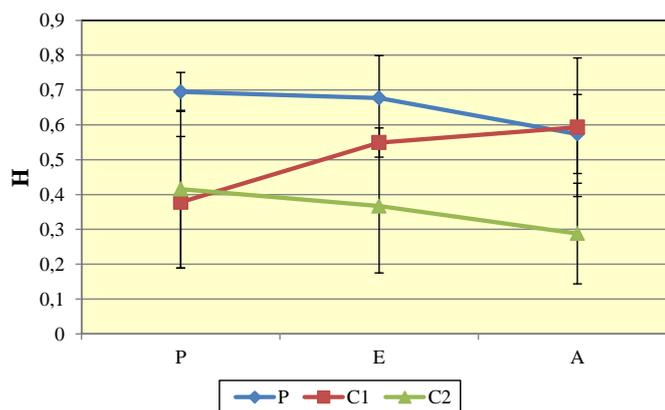
Effetti	g.l.	S <sub>mtot</sub>		H' <sub>mtot</sub>	N <sub>mtot</sub>		P <sub>mtot</sub>	
		Anova	Tukey Test	Anova	K-W	Comp. Test	K-W	Comp. Test
Sito	2; 25	<0,001**	P>>C1; C2	0,057	<0,001**	P>>C1; C2	0,001**	P>>C1; C2

In tutte le stagioni S<sub>mstag</sub> (fig. 3.49) è risultata superiore presso la piattaforma, dove ha presentato un trend crescente dalla primavera all'autunno passando da 7,67 $\pm$ 1,20 a 11,67 $\pm$ 0,67. Gli andamenti ai controlli sono apparsi differenti tra loro essendo quello di C1 crescente e quello di C2 leggermente decrescente, ma a causa dell'elevata variabilità i valori stagionali sono sempre stati comparabili e compresi tra 3,00 $\pm$ 1,00 e 5,34 $\pm$ 2,40 in C1 e tra 2,34 $\pm$ 0,67 e 3,34 $\pm$ 1,45 in C2.



**Fig. 3.49** - Ricchezza specifica ottenuta per la piattaforma ClaraNW e per i due siti di controllo nel 2016. P = primavera; E = estate; A = autunno.

Per la diversità specifica totale media (H'<sub>totm</sub>) non sono state rilevate differenze significative tra i siti (Tabb. 3-XLVI e 3-XLVII). Anche i valori stagionali sono apparsi tutti comparabili a causa degli errori standard molto elevati, per quanto riguarda il confronto sia tra i siti, sia tra le stagioni (fig. 3.50).



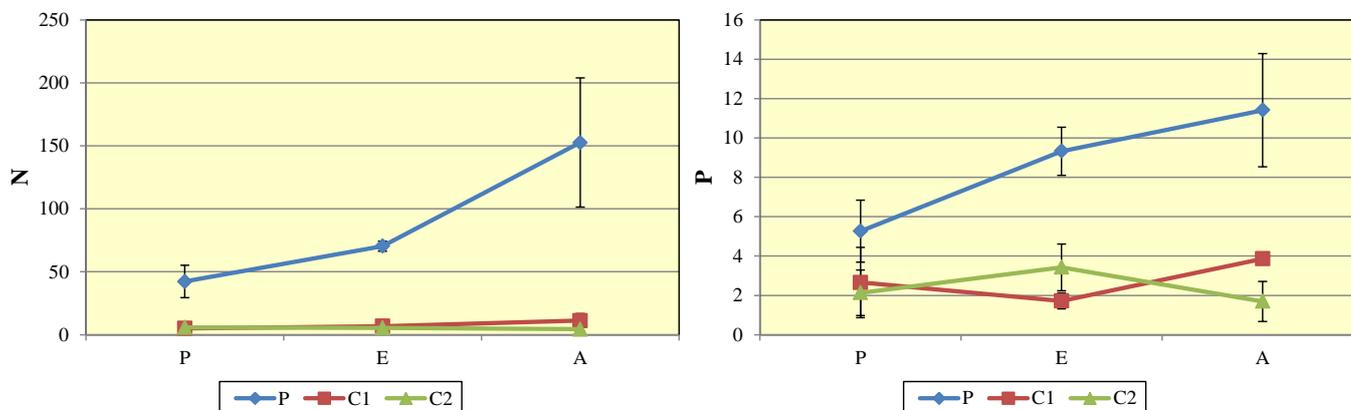
**Fig. 3.50** - Diversità specifica ottenuta per la piattaforma ClaraNW e per i due siti di controllo nel 2016. P = primavera; E = estate; A = autunno.

### 3.6.1.2 Rendimenti di pesca e composizione delle catture

I rendimenti di pesca totali medi sono risultati significativamente più alti presso il sito di estrazione rispetto alle aree di controllo sia in termini numerici che ponderali (Tabb. 3-XLVI e 3-XLVII).

In piattaforma i trend sia in numero che in peso sono apparsi molto simili a quello di  $S_{mstag}$  (fig. 3.51), essendo caratterizzati da un incremento che ha portato da un minimo di  $42,32 \pm 12,79$  a un massimo di  $152,60 \pm 51,27$  ind/500m/12h e da  $5,26 \pm 1,58$  a  $11,41 \pm 2,88$  kg/500m/12h.

Ai controlli, invece, gli andamenti in numero sono stati costanti nel tempo e praticamente sovrapponibili. In peso sono risultati opposti tra loro, ma i valori stagionali sono risultati comparabili eccetto in autunno quando è risultato superiore quello di C1 ( $3,86 \pm 0,28$  kg/500m/12h; C2:  $1,70 \pm 1,02$  kg/500m/12h).



**Fig. 3.51** - Rendimenti di pesca in termini numerici (N; n. ind/500m/12h) e ponderali (kg/500m/12h) registrati presso Clara NW e nelle zone di controllo 2016. P = primavera; E = estate; A = autunno.

I pesci hanno costituito la frazione dominante (l'unica in C1) delle catture sia in termini numerici che ponderali (fig. 3.52).

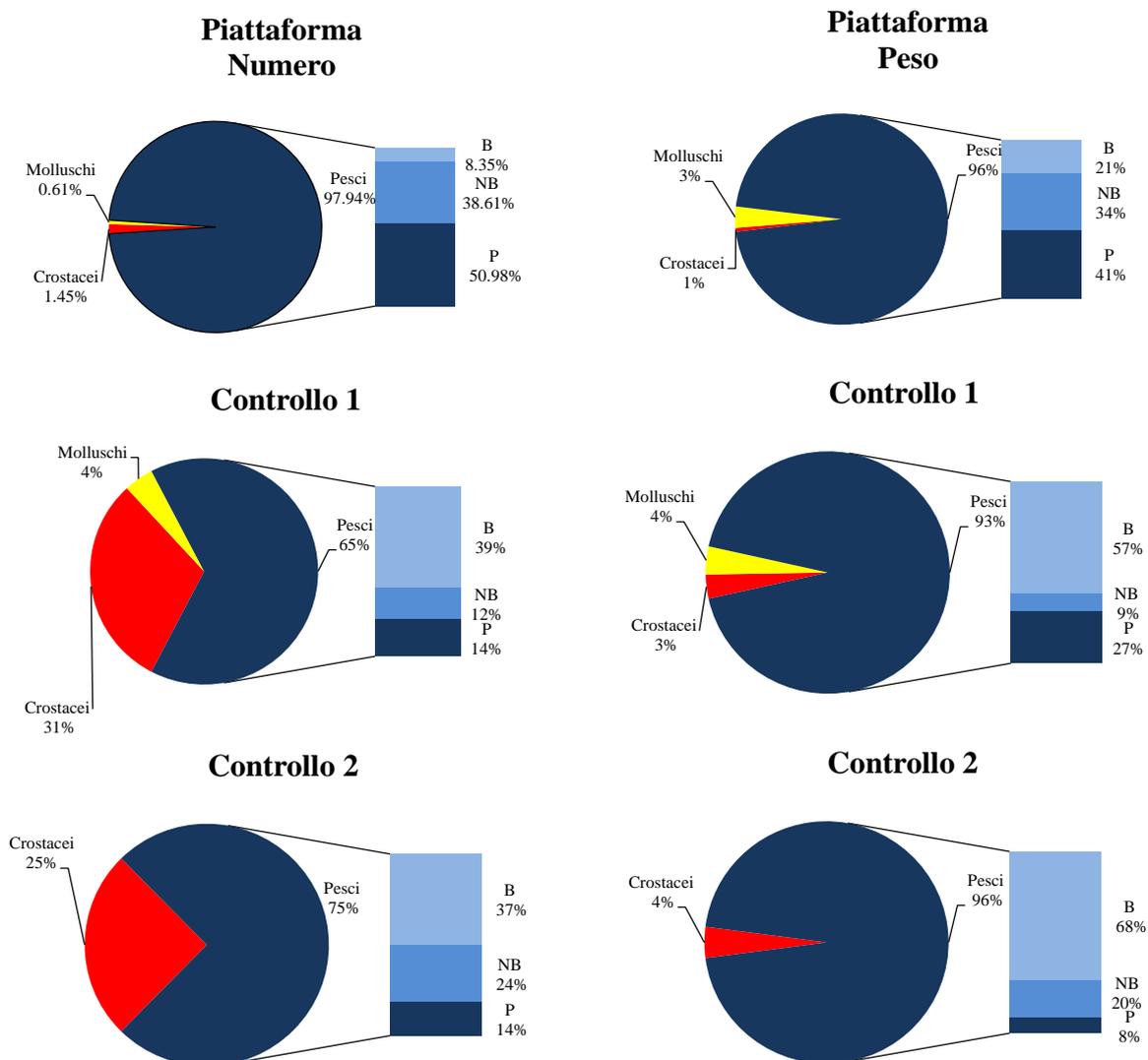
**Pesci bentonici** – In totale sono state censite 15 specie ittiche appartenenti a questo gruppo. Nel sito di estrazione ne sono state rilevate 12, in C1 6 e in C2 5 (Tabb. 3-XLIII - 3-XLV). Presso Clara NW i pesci bentonici sono risultati sia numericamente (8%) che in termini ponderali (21%) i meno importanti rispetto agli altri gruppi, ma è interessante la presenza nelle catture delle specie bentoniche AT *S. notata*, *S. scrofa* e *Scorpena porcus*, quest'ultima rilevata anche in C2. In entrambi i controlli i bentonici hanno costituito il raggruppamento più importante sia in numero (C1: 39%; C2: 37%) che in peso (C1: 57%; C2: 68%).

**Pesci necto-bentonici** – Complessivamente sono state censite 7 specie ittiche necto-bentoniche di cui 6 presso il sito di estrazione, 2 in C1 e 3 in C2 (Tabb. 3-XLIII - 3-XLV). In piattaforma la componente necto-bentonica è risultata al secondo posto per importanza sia numerica che ponderale con rispettivamente il 38,61% e il 34%, analogamente al controllo C2 (rispettivamente 24% e 20%). In C1 i necto-bentonici sono invece risultati i meno importanti.

**Pesci pelagici** - In totale sono state censite 10 specie di cui 8 presso il sito di estrazione, 5 presso C1 e 4 presso C2 (Tabb. 3-XLIII - 3-XLV). I pelagici hanno rappresentato il gruppo più importante in piattaforma soprattutto per le abbondanti catture di *Boops boops* e *Trachurus trachurus*, oltre che di *Scomber japonicus*. In C1 i pelagici hanno rappresentato il secondo gruppo più importante con il 14% in numero e con il 27% in peso; in C2, invece, si sono collocati al terzo posto.

**Crostacei** - I crostacei sono comparsi nelle catture con 4 specie di cui 3 presenti in piattaforma e in C1 e tutte in C2 (Tabb. 3-XLIII - 3-XLV). Mentre nel sito di estrazione sono apparsi irrilevanti sia in numero che in peso (1,45% e 1%), in entrambi i controlli sono risultati piuttosto importanti in numero (C1: 31%; C2: 25%) per le abbondanti catture di *Parapenaeus longirostris* (C1) e di *Nephrops norvegicus*, poco incisivi dal punto di vista ponderale.

**Molluschi** – Per questo gruppo sono state censite 3 specie in piattaforma e 2 in C1 (Tabb. 3-XLIII - 3-XLV) ma, in entrambi i siti, sono apparsi marginali sul totale delle catture sia in numero che in peso.



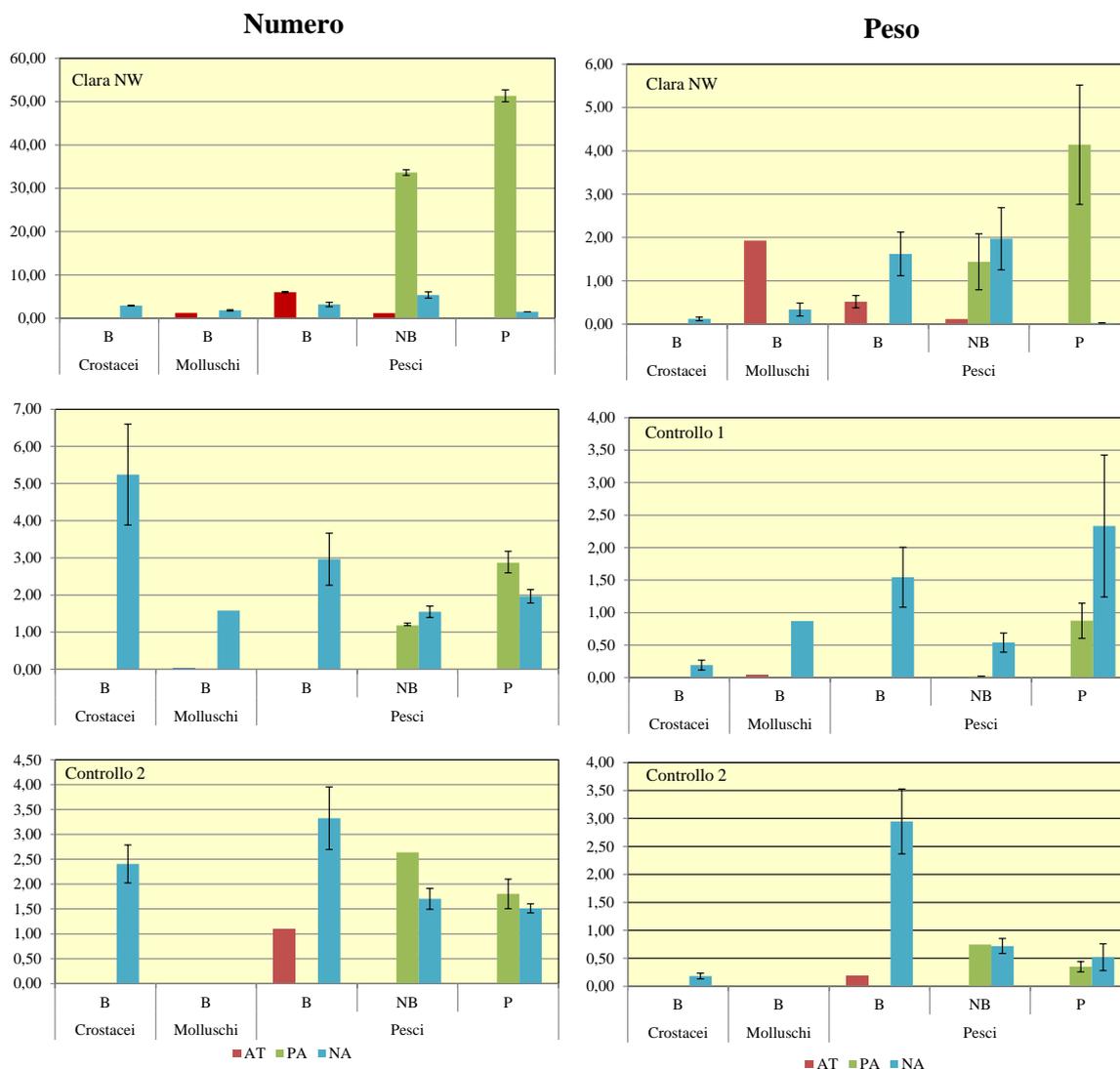
**Fig. 3.52** - Composizione percentuale delle catture in numero e in peso nel 2016 presso Clara NW e nei due siti di controllo. B = bentonico; NB = necto-bentonic; P = pelagico.

### 3.6.1.3 Affinità delle specie catturate con i substrati duri

L'analisi della composizione delle catture secondo il grado di affinità delle specie con i substrati duri (fig. 3.53) ha evidenziato una prevalenza numerica presso Clara NW di specie ittiche pelagiche e necto-bentoniche PA, rappresentate soprattutto da *Pagellus bogaraveo*, *T. minutus capelanus*, *B. boops* e *T. trachurus*. Gli altri gruppi sono stati molto meno importanti. Anche in termini ponderali i pelagici PA sono risultati i più rappresentati, mentre i necto-bentonici PA sono apparsi comparabili con altre categorie come quelle dei necto-bentonici e bentonici NA e dei molluschi bentonici AT. Si ricordano le catture di specie AT in questo sito rappresentate, oltre che dai molluschi, anche dai pesci bentonici e necto-bentonici.

In C1 hanno prevalso in numero i crostacei bentonici NA, seguiti dai pesci bentonici NA e pelagici PA. In peso, invece, pelagici e bentonici NA hanno rappresentato le categorie

più abbondanti risultando comparabili tra loro. Infine, in C2 hanno prevalso i pesci e i crostacei bentonici NA accanto ai pesci necto-bentonici PA, mentre in peso si è avuta una netta dominanza di pesci bentonici NA per le catture di *Raja asterias* e *Squalus acanthias*, due specie di discrete dimensioni.



**Fig. 3.53** - Numero (n. ind./500m/12h) e peso (kg/500m/12h) medi ( $\pm$  e.s.) delle specie attratte (AT), parzialmente attratte (PA) e non attratte (NA) ottenuti nelle catture effettuate nel 2016 nei tre siti. B = bentonico; NB = necto-bentonico; P = pelagico.

L'elaborazione statistica (Tab. 3-XLVIII) ha evidenziato catture significativamente superiori in piattaforma sia in numero che in peso rispetto ai controlli per quanto riguarda i pesci bentonici AT, necto-bentonici e pelagici PA e, solo in numero per i necto-bentonici NA. Le catture di tutte le altre categorie non sono risultate significative nel confronto tra i siti.

**Tab. 3-XLVIII** – Risultati dei test statistici ottenuti per la densità e la biomassa dei principali gruppi di specie presso la piattaforma Clara NW e nei siti di controllo. g.l. = gradi di libertà; \*, > = significativo; \*\*, >> = altamente significativo; P = piattaforma; C1 e C2 = controlli.

Numero		Crostacei	Molluschi			Pesci									
		Bentonici	Bentonici			Bentonici			Necto-Bentonici			Pelagici			
		NA	NA	AT	NA	AT		NA		PA		AT	NA	PA	
Effetti	g.l.	K-W	K-W	K-W	Anova	K-W	Comp. Test	K-W	Comp. Test	K-W	Comp. Test	K-W	K-W	K-W	Comp. Test
Sito	2; 25	0,969	0,340	0,593	0,497	<0,001**	P>>C1; C2	0,025*	P>>C1	<0,001**	P>>C1; C2	0,367	0,908	<0,001**	P>>C1; C2

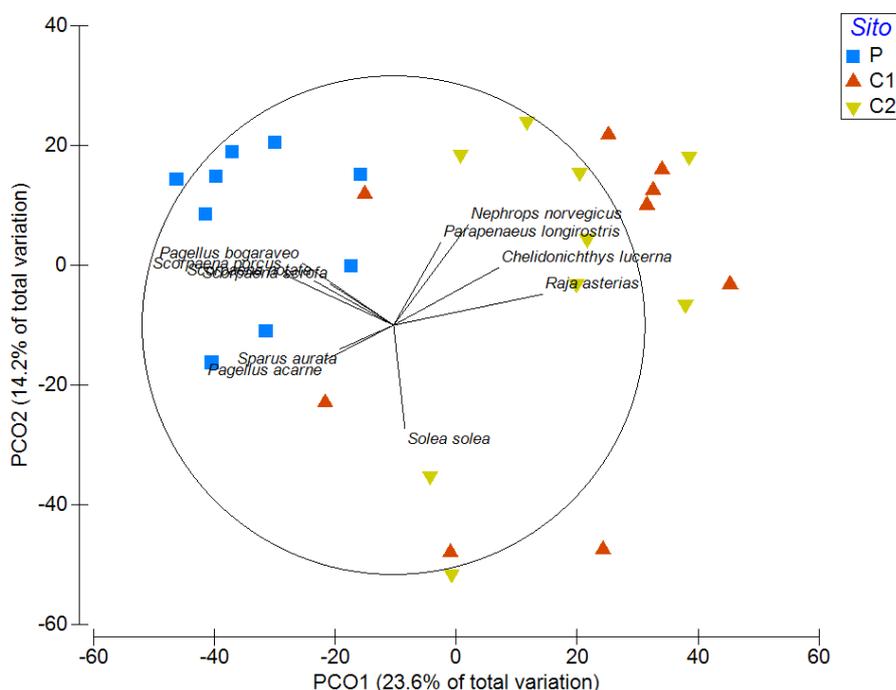
Peso		Crostacei	Molluschi			Pesci									
		Bentonici	Bentonici			Bentonici			Necto-Bentonici			Pelagici			
		NA	NA	AT	NA	AT		NA	PA		AT	NA	PA		
Effetti	g.l.	Anova	K-W	K-W	Anova	K-W	Comp. Test	K-W	K-W	Comp. Test	K-W	K-W	K-W	K-W	Comp. Test
Sito	2; 25	0,782	0,366	0,597	0,934	<0,001**	P>C1; C2	0,060	<0,001**	P>>C1; C2	0,369	0,996	<0,001**	P>>C1; C2	

### 3.6.1.4 PERMANOVA e Principal Coordinate analysis (PCO)

L'analisi multivariata rappresentata in Tab. 3-XLIX, ha evidenziato differenze altamente significative tra il popolamento presente in piattaforma rispetto a quelli dei due siti di controllo, come indicato dal *pairwise test*. La rappresentazione bidimensionale (varianza ~ 38%) ha evidenziato la generale contrapposizione tra Clara NW e i controlli (fig. 3.54). Dall'analisi del grafico si evince che la differenziazione dei siti è stata determinata da un pool di specie parzialmente attratte e attratte dai substrati duri (es.: *P. bogaraveo*, *S. scrofa*, *S. porcus*, *S. aurata*, *P. acarne*) presenti esclusivamente in piattaforma e da specie bentoniche e necto-bentoniche NA tra le quali *R. asterias*, *C. lucerna*, *N. norvegicus* e *P. longirostris* più abbondanti o esclusive ai controlli.

**Tab. 3-XLIX** – PERMANOVA sui dati di abbondanza dei popolamenti dei tre siti basata sulle dissimilarità di Bray-curtis. g.l. = gradi di libertà; \*\*; >> = altamente significativo; P = piattaforma; C1 e C2 = controlli.

Fattore	g.l.	MS	F	p	Pairwise test
Sito	2	10161	3,2534	0,001**	P>> C2; C1

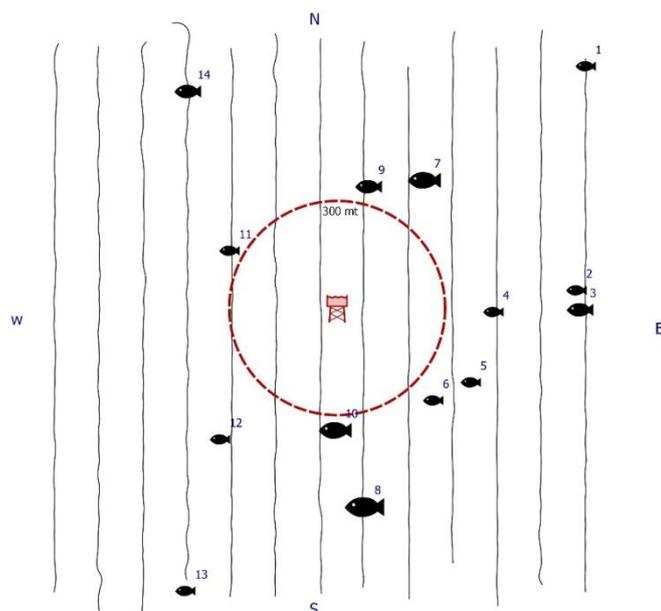


**Fig. 3.54** – Rappresentazione bidimensionale dei tre siti campionati nel periodo aprile - dicembre 2016 tramite la Principal Coordinate analysis (PCO). P = piattaforma; C1 e C2 = controlli

### 3.6.2. INVESTIGAZIONI ACUSTICHE

Nel presente report sono riportati i risultati conseguiti nel 2° semestre 2016. Per quelli relativi al 1° semestre fare riferimento a Fabi *et al.*, 2016b.

Nel **luglio** 2016 sono stati rilevati 14 banchi di pesce (fig. 3.54), tutti oltre i 300 m da Clara NW; tra questi il n. 11 è risultato il più vicino al raggio di influenza della piattaforma (338,57 m; Tab. 3-L) ma anche il n. 9 e il n. 10 sono stati individuati poco fuori dalla circonferenza. Il banco di dimensioni maggiori è risultato il n. 8 per volume (228,001 m<sup>3</sup>), lunghezza NS (19,017 m), lunghezza EW (23,282 m) e superficie (2795,543 m<sup>2</sup>; Tab. 23-LI). L'aggregazione più profonda è risultata la n. 6 (73,995 m) mentre la più superficiale la n. 5 (46,669 m). I parametri acustici sono riportati in Tab. 3-LII.



**Fig. 3.54** - Schema planare della posizione dell'aggregazione di pesce individuata durante il campionamento condotto nel luglio 2016. Figura non in scala.

**Tab. 3-L** – Distanza (m) dalla piattaforma Clara NW del banco di pesce individuato durante il campionamento condotto nel luglio 2016.

Banco	Distanza da Clara NW (m)	Banco	Distanza da Clara NW (m)
1	968,77	8	560,59
2	666,64	9	353,57
3	675,32	10	340,58
4	434,37	11	338,57
5	425,44	12	489,09
6	371,53	13	896,00
7	435,15	14	735,32

**Tab. 3-LI** - Caratteristiche metriche del banco di pesce individuato durante il campionamento condotto nel luglio 2016. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m <sup>2</sup> )	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m <sup>-1</sup> )	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m <sup>3</sup> )
1	361,120	10,178	11,742	70,963	74,276	3,313	35,591	43°48.533'	14°1.902'	72,972	10,101	0	0
2	561,851	11,626	8,926	62,228	68,016	5,788	43,605	43°48.193'	14°1.888'	65,268	12,885	0	0
3	694,259	10,266	11,543	67,239	71,066	3,827	70,677	43°48.164'	14°1.896'	69,198	9,823	0	0
4	314,122	6,944	8,940	68,166	72,406	4,240	30,629	43°48.159'	14°1.716'	70,289	10,256	0	0
5	361,694	11,933	8,073	45,783	52,913	7,130	24,238	43°48.052'	14°1.671'	46,669	14,516	0	0
6	371,437	9,844	11,022	71,952	74,209	2,257	51,531	43°48.024'	14°1.594'	73,995	7,208	0	0
7	1688,010	13,999	16,880	47,199	61,997	14,798	130,954	43°48.358'	14°1.570'	50,355	12,597	0	0
8	2795,543	19,017	23,282	55,814	66,922	11,108	228,001	43°47.862'	14°1.455'	60,951	10,970	0	0
9	645,045	3,759	14,731	69,830	74,053	4,223	77,205	43°48.347'	14°1.455'	70,124	7,272	0	0
10	1461,015	13,811	19,843	50,885	61,326	10,441	138,442	43°47.978'	14°1.392'	54,813	10,071	0	0
11	532,173	11,856	10,639	67,315	71,576	4,261	46,967	43°48.247'	14°1.168'	69,127	11,331	0	0
12	158,557	6,518	10,053	73,279	74,499	1,220	17,038	43°47.961'	14°1.153'	73,306	9,306	0	0
13	346,900	9,042	13,328	72,431	74,611	2,180	39,569	43°47.732'	14°1.085'	73,948	8,767	0	0
14	556,361	6,118	13,959	72,219	74,468	2,249	67,049	43°48.487'	14°1.078'	73,123	8,063	0	0

**Tab. 3-LII** - Variabili acustiche relative al banco di pesce individuato durante il campionamento condotto nel luglio 2016; i banchi individuati entro i 300 m dalla struttura sono evidenziati in verde.

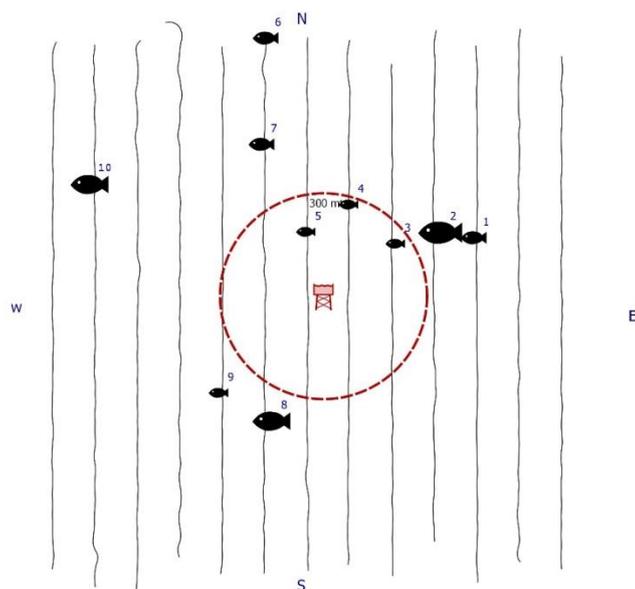
Banco	Sv medio (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Sv massimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )
1	-50,145	555	15	140	-53,675	-43,110	0,097
2	-51,211	671	14	173	-53,936	-44,361	0,076
3	-54,110	1441	16	288	-53,991	-44,945	0,039
4	-50,190	616	11	118	-53,757	-43,231	0,096
5	-51,756	234	15	139	-53,998	-46,600	0,067
6	-48,421	884	12	175	-53,670	-42,081	0,144
7	-51,068	2010	20	483	-53,998	-42,237	0,078
8	-50,278	2083	18	565	-53,717	-43,168	0,094
9	-48,970	648	3	75	-53,991	-42,500	0,127
10	-49,575	2230	20	382	-54,000	-38,880	0,110
11	-51,106	856	17	199	-53,991	-42,389	0,078
12	-48,698	291	8	103	-53,661	-41,644	0,135
13	-48,795	695	12	187	-53,679	-39,135	0,132
14	-48,216	582	8	145	-53,644	-41,099	0,151
1	-50,145	555	15	140	-53,675	-43,110	0,097

\*Sv = Volume backscattering strength

Ad **agosto** sono state individuate 9 aggregazioni di pesce di cui 3 entro 300 m da Clara NW (fig. 3.55): la più vicina è stata la n. 5 a 195,91 m e la più lontana la n. 6 a 773,29 m (Tab. 3-LIII).

I valori delle mediane individuano caratteristiche dimensionali molto minori per i banchi prossimi a Clara NW rispetto a quelli lontani (fig. 3.56): il banco con maggiori dimensioni metriche è stato il n. 2 eccetto per la lunghezza NS, risultata superiore per il banco n. 8 (Tab. 3-LIV). La posizione delle aggregazioni lungo la colonna d'acqua è oscillata tra 67,322 m (banco n. 2) e 74,231 m (banco n. 6). I parametri acustici dei banchi sono

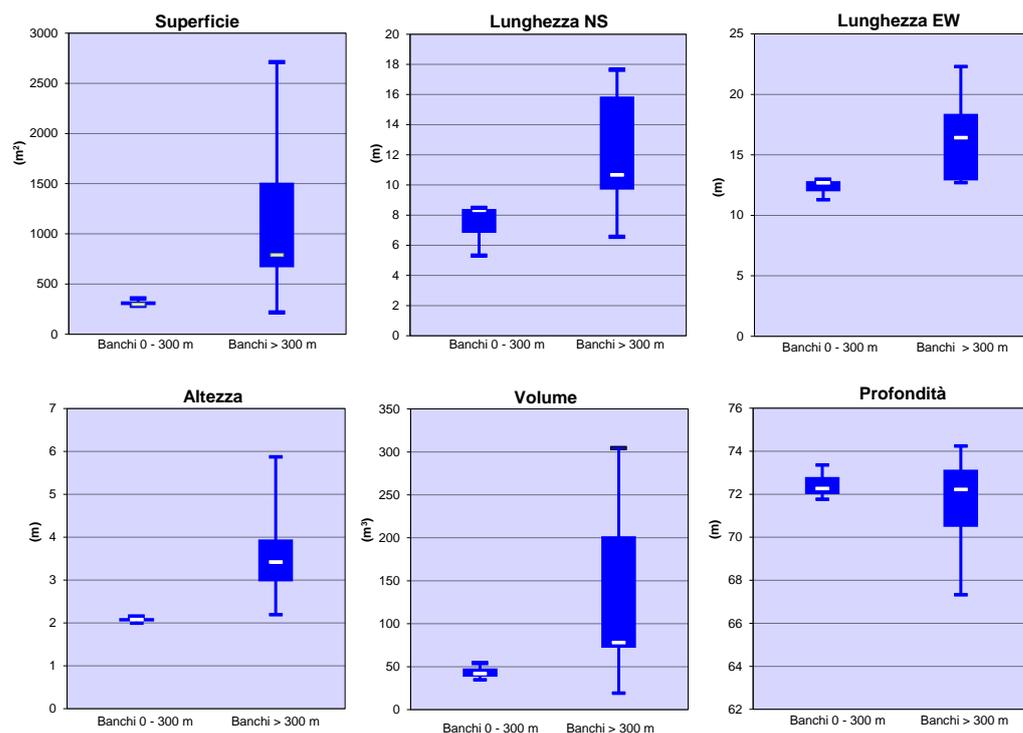
riportati in Tab. 3-LV.



**Fig. 3-55** - Schema planare della posizione delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nell'agosto 2016. Figura non in scala.

**Tab. 3-LIII** - Distanza (m) dalla struttura Clara NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nell'agosto 2016; in verde sono evidenziati i banchi individuati entro i 300 m dalla struttura.

Banco	Distanza da Clara NW (m)
1	468,76
2	389,66
3	260,06
4	279,06
5	195,91
6	773,29
7	479,39
8	390,63
9	412,39



**Fig. 3.56** – Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni nell'agosto 2016. Sono mostrati il 50% dei campioni (box), il primo e il terzo quartile e la mediana. Sv = Volume backscatter strength.

**Tab. 3-LIV** - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nell'agosto 2016. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume; i banchi individuati entro i 300 m dalla piattaforma sono evidenziati in verde.

Banco	S (m <sup>2</sup> )	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m <sup>-1</sup> )	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m <sup>3</sup> )
1	787,737	10,665	16,423	67,202	71,146	3,944	68,423	43°48.257'	14°1.716'	68,769	10,899	0	0
2	2711,561	17,362	22,289	64,403	70,277	5,874	304,542	43°48.266'	14°1.644'	67,322	8,851	0	0
3	356,597	5,325	12,960	72,614	74,695	2,081	54,207	43°48.246'	14°1.546'	73,350	6,433	0	0
4	296,203	8,319	11,281	70,755	72,907	2,152	41,851	43°48.307'	14°1.444'	71,761	7,078	0	0
5	282,999	8,499	12,679	71,240	73,237	1,997	34,668	43°48.263'	14°1.352'	72,256	8,163	0	0
6	563,799	9,649	12,705	72,668	75,222	2,554	78,019	43°48.568'	14°1.261'	74,231	6,801	0	0
7	769,950	6,574	12,795	70,927	74,351	3,424	75,861	43°48.401'	14°1.255'	72,665	9,626	0	0
8	1507,824	17,654	18,962	70,437	74,395	3,958	192,710	43°47.966'	14°1.284'	72,217	7,481	0	0
9	216,176	9,738	12,968	72,684	74,878	2,194	19,136	43°48.008'	14°1.168'	73,620	11,297	0	0

**Tab. 2-LII** - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento di agosto 2016; i banchi individuati entro i 300 m da Clara NW sono evidenziati in verde.

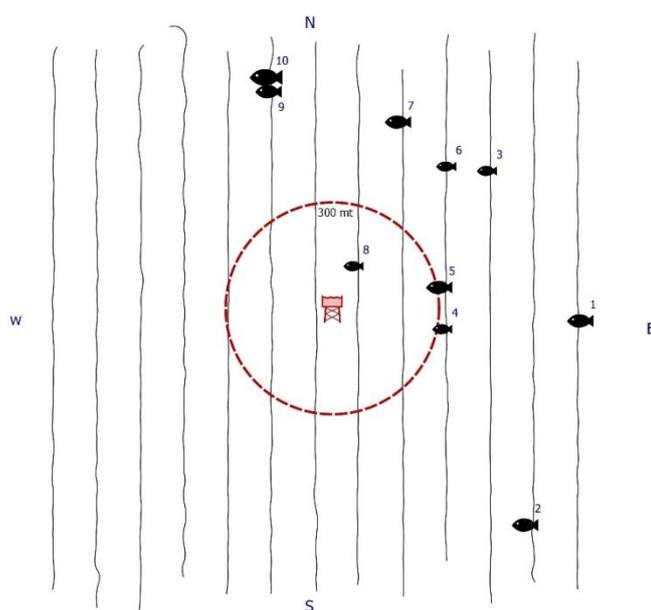
Banco	Sv medio (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Sv massimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )
1	-50,927	819	15	231	-53,968	-44,340	0,081
2	-49,662	4717	22	691	-53,996	-40,350	0,108
3	-47,363	611	7	117	-53,693	-39,619	0,184
4	-49,192	670	11	148	-53,996	-39,006	0,120
5	-48,476	549	10	138	-53,610	-39,563	0,142
6	-47,504	680	10	143	-53,757	-39,661	0,178
7	-49,725	776	8	143	-53,696	-44,036	0,107
8	-48,611	1874	23	334	-53,757	-39,638	0,138
9	-50,327	315	14	135	-53,729	-43,193	0,093

Nel **settembre** 2016 sono stati individuati 10 banchi di cui il n. 8 è stato il più prossimo alla piattaforma (135,38 m; Tab. 3-LIV) mentre il n. 4 e il n. 5 sono stati individuati a pochi metri dal raggio di 300 m (fig. 3.57).

Il banco n. 7 ha presentato le maggiori caratteristiche metriche (superficie, volume, lunghezza NS ed EW; Tab. 3-LVII).

L'associazione più profonda è stata la n. 8 (74,197 m), la più superficiale la n. 4 (36,670).

In Tab. 3-LVIII sono riportate le variabili acustiche dei banchi sondati.



**Fig. 3.57** - Schema planare della posizione delle aggregazione di pesce individuate durante il campionamento condotto nel settembre 2016. Figura non in scala.

**Tab. 3-LVI** - Distanza (m) dalla struttura Clara NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di settembre 2016. I banchi individuati entro i 300 m da Clara NW sono evidenziati in verde.

Banco	Distanza da Clara NW (m)
1	698,08
2	817,76
3	584,77
4	314,95
5	307,78
6	515,39
7	561,61
8	135,38
9	677,14
10	682,45

**Tab. 3-LVII** - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel settembre 2016. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume. I banchi individuati entro i 300 m da Clara NW sono evidenziati in verde.

Banco	S (m <sup>2</sup> )	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m <sup>-1</sup> )	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m <sup>3</sup> )
1	541,299	9,380	13,627	71,838	74,446	2,608	67,450	43°48,148'	14°1,913'	73,336	7,710	0	0
2	819,617	13,228	15,569	69,986	73,262	3,276	112,500	43°47,835'	14°1,802'	71,752	7,285	0	0
3	173,445	8,968	9,035	72,678	74,431	1,753	20,606	43°48,375'	14°1,713'	73,456	8,417	0	0
4	217,903	13,003	8,138	68,568	71,728	3,160	19,745	43°48,132'	14°1,623'	36,670	11,036	0	0
5	483,498	7,129	11,470	70,989	73,747	2,758	65,398	43°48,197'	14°1,616'	72,356	7,465	0	0
6	235,608	7,420	8,794	70,087	72,190	2,103	24,860	43°48,381'	14°1,627'	71,210	9,477	0	0
7	877,642	15,438	17,578	70,444	73,145	2,701	110,342	43°48,449'	14°1,526'	71,986	7,954	0	0
8	295,552	7,533	14,769	73,393	75,121	1,728	26,502	43°48,227'	14°1,436'	74,197	10,800	0	0
9	537,295	11,434	14,380	70,582	73,818	3,236	85,686	43°48,512'	14°1,249'	72,422	6,271	0	0
10	541,299	9,380	13,627	71,838	74,446	2,608	67,450	43°48,148'	14°1,913'	73,336	7,710	0	0

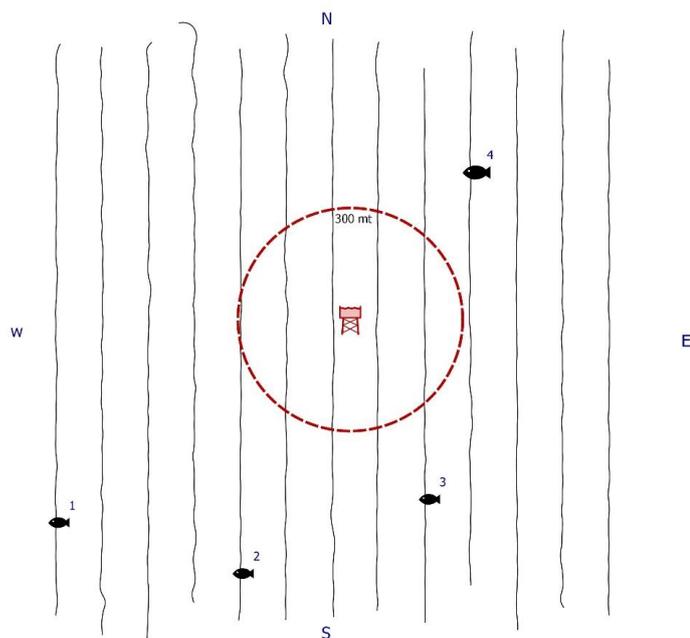
**Tab. 3-LVIII** - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel settembre 2016. I banchi individuati entro i 300 m da Clara NW sono evidenziati in verde.

Banco	Sv medio (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Sv massimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )
1	-48,284	687	11	177	-53,665	-39,619	0,148
2	-48,256	1947	20	354	-53,748	-40,091	0,149
3	-48,139	310	10	109	-53,675	-41,147	0,154
4	-50,757	325	19	134	-53,739	-42,748	0,084
5	-47,751	540	10	137	-53,739	-40,665	0,168
6	-49,557	444	11	122	-53,996	-40,496	0,111
7	-51,798	1925	21	511	-53,705	-42,590	0,066
8	-49,646	180	8	96	-53,702	-43,202	0,108
9	-46,882	1429	16	268	-53,739	-39,128	0,205
10	-49,410	1607	17	362	-53,679	-40,573	0,115

\*Sv = Volume backscattering strength

Nell'**ottobre** 2016 sono stati rilevati 4 banchi di pesce, tutti oltre i 300 m da Clara NW (fig. 3.58). L'aggregazione n. 4 è risultata la più vicina (522,18 m; Tab. 3-LIX).

Tutti i banchi hanno mostrato dimensioni volumetriche e di superficie ridotte; i valori maggiori sono stati riportati per il n. 4 (superficie: 442,304 m<sup>2</sup>; volume: 66,568 m<sup>3</sup>; lunghezza EW: 10,126 m; Tab. 3-LX) mentre la massima lunghezza NS è stata rilevata per il n. 3 (8,109 m). I banchi sono stati osservati tutti entro 5 m dal fondale, con centri geometrici tra 71,505 m (n. 4) e 73,539 m (n. 2). Le variabili acustiche sono riportate in Tab. 3-LXI.



**Fig. 3.58** - Schema planare della posizione delle aggregazione di pesce individuate durante il campionamento condotto nell'ottobre 2016. Figura non in scala.

**Tab. 3-LXIX** - Distanza (m) dalla struttura Clara NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di ottobre 2016.

Banco	Distanza da Clara NW (m)
1	946,94
2	739,03
3	526,98
4	522,18

**Tab. 3-LX** - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nell'ottobre 2016. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m <sup>2</sup> )	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m <sup>-1</sup> )	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m <sup>3</sup> )
1	161,320	6,850	6,785	72,218	74,339	2,121	15,139	43°47,862'	14°0,817'	73,436	10,656	0	0
2	123,682	4,570	9,249	72,740	74,390	1,650	15,788	43°47,792'	14°1,185'	73,539	7,834	0	0
3	277,765	8,109	6,773	70,036	73,396	3,360	42,093	43°47,903'	14°1,554'	71,902	6,599	0	0
4	442,304	6,515	10,126	69,435	73,521	4,086	66,568	43°48,378'	14°1,641'	71,505	6,060	0	0

**Tab. 3-LXI** - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nell'ottobre 2016.

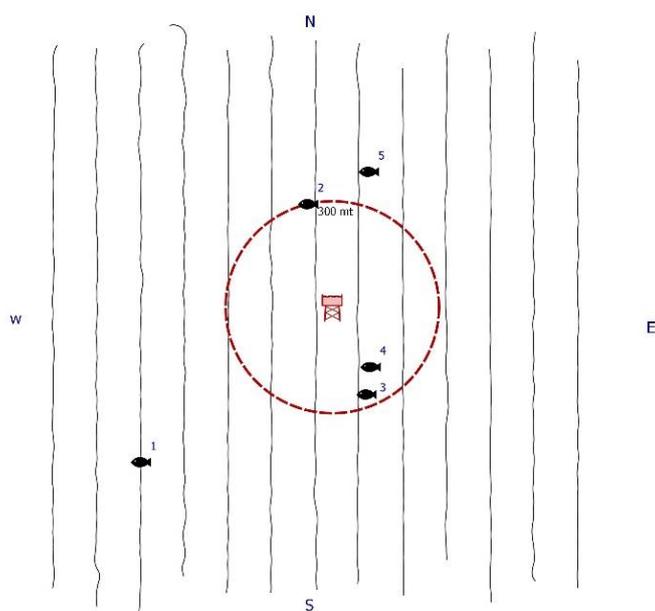
Banco	Sv medio (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Sv massimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )
1	-49,977	243	9	66	-53,694	-44,657	0,101
2	-49,086	245	6	63	-53,676	-41,157	0,123
3	-47,822	728	12	95	-53,712	-40,185	0,165
4	-47,971	684	7	89	-53,712	-39,608	0,160

\*Sv = Volume backscattering strength

A **novembre** 2016 sono state individuate 5 aggregazioni di pesce (fig. 3.59) di cui 2 entro 300 m da Clara NW; la più vicina, a 199,96 m, è stata la n. 4 (Tab. 3-LXII). Il banco n. 2 è stato osservato praticamente sul confine dei 300 m (300,90 m).

I massimi valori metrici sono stati registrati per i banchi n. 1 (volume e superficie) e n. 3 (lunghezze NS ed EW; Tab. 3-LXIII). I centri geometrici delle aggregazioni sono stati individuati tra i 69,424 m di profondità (banco n. 1) e i 61,113 m (banco n. 3).

Le variabili acustiche dei banchi sono descritte in Tab. 3-LXIV.



**Fig. 3.58** - Schema planare della posizione delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel novembre 2016. Figura non in scala.

**Tab. 3-LXII** - Distanza (m) dalla struttura Clara NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di ottobre 2016. In verde sono evidenziati i banchi entro 300 m da Clara NW.

Banco	Distanza da Clara NW (m)
1	691,82
2	300,90
3	264,23
4	199,96
5	398,94

**Tab. 3-LXIII** - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel novembre 2016. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume. In verde sono evidenziati i banchi entro 300 m da Clara NW.

Banco	S (m <sup>2</sup> )	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m <sup>-1</sup> )	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m <sup>3</sup> )
1	352,663	5,781	9,566	67,995	71,965	3,970	63,226	43°47,922'	14°0,995'	69,424	5,578	0	0
2	167,753	6,050	10,909	67,236	69,851	2,615	15,171	43°48,319'	14°1,339'	68,200	11,057	0	0
3	306,787	9,959	12,352	59,375	62,542	3,167	31,497	43°48,03'	14°1,466'	61,113	9,740	0	0
4	46,003	2,629	4,259	64,627	66,834	2,207	4,696	43°48,072'	14°1,474'	65,255	10,245	0	0
5	345,671	8,091	9,053	59,727	63,021	3,294	40,764	43°48,37'	14°1,465'	61,471	8,480	0	0

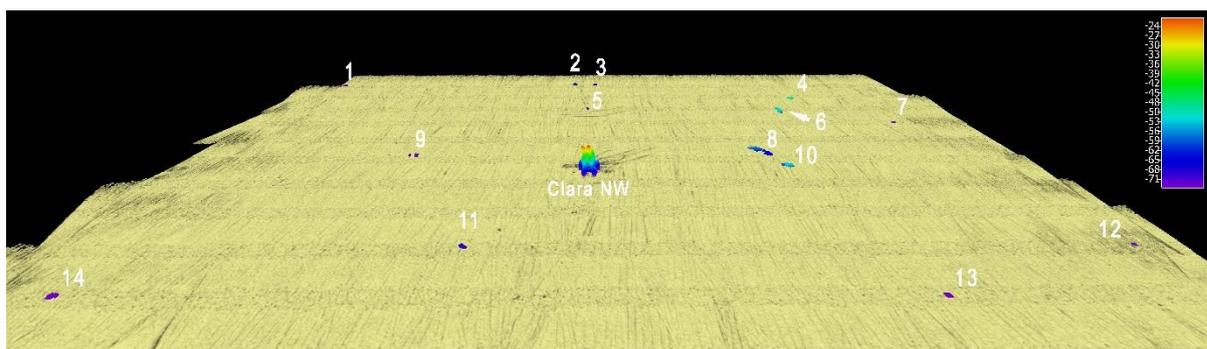
**Tab. 3-LXI** - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel novembre 2016. In verde sono evidenziati i banchi entro 300 m da Clara NW.

Banco	Sv medio (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Sv massimo (dB re 1 m <sup>-1</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )
1	-46,947	1143	8	114	-54,000	-38,490	0,202
2	-50,695	261	8	96	-53,992	-45,528	0,085
3	-49,647	603	14	171	-53,797	-43,144	0,108
4	-50,008	43	3	19	-53,695	-47,160	0,100
5	-48,844	707	10	119	-53,909	-40,288	0,130

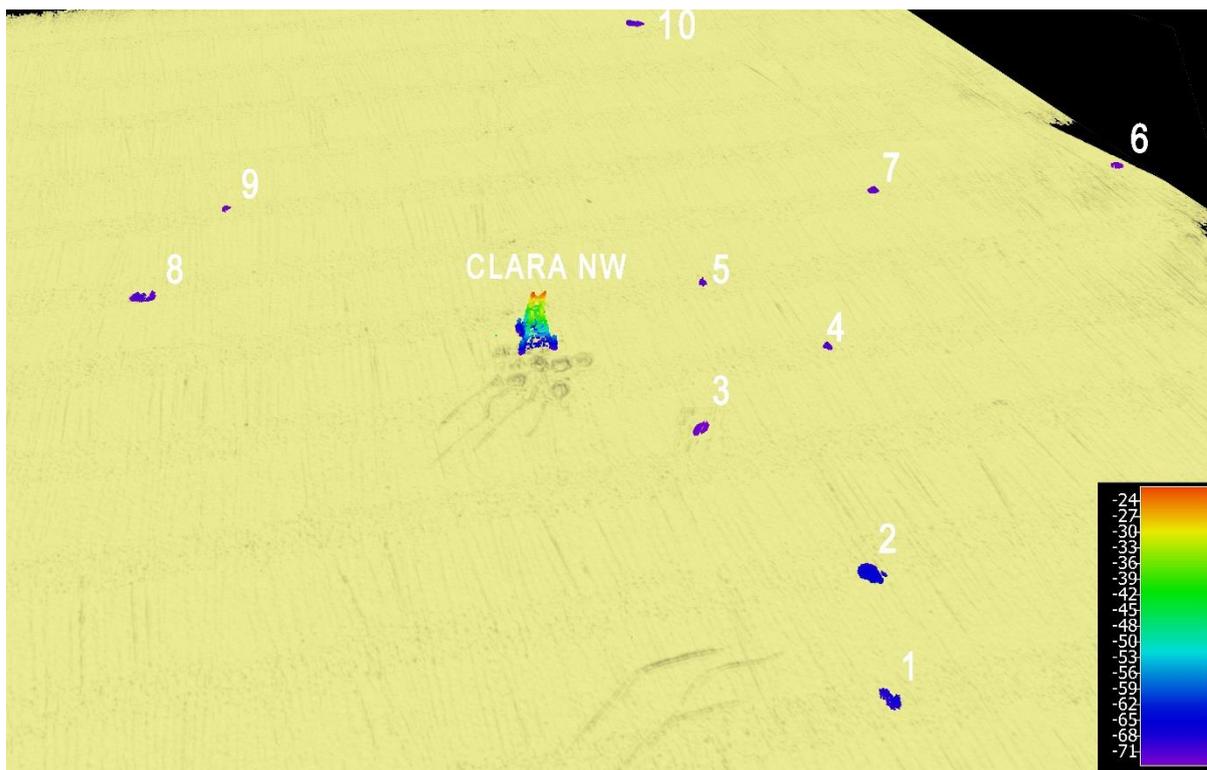
\*Sv = Volume backscattering strength

Durante il survey condotto a **dicembre** non sono state rilevate aggregazioni.

Di seguito si riportano alcuni esempi di rappresentazioni tridimensionali delle aggregazioni di pesce rilevate nei campionamenti sopra descritti (figg. 3.60 - 3.64). Tali immagini permettono una percezione spazio-temporale dei singoli banchi nell'ambiente circostante la struttura.



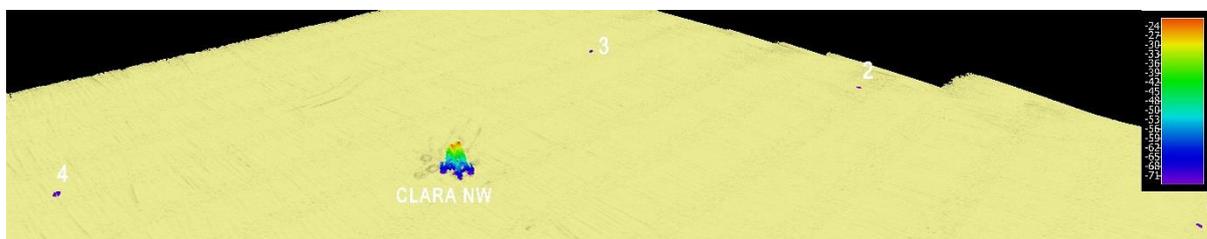
**Fig. 3.60** – Immagine tridimensionale della colonna d'acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce nel **luglio 2016**. Al centro dell'immagine è visibile la struttura Clara NW.



**Fig. 3.61** – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce nell’**agosto 2016**. Visibile la struttura nell’immagine.



**Fig. 3.62** – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui è stato individuato il banco di pesce nel **settembre 2016** Al centro dell’immagine è visibile la struttura Clara NW.



**Fig. 2.63** – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui è stato individuato il banco di pesce nel **ottobre 2016** Al centro dell’immagine è visibile la struttura Clara NW.



**Fig. 3.64** – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui è stato individuato il banco di pesce nel **novembre 2016**. Al centro dell’immagine è visibile la struttura Clara NW.

### 3.6.3. ACQUISIZIONE DI IMMAGINI TRAMITE TELECAMERA

Nel **luglio 2016** a circa 60 m di profondità sono state identificate specie pelagiche parzialmente attratte (P-PA) come ad esempio quelle appartenenti al genere *Trachurus* (fig. 3.65). Le condizioni di visibilità estremamente limitate non hanno consentito l’identificazione di specie ulteriori.



**Fig 3.65** – **Luglio 2016**. Specie ittiche pelagiche attorno alla piattaforma: sono distinguibili esemplari di *Trachurus* spp. a circa 60 m.

Ad **agosto** in prossimità dei pali della piattaforma vicino al fondale sono stati individuati banchi molto estesi di specie necto-bentoniche parzialmente attratte (NB-PA) come *Pagellus bogaraveo* e *Trisopterus minutus capelanus* (fig. 3.66).



**Fig. 3.66** – Esempi di *T. minutus capelanus* individuati durante il campionamento condotto nel **agosto 2016**.

A **settembre 2016** le riprese hanno rilevato la presenza di pesce P-PA molto abbondante e diffuso attorno alla piattaforma riconducibile a *Boops boops* e *Trachurus* sp. (fig. 3.67).



**Fig. 3.67** – Esempi di pesce P-PA individuati durante il campionamento condotto nel **settembre 2016**.

Ad **ottobre** sono stati individuati esemplari di *T. minutus capelanus*, *P. bogaraveo* e *Serranus hepatus* (NB-PA) nelle vicinanze del fondo, oltre che di *Diplodus vulgaris* (NB-PA) e *S. dumerili* (P-AT) a circa 20 m dalla superficie (fig. 3.68), mentre a **novembre** sono stati osservati individui di *Pagellus* spp. e *Spicara maena* (P-PA) in prossimità del fondale (3.69).

Nel **dicembre 2016** le condizioni meteo-marine non sono state favorevoli per l'immersione

della telecamera in prossimità della struttura.



**Fig. 3.68** - Esempolari di *S. dumerili* a circa 20 m di profondità rielvati durante le riprese effettuate nell'ottobre 2016.



**Fig. 3.69** - Esempolari di *Pagellus sp.* (immagine a sinistra) e *S. maena* (freccia rossa) in prossimità del fondo rilevati nel novembre 2016.

### **3.8. RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI**

Durante i 36 survey condotti nel 2016 non è avvenuto alcun avvistamento di cetacei nell'area indagata.

#### 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-ISMAR UOS 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-ISMAR 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-ISMAR 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 (Regina, Anemone, Annalisa, Barbara NW, Calpurnia, Naomi-Pandora, PCMS-1, Calipso, Clara Est, Clara Nord, Naide, Tea, Annamaria B, pozzi sottomarini Bonaccia EST 2&3, Fauzia, Elettra; (Fabi *et al.*, 2001a; 2001b; 2002; 2003; 2004; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015a; 2017a; 2017b; 2017c; 2017d); d) alle caratteristiche idrologiche e sedimentologiche della zona in cui è installata Clara NW.

Per quanto concerne la piattaforma, è stato proposto un monitoraggio comprendente indagini riguardanti la colonna d’acqua (studio delle correnti, caratteristiche fisiche e chimiche), le comunità fito- e zooplanctoniche (solo nelle fasi di pre-survey e durante i lavori di installazione), i sedimenti (granulometria, IPA, idrocarburi totali, metalli pesanti, sostanza organica, TOC, ecotossicologia, bioaccumulo), la ricerca di inquinanti e lo studio di biomarkers in esemplari di *Mytilus galloprovincialis* insediati sulle parti sommerse, la composizione quali-quantitativa della comunità bentonica e del popolamento ittico.

Il monitoraggio comprende diverse fasi:

- a. fase precedente alla posa in opera della piattaforma (pre-survey);
- b. fase di installazione e perforazione dei pozzi;
- c. fase di esercizio;
- d. fase di fine esercizio.

Nella presente relazione sono riportati i risultati ottenuti sino al 1° anno della fase di produzione di Clara NW, durante il quale sono state condotte tutte le indagini previste eccetto quelle inerenti *Mytilus galloprovincialis* per il mancato rinvenimento di esemplari

adesi alle parti sommerse della piattaforma.

**Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua** - L'area di posa della piattaforma di estrazione Clara NW è localizzata a circa 45 km dalla costa ed è caratterizzata da condizioni oceanografiche di mare aperto, risentendo solo in parte della circolazione costiera (Artegiani *et al.*, 1997a e 1997b). Le caratteristiche oceanografiche determinate in tutto il periodo di indagine sono in accordo con la climatologia del bacino (Artegiani *et al.*, 1997a; Zavatarelli *et al.*, 1998).

Nel 2° semestre 2016 la colonna d'acqua è risultata fortemente stratificata in temperatura sia in giugno che in settembre, mentre il gradiente termico verticale si è ridotto notevolmente in dicembre. Nel periodo estivo, inoltre, era presente in superficie uno strato con acqua a minore salinità, non più rinvenuto in dicembre. Sul fondo le condizioni termoline si sono mantenute più stabili, con temperature di 13-15°C e salinità di 38,7-38,8 psu. Per quanto riguarda gli aspetti idrochimici considerati, la concentrazione di ossigeno disciolto era presente con percentuali di saturazione comprese tra 80% e 117%, generalmente in diminuzione verso il fondo come nei periodi di indagine precedenti. Non sono mai state osservate condizioni ipossiche o anossiche.

Le concentrazioni dei nutrienti sono sempre rientrate nei range dei valori noti per l'area (Zavatarelli *et al.*, 1998; Marini *et al.*, 2008), con un incremento relativo nel settembre 2016 e minimi in giugno.

Considerando i profili di fluorescenza *in situ*, sono quasi sempre stati osservati picchi dei pigmenti fotosintetici verso il fondo (marzo e giugno 2016) e a 45-60 m di profondità (aprile e settembre). A febbraio e dicembre in generale la distribuzione dei valori è apparsa costante lungo la colonna con una lieve diminuzione al fondo.

La concentrazione della clorofilla totale (come somma di Chl *a* + Chl *b* + Chl *c*) è risultata sempre piuttosto bassa confermando le generali condizioni di oligotrofia dell'area (Zavatarelli *et al.*, 1998; Totti *et al.*, 2000).

La clorofilla *b* (caratteristica delle alghe verdi -Prasinophyceae- e delle Euglenophyta) ha raggiunto le concentrazioni maggiori in febbraio e settembre ed è risultata sempre maggiore della Chl *c* (caratteristica delle diatomee). In aprile e dicembre sono stati osservati i minimi sia di Chl *b* che di Chl *c*.

Il carico solido sospeso ha presentato in generale un aumento delle concentrazioni nelle acque di fondo. Questo andamento è stato osservato frequentemente in Adriatico ed è legato a possibili processi di risospensione e trasporto di sedimenti (Wang e Pinardi, 2002; Wang *et al.*, 2006).

Per quanto concerne le eventuali differenze tra le stazioni posizionate a 100 m di distanza dalla piattaforma (dunque presumibilmente influenzate dalla presenza della piattaforma) e quelle poste a 2000 m non sono emerse discrepanze per quanto riguarda le condizioni oceanografiche salvo un limitato incremento di temperatura nelle stazioni di controllo in aprile 2016. Sono state invece notate alcune differenze per quanto riguarda i nutrienti, con i nitrati più abbondanti a 100 m in febbraio e in marzo, i nitriti in marzo, gli ortofosfati nel 2° semestre e gli ortosilicati in aprile e settembre. Comunque, i trend osservati possono essere attribuiti in larga parte alla variabilità delle condizioni idrologiche nell'area e lungo la colonna, piuttosto che alla presenza della piattaforma.

Per quanto riguarda invece la presenza di metalli pesanti, l'analisi dei dati ha evidenziato la completa assenza (concentrazioni sempre sotto il limite di rilevabilità) di alcune delle specie chimiche considerate tra le più tossiche, quali mercurio, cadmio, rame e indio (Canli e Furness, 1995; Dong *et al.*, 2016) come in tutto il periodo di indagine precedente. Anche piombo e ferro (e talvolta zinco) sono risultati molto spesso non rilevabili e in ogni caso, considerato il loro valore medio, non hanno mostrato alcuna differenza degna di nota nel confronto tra i diversi survey. Tra le specie chimiche rilevabili si sono potuti distinguere fondamentalmente due differenti andamenti. L'arsenico, il bario, il vanadio e il silicio hanno evidenziato la minima variabilità delle concentrazioni sia nella distribuzione orizzontale, sia in quella verticale. Cromo, nichel, alluminio e zinco sono risultati invece molto più variabili, con valori del coefficiente di variabilità molto spesso superiore al 50%, pur conservando concentrazioni medie simili. Nel confronto tra le differenti crociere condotte nel 2016, inoltre, solo il contenuto vanadio ha mostrato delle differenze, essendo caratterizzato da un modesto aumento a dicembre. Altri elementi (in particolare il ferro, lo zinco e il nichel) hanno mostrato comunque delle forti fluttuazioni, oscillando tra periodi di completa assenza e periodi di totale rilevabilità. Il silicio è l'unico elemento che ha costantemente mostrato un aumento delle concentrazioni con la profondità e dunque valori massimi al fondo, probabilmente correlato all'incremento di materiale particellato osservato in prossimità del fondo e ai fenomeni di risospensione che vi avvengono.

Per quanto riguarda gli inquinanti organici, l'unica categoria di composti saltuariamente presente in tutte le crociere è stata quella degli Idrocarburi alifatici, comunque caratterizzati da valori piuttosto bassi e sempre vicini al limite di rilevabilità.

In generale, tutti i metalli e i microinquinanti organici rilevati sono risultati ampiamente al di sotto dei limiti previsti dalle Leggi attinenti agli obiettivi di qualità delle acque (es. i limiti per le acque riportati nella DIRETTIVA 2008/105/EC) e confrontabili con i risultati

ottenuti in altre aree non contaminate sia del Mediterraneo (Béthoux *et al.*, 1990; Annibaldi *et al.*, 2009), sia di altre zone d'Europa e del mondo (Law, 1978; Middelburg *et al.* 1988; Alves *et al.*, 1993; Crompton, 2006).

Per quanto concerne infine eventuali peculiarità dei siti posizionati nei pressi della piattaforma (100 m) rispetto ai controlli (2000 m), l'unico inquinante a presentare delle differenze statisticamente significative è stato il vanadio, ma solo nel survey di giugno, quando è risultato più abbondante nelle stazioni più lontane. Tale aumento appare comunque, seppur statisticamente significativo, entro i limiti della naturale variabilità di questo elemento (Caccia e Millero, 2003; Ji *et al.*, 2010).

In conclusione, nei periodi di osservazione in tutta l'area esaminata non è stato evidenziato alcun fenomeno di contaminazione ambientale in relazione all'installazione o alla presenza di Clara NW. Infatti, i trend osservati per alcune specie chimiche sono più da imputare alla variabilità delle condizioni idrologiche e meteorologiche della zona.

**Caratteristiche sedimentologiche** - L'area in cui è stata installata Clara NW è caratterizzata da una discreta variabilità delle caratteristiche fisiche dei sedimenti. La granulometria infatti ha presentato consistenti rimaneggiamenti nel tempo, soprattutto nel 2° survey post lavori, maggiori lungo i transetti rispetto ai controlli dunque presumibilmente legati alla presenza della struttura.

Al contrario non sono stati evidenziati cambiamenti relazionabili alla piattaforma per quanto concerne gli IPA, presenti sempre in concentrazioni modeste e inferiori all'LCB (ICRAM-APAT, 2007), che nell'estate 2016 si sono portate a livelli anche più bassi di quelli del pre-survey. Stessa considerazione è valida per gli Idrocarburi totali: quelli leggeri non sono mai stati rilevati, quelli pesanti sono stati quantificati sempre eccetto nel 1° monitoraggio post lavori, ma in concentrazioni modeste.

Anche le variazioni di TOC e sostanza organica non testimoniano, al momento, una situazione di alterazione determinata dalla presenza della piattaforma, così come la maggior parte dei metalli pesanti i cui tenori si sono mantenuti complessivamente modesti entro 250 m dalla struttura e in linea con i riferimenti. Per quanto riguarda eventuali superamenti dei livelli chimici di riferimento nazionale, l'arsenico ha superato il proprio limite saltuariamente, anche durante il pre-survey, mentre il cromo e il nichel lo hanno superato quasi sempre e ovunque evidentemente per cause estranee alla presenza della piattaforma essendo il fenomeno avvenuto anche ai controlli. Per quanto concerne lo zinco è da segnalare il superamento del livello chimico di riferimento solo in due occasioni, la prima riguardante un sito a ridosso della piattaforma (CL SE) durante i lavori di

installazione, la seconda la stazione B4 (30 m a NE) nell'estate 2016, quando è stato raggiunto il massimo assoluto dell'intero periodo di monitoraggio (190,15 mg/kg). Nel medesimo sito sono stati registrati anche picchi di bario, ferro e cadmio.

Un cenno merita il bario che, pur conservando tenori modesti per tutta la durata del monitoraggio, ha mostrato alcune anomalie riconducibili alla presenza della piattaforma. I primi segnali di alterazione presso Clara NW erano stati segnalati durante i lavori in particolare in CL NW. Nell'inverno 2016 (1° survey post lavori) le anomalie riguardavano A4 e A5, stazioni poste a 30 m dalla struttura rispettivamente a NW e SE. Nell'estate 2016, infine, i tenori maggiori sono rimasti localizzati a 30 m da essa (A4, A5, B5); si tratta ancora di concentrazioni modeste per testimoniare uno stato di contaminazione dell'area, ma la loro evoluzione verrà comunque tenuta sotto controllo.

**Ecotossicologia dei sedimenti** - In tutte le indagini finora effettuate, dal pre-survey al 2° monitoraggio post lavori, i sedimenti circostanti Clara NW si sono rivelati ottimali per la crescita algale di *Dunaliella tertiolecta* e per la bioluminescenza di *Vibrio fischeri*. Nella fase di produzione della piattaforma è stata evidenziata una tossicità bassa per la sopravvivenza di *Corophium orientale* a 60 m a SW dalla piattaforma durante il 1° monitoraggio e in corrispondenza della struttura e in un controllo nel 2° campionamento. Si tratta di un lieve segnale che, essendo stato rilevato anche in un controllo, non sembra al momento indicare criticità indotte da Clara NW. Una tossicità più diffusa è stata rilevata per lo sviluppo larvale di *Crassostrea gigas* sin dai lavori di installazione. Si tratta di una tossicità di basso-medio grado che tuttavia, essendo stata rilevata anche in almeno un sito di controllo, non appare particolarmente critica. Verrà comunque seguita attentamente nei prossimi monitoraggi.

I risultati del test di bioaccumulo eseguito utilizzando esemplari di *Hediste diversicolor* hanno confermato l'assenza di biodisponibilità della maggior parte dei metalli ricercati. Nell'ultimo monitoraggio sono avvenuti alcuni miglioramenti consistenti nella scomparsa del bioaccumulo di bario, piombo e vanadio che, precedentemente, era stato rilevato in alcuni siti sia circostanti la piattaforma che nei controlli. Si è inoltre ridotto in termini di numero di stazioni coinvolte il bioaccumulo di mercurio e di nichel.

**Comunità bentonica** - Complessivamente anche nel 2° survey post lavori di installazione effettuato nell'estate 2016 la comunità bentonica rinvenuta nei siti investigati è risultata piuttosto povera sia in termini di numero di individui che di specie, con popolamenti costituiti quasi esclusivamente da taxa di fondo mobile. In corrispondenza della

piattaforma gli indici sono rimasti pressoché costanti durante tutto il periodo eccetto in CL SW in cui nell'ultimo monitoraggio sono stati raggiunti i massimi assoluti.

Quasi tutte le specie sono risultate tipiche di fondali limicoli, e ovunque è stato rinvenuto anche un discreto numero di organismi indicatori della presenza di materia organica nei sedimenti o di sabulicoli. La maggior parte dei taxa rinvenuti appartiene ai policheti, seguiti dai crostacei e/o dai molluschi, mentre gli echinodermi sono apparsi scarsi ovunque. In tutto il periodo le specie principali sono rimaste invariate ma la loro importanza è lievemente diminuita. Ciò, in concomitanza all'aumento della Ricchezza specifica totale, indica l'avvio verso una maggiore diversificazione delle comunità.

Lo stato ecologico relativo alle diverse stazioni, derivato dalla combinazione dei tre indici W di Clarke, AMBI, BENTIX, è risultato compreso tra il buono e il buono/moderato come già precedentemente, senza evidenziare differenze sostanziali tra l'area circostante la struttura e i controlli.

**Indagini sul popolamento ittico** - L'indagine condotta con reti tremaglio nel 1° anno di produzione di Clara NW (2016) ha evidenziato valori di Ricchezza specifica sempre superiori presso il sito di estrazione rispetto ai controlli, confermando i risultati di monitoraggi pregressi effettuati in Adriatico settentrionale presso altre strutture estrattive (Fabi *et al.*, 2001; 2003; 2004; 2005a; 2006; 2010b; 2013; 2017a; Scarcella *et al.*, 2011). Anche i rendimenti di pesca sia in numero che in peso sono risultati maggiori presso la piattaforma rispetto a quelli di riferimento.

La maggiore presenza di specie attratte (*O. vulgaris*, *S. aurata*, *S. notata*, *S. porcus*) e parzialmente attratte (es.: *B.boops*, *P.bogaraveo*, *S. japonicus*) presso Clara NW e la preponderanza di specie non attratte presso i siti di controllo evidenziano l'influenza da parte della struttura nei confronti di organismi altrimenti rari o assenti nell'area già nel suo 1° anno di attività.

Il popolamento ittico è stato analizzato anche mediante indagini acustiche effettuate con Multibeam Echosounder (MBES) al fine di implementare i dati di cattura. Infatti, mediante il MBES è possibile individuare anche la presenza di specie piccole e pelagiche che vengono catturate in quantità minore rispetto alla reale abbondanza a causa della selettività e dell'altezza limitata del tipo di rete utilizzata.

Analizzando le aggregazioni si è riscontrata una concentrazione negli strati d'acqua più vicini al fondo attribuibile all'etologia delle specie gregarie pelagiche (es.: *Engraulis encrasicolus*, *Boops boops*, *Spicara maena*). Queste infatti formano densi banchi e nell'arco della giornata compiono migrazioni verticali (Azzali 1980; Azzali *et al.*, 1983;

Balteza, 1985; Tudela e Palomera, 1997; Plounevez e Champalbert, 1999; 2000); in particolare, nelle ore diurne (periodo in cui vengono condotti i survey con MBES) si trovano negli strati di acqua più profondi per sfuggire ai predatori e per trovare nutrimento, mentre nelle ore notturne, soprattutto nella stagione riproduttiva, gli individui maturi salgono sopra il termoclino per rilasciare i gameti (Palomera, 1991). Inoltre, esiste una stretta relazione tra aggregazione in banchi e illuminazione, poiché in condizioni di buio totale o prossime al buio i banchi sono piuttosto dispersi e presentano un'attività rallentata, mentre in condizioni di luminosità elevata gli individui si uniscono portandosi verso il fondo (Mužinić, 1964; Azzali *et al.*, 1985).

Alle considerazioni fatte finora, va aggiunto che in prossimità della struttura si potrebbero rilevare aggregazioni di specie necto-bentoniche attratte che utilizzano le parti sommerse della piattaforma come riparo da specie predatorie e per trovare maggiore nutrimento.

In riferimento ai dati raccolti nel 2016 tramite il sistema MBES, dalle osservazioni fatte sulla base della letteratura e dalle riprese con la telecamera, oltre che dai campionamenti di pesca, si può ipotizzare che i banchi individuati in prossimità del fondale (70-76 m) e nelle vicinanze di Clara NW, come i banchi n. 7 di aprile, i nn. 7-11-13-14 di maggio (Fabi *et al.* 2016b), i nn. 3-4-5 di agosto e il n. 8 di settembre potessero appartenere a specie necto-bentoniche parzialmente attratte come *T. minutus capelanus* o *P. bogaraveo*. Probabilmente riconducibile a specie pelagiche parzialmente attratte (es. *T. trachurus*) è il banco n. 13 di maggio. Specie pelagiche parzialmente attratte dai substrati duri come *T. trachurus* e *Boops boops* sono state individuate con ogni probabilità anche a profondità meno elevate (50-70 m), sempre in prossimità di Clara NW (banco n. 8 di aprile, i nn. 5, 6, 15 e 16 di maggio o il n. 3 e il n. 4 di novembre).

Nelle zone periferiche rispetto alla piattaforma sono state rilevate aggregazioni anche di notevoli dimensioni come ad esempio i banchi n. 13 di aprile, n. 10 di maggio, n. 2 di giugno 2016, il n. 8 di luglio e i nn. 2-8-10 di agosto, presumibilmente rappresentate da pelagici non attratti o parzialmente attratti quali *S. japonicus*, *Engraulis encrasicolus*, *T. trachurus* e *Sardina pilchardus*, che tendono ad aggregarsi in grossi banchi. Riconducibili plausibilmente alla specie necto-bentonica *T. minutus capelanus* i banchi rinvenuti ad elevate profondità come il n. 11 e il n. 12 di aprile 2016, il n. 1 e il n. 2 di maggio 2016, i nn. 12 - 13 - 14 di giugno 2016, i nn. 12-13-14 dei luglio, il n. 9 di agosto, il n. 3 di settembre e il n. 1 e il n. 2 di ottobre. Nei mesi di ottobre e novembre i banchi hanno presentato dimensioni estremamente ridotte mentre a dicembre non sono avvenuti avvistamenti.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- Alves L.C., Allen L.A., Houk R.S. 1993. Measurement of vanadium, nickel, and arsenic in seawater and urine reference materials by inductively coupled plasma mass spectrometry with cryogenic desolvation. *Anal. Chem.*, 65(18): 2468-2471.
- Annibaldi A., Truzzi C., Illuminati S., Scarponi G. 2009. Recent sudden decrease of lead in Adriatic coastal seawater during the years 2000–2004 in parallel with the phasing out of leaded gasoline in Italy. *Mar. Chem.*, 113: 238–249.
- Amouroux J.M. 1974. Etude des peuplements infralittoraux de la côte du Roussillon. *Vie Milieu*, 24 (1) sèr. B: 209-222.
- Anderson M.J 2001. A new method for non parametric multivariate analysis of variance. *Austral. Ecol.*, 26: 32-46
- Artegiani A. 1996. *Temperature and salinity measurements of seawaters, Handbook of method protocols*. MAST II Mediterranean Targeted Project. 34 pp.
- Artegiani, A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. 1997a. The Adriatic Sea general circulation. Part I. Air-sea interactions and water mass structure, *J. Phys. Oceanogr.*, 27, 1492–1514.
- Artegiani, A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. 1997b. The Adriatic Sea general circulation. Part II: Baroclinic Circulation Structure, *J. Phys. Oceanogr.*, 27: 1515– 1532.
- ASTM. 1998. *Standard guide for determination of the bioaccumulation of sediment-associated contaminants by benthic invertebrates*. Standard ASTM E1688-97a. American Society for testing and materials, Philadelphia, PA: 1072-1121.
- ASTM. 2004a. *Standard guide for conducting static toxicity tests with microalgae*. ASTM E1218-04-E1. 14 pp.
- ASTM. 2004b. *Standard Guide for Conducting Static Acute Toxicity Tests Starting with Embryos of Four Species of Saltwater Bivalve Molluscs*. ASTM E724-98. 21 pp.
- Augier H. 1992. *Inventaire et classification des biocénoses marines benthique de la Méditerranée*. Conseil de l'Europe. U.E.R. Des Sciences de la Mer et de l'Environnement de Luminy Marseille. 59 pp.
- Azzali M. 1980. Summary of the results of the research project "Evaluation of pelagic resources using electroacoustic instruments" from 1975 to 1980. *FAO Fish Rep.*, 239: 33-42.
- Azzali M., Cosimi G., Luna M. 1983. Some applications and preliminary results of acoustic methods in monitoring resources in the north and middle Adriatic sea. *FAO Fish Rep.*, 290: 201-215.
- Azzali M., Buracchi G., Conti S., Gambetti S., Luna M. 1985. Relationships between the forms of pelagic fish distribution and nycthemeral periods. A tentative model of behaviour. *Oebalia*, 11: 471-488.
- Azur Environmental. 1994. *Microtox® M500 manual (A toxicity testing handbook)*.
- Baltëza B. 1985. On the structural characteristics of sardine schools (*Sardina pilchardus* Walb.) along the Albanian coast in the winter period. *FAO Fish Rep.*, 342: 161-163.
- Bellan Santini D., Ledoyer M. 1972. Inventaire des amphipodes gammariens récoltés dans la Région de Marseille. *Tethys*, 4 (4): 899-934.
- Bellan G., Bellan Santini D., Picard J. 1980. Mise en évidence de modèles eco-biologiques dans des zones soumises à perturbations par matières organiques. *Oceanol. Acta*, 3: 383-390.
- Béthoux J.P., Courau P., Nicolas E., Ruiz-Pino D. 1990. Trace metal pollution in the Mediterranean Sea. *Oceanol. Acta*, 13: 481–488.

- Bettencourt A., Bricker S.B., Ferriera J.G., Franco A., Marques J.C., Melo J.J., Nobre A., Ramos L., Reis C.S., Salas F., Silva M.C., Simas T., Wolff W. 2004. *Typology and reference conditions for Portuguese transitional and coastal waters*. Instituto da Agua. Instituto do Mar, Lisbon.
- Bianchi C.N., Ceppodomo I., Galli C., Sgorbini S., Dell'Amico F., Morri C. 1993. Benthos dei mari toscani. I: Livorno – Isola d'Elba (Crociera ENEA 1985). *ENEA Arcipelago Toscano – Serie Studi Ambientali*: 263-291.
- Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., Speranza S. 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bull. Mar. Sci.*, 55(2-3): 559-580.
- 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. Pollut. Bull.*, 40(12): 1100-1114.
- Bourcier M., Nodot C., Jeudy De Grissac A., Tine J. 1979. Répartition des biocénoses benthiques en fonction des substrats sédimentaires de la rade de Toulon (France). *Tethys*, 9: 103-112.
- Caccia V.G., Millero, F.J. 2003. The distribution and seasonal variation of dissolved trace metals in Florida Bay and adjacent waters. *Aquat. Geochem.* 9: 111–144.
- Canli M., Furness R.W. 1995. Mercury and cadmium uptake from seawater and from food by the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 14: 819-828.
- Chimenz Gusso C., Gravina M.F., Maggiore F.R. 2001. Temporal variations in soft bottom benthic communities in Central Tyrrhenian Sea (Italy). *Archo Oceanogr. Limnol.*, 22: 175-182.
- 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.
- Crompton T.R. 2006. *Analysis of Seawater. A Guide for the Analytical and Environmental Chemist*. CRC Press. 297 pp.
- DIRETTIVA 2008/105/CE, 2008. *Standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio*. Parlamento Europeo e Consiglio. 16 dicembre 2008.
- Dong Y., Rosenbaum R.K., Hauschild M.Z. 2016. Assessment of metal toxicity in marine ecosystems: comparative toxicity potentials for nine cationic metals in coastal seawater. *Environ. Sci. Technol.*, 50: 269–278.
- EC. 2003. *Towards a guidance on establishment of the intercalibration network and the processes on the intercalibration exercise*. CIS Working Group 2.5 (Intercalibration), Common Implementation Strategy of the Water Framework Directive, European Commission. 54 pp.
- EPA. 1993. *Guidance manual, Bedded sediment Bioaccumulation Tests*. EPA/600/R-93/183. 246 pp.
- EPA. 2003a. *Volatile organic compounds in various sample matrices using equilibrium headspace analysis*. EPA METHOD 5021A. 25 pp.
- EPA. 2003b. *Nonhalogenated organics using gc/fid*. EPA METHODS 8015D. 37 pp.
- EPA. 2007a. *Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation, and Atomic Absorption Spectrophotometry*. EPA METHOD 7473. 15 pp.

- EPA. 2007b. *Graphite furnace atomic absorption spectrophotometry*. EPA METHOD 7010. 24 pp.
- EPA. 2007c. *Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry*. EPA METHOD 6010C. 34 pp.
- 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 + XI pp.
- 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., Bolognini L., De Ranieri S., Domenichetti F., Nasci C., Penna P., Santelli A., Spagnolo A. 2015a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea. II anno dopo la posa in opera della piattaforma, III anno dopo la posa del sea-line - Rapporto finale (estate 2006 - estate 2009)*. Rapporto per ENI S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 307 + XLV pp.
- Fabi G., Bernardi Aubry F., Boldrin A., Camatti E., De Biasi A., Kozinkova L., Punzo E., Spagnolo A. 2015b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW e della condotta collegante Clara NW a Calipso. Pre-survey (dicembre 2014 - aprile 2015). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, ecotossicologia dei sedimenti e indagini sulla comunità bentonica. Rapporto n. 1*. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 144 + XXXII pp.

- Fabi G., Bernardi Aubry F., Camatti E., Cassin D., De Biasi A., De Lazzari A., Kozinkova L., Punzo E., Spagnolo A. 2016a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di posa in opera (maggio dicembre 2015). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, indagini sulle comunità planctoniche e indagini sulla comunità bentonica. Rapporto n. 2. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 155 + XXVII pp.*
- Fabi G., Borghini M., Cassin D., De Biasi A., De Lazzari A., Gaetani A., Kozinkova L., Pellini G., Punzo E., Spagnolo A. 2016b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW e della condotta collegante Clara NW a Calipso. Fase di produzione - Rapporto semestrale (gennaio - giugno 2016). Rapporto n. 3. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 151 + LXIV pp.*
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., De Biasi A.M., Gomiero A., Kozinkova L. 2017a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annamaria B - Piano Nazionale. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 4° anno post lavori di installazione (luglio 2013 - giugno 2014). Rapporto finale. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 150 + CXXXI pp.*
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gaetani A., Gomiero A., Kozinkova L. 2017b. *Monitoraggio ambientale Pozzi sottomarini Bonaccia Est 2 e Bonaccia Est 3. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione dei pozzi sottomarini e del sea-line collegante i pozzi con la piattaforma Bonaccia. Rapporto finale dal pre-survey al 3° anno post lavori di installazione (2009 - 2013). Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 236 + XCV pp.*
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Polidori P. 2017c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Elettra. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 3° anno della fase di produzione - Rapporto semestrale (luglio - dicembre 2016). Rapporto n.9. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 177 + LV pp.*
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Polidori P. 2017d. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 3° anno della fase di produzione - Rapporto semestrale (luglio - dicembre 2016). Rapporto n.9. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 183 + LIV pp.*
- Fisher W., Bauchot M.L., Schneider M. (Eds). 1987. *Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1) Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. 1. Végétaux et Invertébrés. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Project GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organizations. Rome, FAO. 760 pp.*
- Grasshoff K., Cremling K., Erhardt M. 1999. *Methods of seawater analysis. Verlag Chemie, Weinheim, Germany. 600 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.*
- IRSA-CNR. 1994. *Metodi analitici per le acque. Istituto poligrafico e zecca dello Stato, Roma.*
- ISO 2004. *Determination of content of hydrocarbon in the range C10 to C40 by gas chromatography. ISO 16703:2004. 18 pp.*
- ISO. 2005. *Water quality - determination of acute toxicity of marine or estuarine sediment to amphipods. ISO 16712:2005(E). 15 pp.*
- Ji H., Sha Y., Xin H., Shuang Li S. 2010. Determination of trace vanadium (V) in seawater and fresh water by the catalytic kinetic spectrophotometric method. *J. Ocean Univers. China (English Ed.)*, 9(4): 343–349.

- Law R.J. 1978. Determination of petroleum hydrocarbons in water, fish and sediments following the Ekofisk blow-out. *Mar. Poll. Bul.*, 9: 321-324.
- 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.
- Marini M., Jones B.H, Campanelli A., Grilli F., Lee C.M. 2008. Seasonal variability and Po River plume influence on biochemical properties along western Adriatic coast. *J. Geophys. Res.*, 113 (C05S90), doi:10.1029/2007JC004370.
- 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.
- Middelburg J.J., Hoede D., Van Der Sloot H.A., Van Der Weijden C.H., Wijkstra J. 1988. Arsenic, antimony and vanadium in the North Atlantic Ocean. *Geochim. cosmochim. Acta*, 52: 2871-2878.
- 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. Pollut. Bull.*, 55: 13-29.
- Mužinić R. 1964. Neka opažanja o reagiranju srdele (*Sardina pilchardus* Walb.) na svjetlo u eksperimentalnim uvjetima. *Acta Adriatica*, 11(30):219-226.
- Nodot C., Bourcier M., Juedy De Grissac A., Hursner S., Regis J., Tine J. 1984. Répartition des biocénoses benthiques en fonction des substrats sédimentaires de la rade de Toulon (France). 2. La Grande Rade. *Tethys*, 11: 141-153.
- Palomera I. 1999. Vertical distribution of eggs and larvae of *Engraulis encrasicolus* in stratified waters of the western Mediterranean. *Mar Biol.*, 111: 37-44.
- Pérès J.M., Picard J. 1964. Nouveau Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recl. Trav. St. Mar. Endoume*, 31(47). 137 pp.
- 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.
- Plounevez S., Champalbert G. 1999. Feeding behaviour and trophic environment of *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Bay of Biscay. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 49: 177-191.
- Plounevez S., Champalbert G. 2000. Diet, feeding behaviour and trophic activity of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Gulf of Lions (Mediterranean Sea). *Oceanol. Acta*, 23: 175-192.
- Poppe G.T., Goto Y. 1991. *European Seashells (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda)*. Vol. 1. Pubbl. by V.C. Hemmen, Grillparzerstr. 22, D-6200 Wiesbaden, Federal Republic of Germany. 352 pp.
- Poppe G.T., Goto Y. 1993. *European seashells. Vol. II (Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda)*. Hemmen V.C. (Ed.), Germany. 221 pp.
- Rinelli P., Spanò N. 1997. Distribuzione di crostacei decapodi ed echinodermi di ambienti detritici insulari. *Biol. Mar. Medit.*, 4: 440-442.
- Saggiomo V., Catalano G., Ribera d'Alcalà M. 1990. Ossigeno disciolto. Pagg. 91-103. In: Innamorati M., Ferrari I., Marino D., Ribera d'Alcalà M. (Eds.), *Metodi nell'ecologia del plancton marino*. Nova Thalassia, Vol. 11.
- Salen-Picard C. 1985. Indicateurs biologiques et sedimentation en milieu circalitoral Méditerranéen. *Rapp. p. v. Réu. Comm. Int. pour l'Explor. Sci. Mer Médit.*, 29: 5.
- Scarcella G., Grati F., Fabi G. 2011. Temporal and Spatial Variation of the Fish Assemblage Around a Gas Platform in the Northern Adriatic Sea, Italy. *Turkish J. Fish. Aquatic Sci.*, 11: 433-444.

- Schlitzer R., 2016. *Ocean Data View*. <http://odv.awi.de>.
- Simboura N., Zenetos A. 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystem, including a new biotic index. *Medit. Mar. Sci.*, 3: 77-111.
- Spagnolo A., Punzo E., Santelli A., Scarcella G., Strafella P., Grati F., Fabi G. 2014. Offshore platforms: comparison of five benthic indicators for assessing the macrozoobenthic stress level. *Mar. Pollut. Bull.*, 82: 55-65.
- Strickland J.D.H., Parsons T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 167. 310 pp.
- 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.
- Totti C., Civitarese G., Acri F., Barletta D., Candelari G., Paschini E., Solazzi A., 2000. Seasonal variability of phytoplankton populations in the middle Adriatic sub-basin. *J. Plankton Res.*, 22(9): 1735–1756.
- Tudela S., Palomera I. 1997. Trophic ecology of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Catalan Sea (northwest Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 160:121-134.
- UNI EN ISO. 2000. *Saggio di inibizione della crescita di alghe marine con Skeletonema costatum e Phaeodactylum tricorutum*. UNI EN ISO 10253:2000. 14 pp.
- UNESCO. 1983. *Algorithms for computation of fundamental properties of seawater*. Tech. Pap. Mar. Sci., 44. 53 pp.
- UNESCO. 1988. *The acquisition, calibration, and analysis of CTD data*. Tech. Pap. Mar. Sci., 54. 59 pp.
- USEPA. 1991. *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater organisms -Section 14- Green alga Selenastrum capricornutum growth test - Method 1003.0*. EPA/600/4-91/002. 334 pp.
- USEPA. 1995. *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluent and receiving waters to west coast marine and estuarine organisms*. EPA/600/R-95/136. 15 pp.
- Vidussi F., Claustre H., Bustillos-Guzmán J., Cailliau C., Marty J. C. 1996. Determination of Chlorophylls and carotenoids of marine phytoplankton: separation of Chlorophyll a from divinylChlorophyll a and zeaxanthin from lutein. *J. Plankton Res.*, 18(12): 2377-2382.
- Wang, X.H., Pinardi N. 2002. Modeling the dynamics of sediment transport and resuspension in the northern Adriatic Sea. *J. Geophys. Res.*, 107(C12): 1-23.
- Wang, X.H., Pinardi N., Malacic V. 2006. Sediment transport and resuspension due to combined motion of wave and current in the northern Adriatic Sea during a Bora event in January 2001: A numerical modelling study. *Cont. Shelf Res.*, 27(5): 613 – 633.
- Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (eds). 1986. *Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean*. UNESCO, Voll. 1-2-3. 1473 pp.
- Winkler L.W. 1888. Die Bestimmung des im Wasser gelosten Sauerstoffes. *Chem. Ber.*, 21: 2843-2855.
- Zar J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 663 pp.
- Zavatarelli M., Raicich F., Bregant D., Russo A., Artegiani A. 1998. Climatological biogeochemical characteristics of the Adriatic Sea. *J. Mar. Syst.*, 18: 227-263.
- 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.

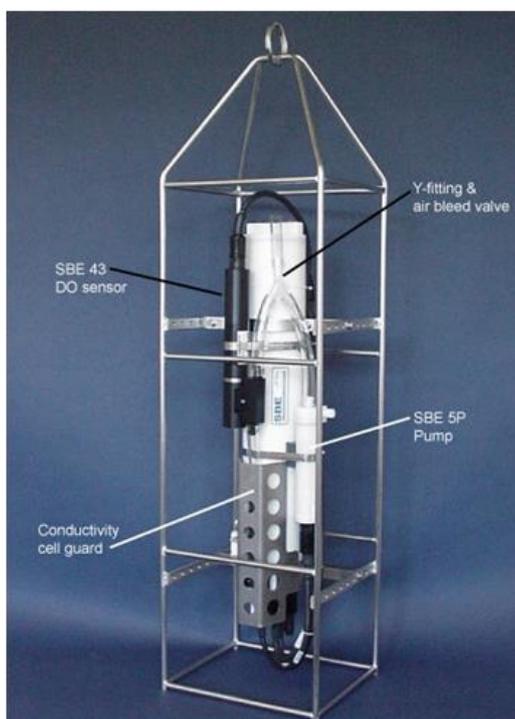
*ALLEGATO A*

**SCHEDE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE**

**UTILIZZATA NELLE INDAGINI**

**A1**  
**INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA  
D'ACQUA**

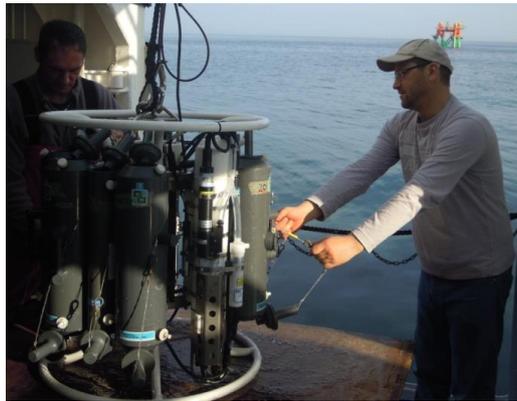
**A1-I SONDA MULTIPARAMETRICA CTD e “ROSETTE”**



**CTD:** Sonda multiparametrica CTD SBE 19plusV2 dotata dei seguenti sensori:

Sensore	Costruttore	Modello	Accuratezza	Intervallo di misura	Data calibrazione
Temperatura	Sea Bird Electronics	Interno	$\pm 0,005$ °C	-5 : +35°C	12/02/2014
Conducibilità	Sea Bird Electronics	Interno	$\pm 0,0005$ S m <sup>-1</sup>	0 : 9 S m <sup>-1</sup>	12/02/2014
Pressione	Sea Bird Electronics	Druck	$\pm 0,1$ % fondo scala	0: 600 m	04/02/2014
Ossigeno	Sea Bird Electronics	SBE 43	$\pm 0,1$ ml L <sup>-1</sup>	0 : 15 ml L <sup>-1</sup>	calibrazione con Winkler ad ogni campagna
Fluorimetro	Turner Designs	Cyclops-7	$\pm 0,01$ µg L <sup>-1</sup>	0 : 50 µg L <sup>-1</sup>	calibrazione con campioni di Chl ad ogni campagna
Torbidimetro	Turner Designs	Cyclops-7	$\pm 0,01$ NTU	0 : 300 NTU	calibrazione con campioni di TSM ad ogni campagna

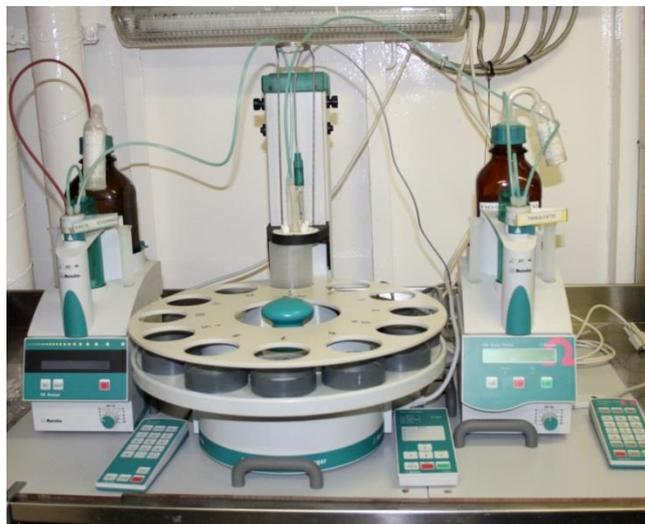
**Campionatore: SBE 32C Carousel Water Sampler con bottiglie GO.**



**A1-II ADCP (ACOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER)**



**A1-III TRITINO per la misurazione dell'ossigeno disciolto con il metodo Winkler**



Sistema di titolazione automatico con Metrohm Basic Titrino 794 e campionatore

**A1-IV ANALIZZATORE COLORIMETRICO AUTOMATICO  
EasyChem Plus™ per l'analisi dei sali nutritivi**



**A1-V HPLC per l'analisi dei pigmenti**



**A1- VI Analisi metalli pesanti - Spettrofotometro di massa ICP-MS  
7500ce**



**A1- VII Analisi del Silicio - Spettrofotometro a emissione atomica  
ICP-AES Vista-MPX**



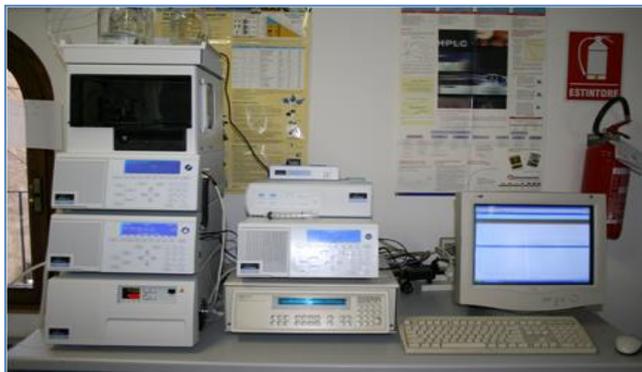
**A1- VIII Analisi BTEX - Spettrofotometro di massa quadrupolare  
HEWLITT-PACKARD GC/MS 5973 Network**



**A1- IX Analisi Glicole etilenico e Idrocarburi totali -  
Gascromatografo GC FISIONS INST.**



**A1- X Analisi cromatografica degli IPA - Cromatografo liquido HPLC Perkin Elmer PE 200, accoppiato a un rivelatore a fluorescenza PE serie 200A**



**A1- XI Analisi cromatografica degli IA - Gascromatografo Agilent 7820A accoppiato a un rivelatore di massa sistema MSD Agilent Serie 5977A.**



## A2

### INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

#### A2-I BOX-CORER per il prelievo dei campioni



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

#### A2-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

### A2-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.

### A2-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.

## A2-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 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.

## **A2-VII DMA 80 per la misurazione del MERCURIO**



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

## **A2-VIII VARIAN SPECTRA AA-240 Z per la misurazione di CADMIO e PIOMBO E ARSENICO**

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



**A2-IX      VARIAN ICP-720ES per la misurazione di ALLUMINIO, BARIO, FERRO, CROMO, NICHEL, RAME, SILICIO, VANADIO e ZINCO**



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.

**A2-X      ICP-MS Agilent Mod. 7700 per la misurazione dell'INDIO**



## A3

### INDAGINI SULLA COMUNITA' BENTONICA

#### A3-I BENNA VAN VEEN



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

#### A3-II SETACCIO



Materiale	Lato maglia (mm)
Acciaio inox	0,5

### **A3-III MICROSCOPIO STEREO ZEISS STEMI 2000-C**



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

### **A3-IV MICROSCOPIO OTTICO ZEISS AXIOLAB**



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

### A3-V BILANCIA ANALITICA

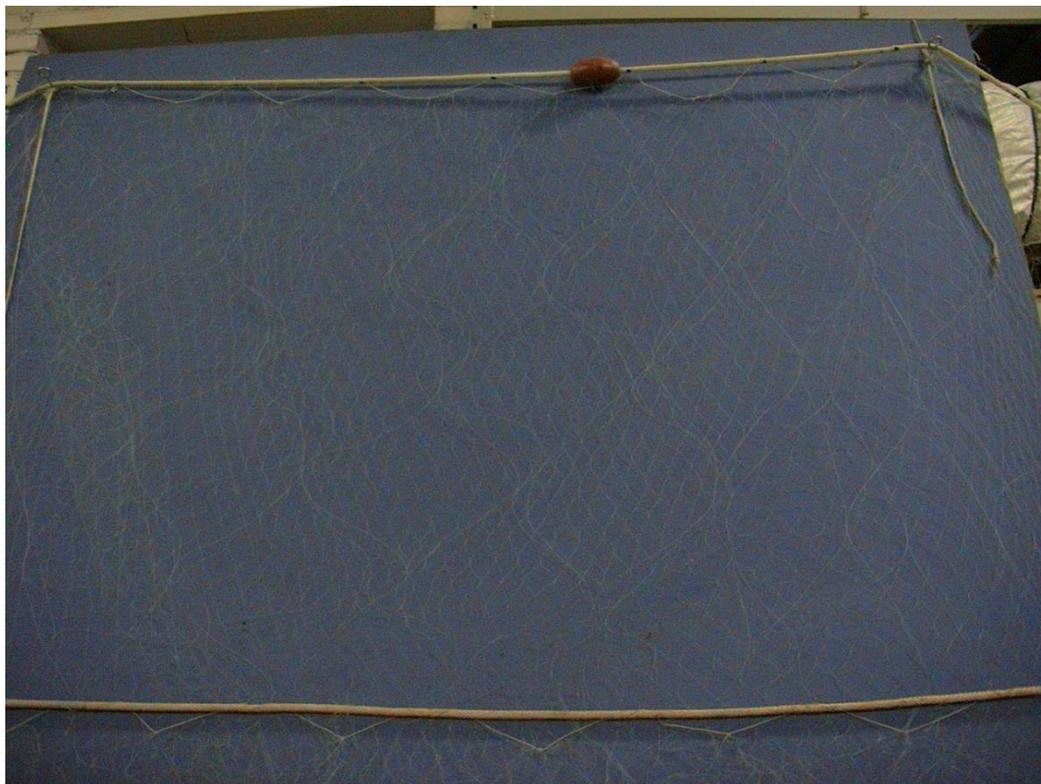


<b>Strumento</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Modello</b>	<b>Risoluzione</b>	<b>Capacità</b>
Bilancia elettronica	Mettler Toledo	ML204	0,0001 g	220 g

## A4

### INDAGINI SULLA COMUNITA' ITTICA

#### A4-I RETE TREMAGLIO



Lunghezza totale:300 m

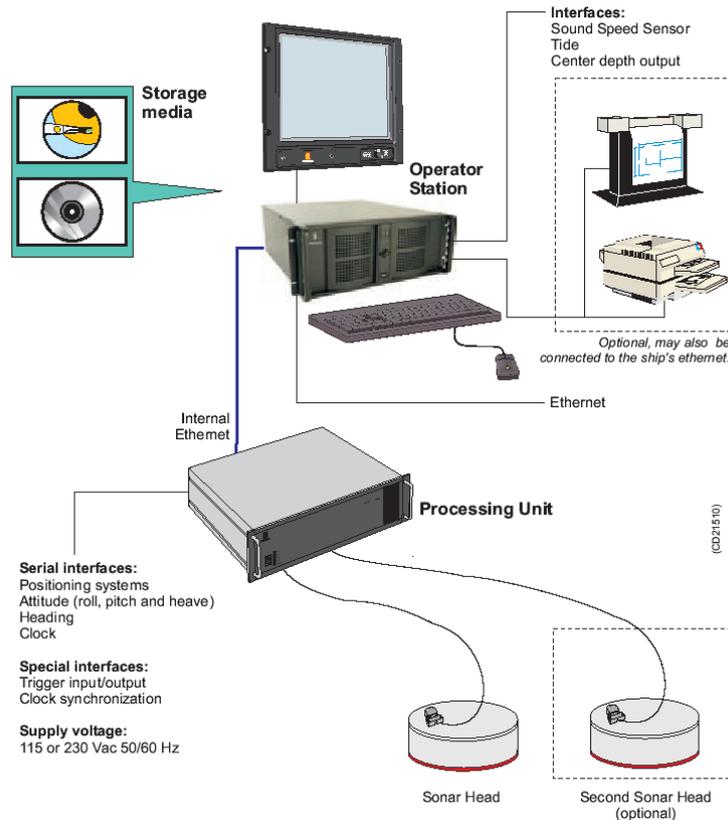
	<b>Pannello interno</b>	<b>Pannello esterno</b>
materiale	Monofilamento di poliammide	Monofilamento di poliammide
altezza (m)	6	3
apertura maglia stirata (mm)	72	400
diametro filo (mm)	0,18	0,30
rapporto di armamento	0,35	0,50

	<b>Lima dei galleggianti</b>	<b>galleggianti</b>	<b>Lima dei piombi</b>
materiale	poliammide		
diametro (mm)	7		
quantità ogni metro		1	
tipo		B19-70	
spinta (g)		55	
peso (g/m)			120

## **A4-II MULTIBEAM ECHOSOUNDER KONGSBERG EM 3002**

### **Features**

The EM 3002 system uses frequencies in the 300 kHz band. This is an ideal frequency for shallow water applications, as the high frequency ensures narrow beams with small physical dimensions. At the same time, 300 kHz secures a high maximum range capability and robustness under conditions with high contents of particles in the water.



EM 3002 uses a powerful sonar processor unit in combination with 1 or 2 compact sonar heads. The high computing power of the EM 3002 sonar processor makes it possible to apply sophisticated and exact signal processing algorithms for beamforming, beam stabilisation, and bottom detection. In High Density processing mode the system has close to uniform acoustic footprints and resolution over the whole swath width, and therefore a much improved capability to detect objects and other details on the bottom.

EM 3002 will in addition to bathymetric soundings, produce an acoustic image of the seabed. The image is obtained by combining the acoustic return signals inside each beam, thus improving signal to noise ratio considerably, as well as eliminating several artifacts related to conventional sidescan sonars. The acoustic image is compensated for the transmission source level, receiver sensitivity and signal attenuation in the water column, so that reliable bottom backscatter levels in dB are obtained. The image is also compensated for acoustic ray bending, and thus completely geo-referenced, so that preparation of a sonar mosaic for a survey area based upon data from several survey lines is easy. Objects observed on the seabed image are correctly located and their positions can be readily derived.

## Technical specifications

### Operational specifications

Frequencies.....	.293, 300, 307 kHz
Number of soundings per ping:	
Single sonar head.....	Max 254
Maximum ping rate.....	40 Hz
Maximum angular coverage:	
Single sonar head.....	130 degrees
Pitch stabilisation.....	Yes
Roll stabilisation.....	Yes
Heave compensation.....	Yes
Pulse length.....	150 $\mu$ s
Range sampling rate.....	14, 14.3, 14.6 kHz
Depth resolution.....	1 cm
Transducer geometry.....	Mills cross
Beam spacing.....	Equidistant or equiangular

#### Beamforming:

- Time delay with shading
- Dynamically focused receive beams

### Seabed image data

- Composed from beamformed signal amplitudes
- Range resolution 5 cm.
- Compensated for source level and receiver sensitivity, as well as attenuation and spherical spreading in the water column.
- Amplitude resolution: 0.5 dB.

### External sensors

- Position
- Heading
- Motion sensor (Pitch, roll and heave)
- Sound velocity profile
- Sound velocity at transducer.
- Clock synchronisation (1 PPS)

### Environmental and EMC specifications

The system meets all requirements of the IACS E10 specification. The Operator Station, LCD monitor and Processing Unit are all IP22 rated.

### A4-III      **QUASI STELLAR COLOR**



Quasi Stellar, derivata dalla Light Camera, deriva dall'applicazione di recenti tecnologie elettroniche e meccaniche. Costruita con componenti elettronici e meccanici di qualità (acciaio inossidabile, metacrilato, delrin), consente la visione diurna in bianco e nero (o a colori) del fondo in condizioni di scarsa luminosità e torbidità a grandi profondità, fino e oltre 200 m., con intensità di appena 2 millesimi di lux, ideale per la ricerca sistematica con i metodi della traina o del pendolo, consente un buon riconoscimento della tipologia del fondo e degli oggetti, anche seminterrati.

Caratteristiche generali: Trasmettitore video entro-contenuto, che permette la ricezione su qualsiasi televisore o videoregistratore (non occorrono monitor). Cavo ombelicale di piccolo diametro (4.2 mm.) rinforzato internamente con treccia in poliestere che assicura una trazione di oltre 80 Kg. Dimensioni e pesi contenuti: corpo 101,6 mm. di diametro per 280 mm. di lunghezza. L'alimentazione, fornita da batterie al piombo gelatinoso alloggiato nella consolle, assicura una lunga autonomia (maggiore di 24 h di servizio continuo) grazie al basso consumo della telecamera. Per periodi d'uso continuato, o se non si desidera ricorrere all'uso delle batterie, sono disponibili alimentatori a 220 V. Quasi Stellar è fornita in allestimento base con versioni operative a 100 e 200 m. di profondità, con pezzature di cavo ombelicale di analoga lunghezza e cavetto di collegamento al televisore.

# **ALLEGATO B**

## **SCHEDE GRANULOMETRICHE DEI SITI POSTI NELL'AREA DELLA PIATTAFORMA CLARA NW E DEI CONTROLLI**

**K1 - K4**

**2° SURVEY POST LAVORI DI INSTALLAZIONE**

**2° semestre 2016**



## Stazione A1 (250 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	54,0
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	6,20	5	3,09
Mediana	M <sub>d</sub>	5,56	16	4,15
Classazione	σ	2,31	25	4,41
Asimmetria	S <sub>wi</sub>	0,37	50	5,56
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,87	75	7,86
			84	8,91
			95	10,46

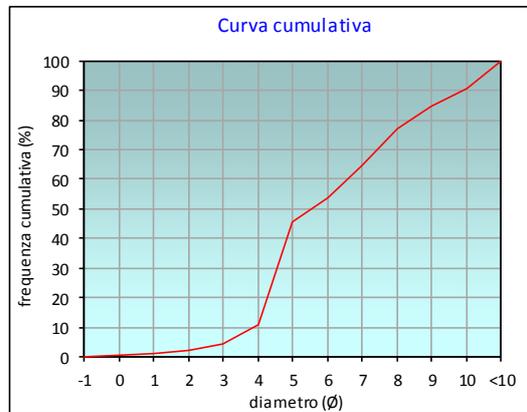
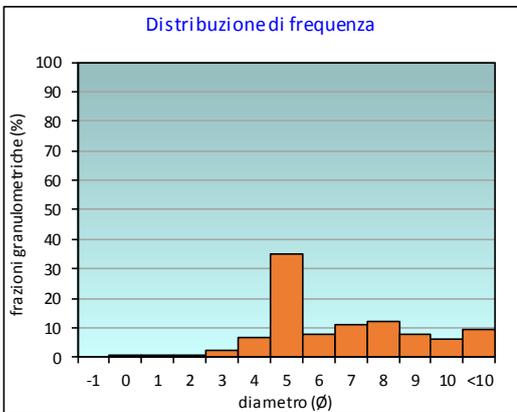
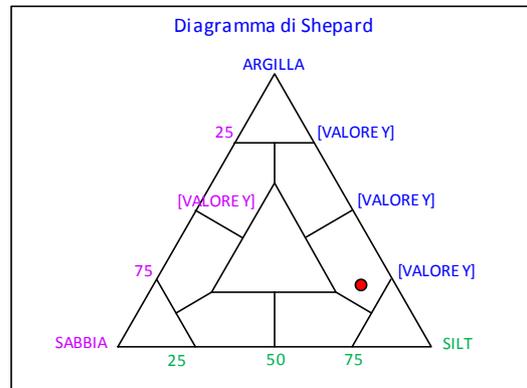
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,4	0,4
	1	500	0,8	1,2
	2	250	0,9	2,1
	3	125	2,3	4,4
<b>LIMO</b>	4	62,5	6,5	10,9
	5	31,2	34,8	45,7
	6	15,6	7,8	53,5
	7	7,8	11,1	64,6
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	12,2	76,8
	9	2	8,0	84,7
	10	0,98	6,1	90,8
	<10	<0,98	9,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	10,9	65,9	23,2

**NOTE**

Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione A2 (120 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	48,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,70
Mediana	M <sub>d</sub>	6,42
Classazione	σ	2,52
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,12
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,79

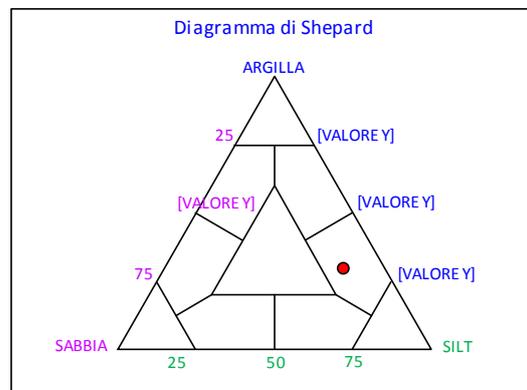
PERCENTILE	∅
5	2,88
16	4,13
25	4,54
50	6,42
75	8,52
84	9,55
95	10,60

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,2	0,2
SABBIA	1	500	0,9	1,1
	2	250	1,4	2,5
	3	125	2,8	5,3
	4	62,5	7,7	13,0
LIMO	5	31,2	22,3	35,3
	6	15,6	10,1	45,4
	7	7,8	11,0	56,4
	8	3,9	13,4	69,8
ARGILLA	9	2	10,0	79,7
	10	0,98	7,8	87,5
	<10	<0,98	12,5	100,0

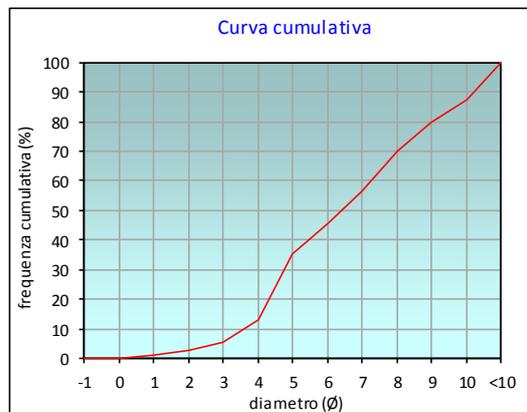
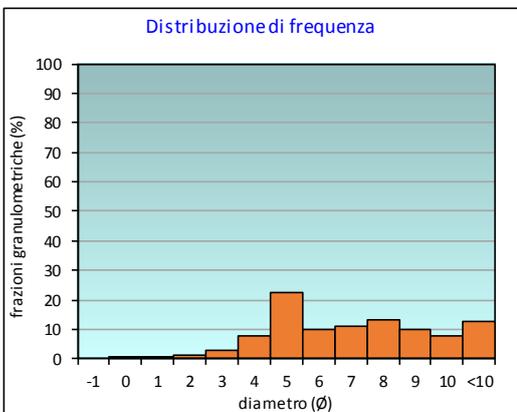
CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	13,0	56,8	30,2

NOTE

Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni



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



## Stazione A3 (60 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	51,6
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	6,37	5	2,81
Mediana	Md	5,93	16	4,03
Classazione	σ	2,44	25	4,38
Asimmetria	S <sub>wi</sub>	0,22	50	5,93
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,82	75	8,20
			84	9,14
			95	10,49

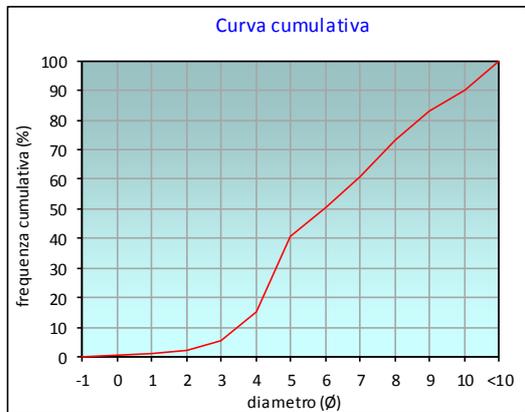
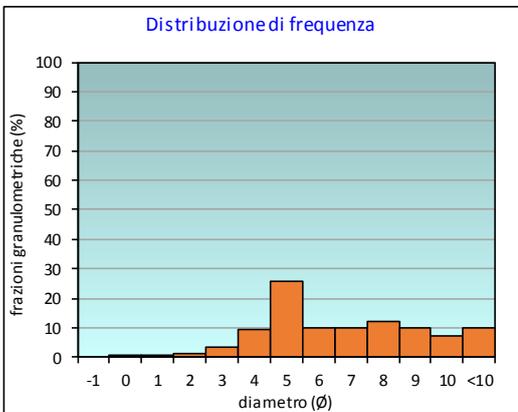
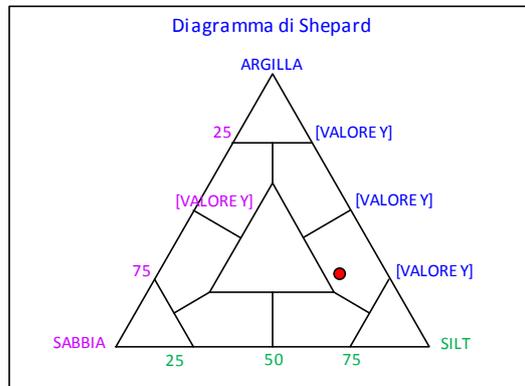
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,4	0,4
SABBIA	1	500	0,5	0,9
	2	250	1,3	2,1
	3	125	3,5	5,7
	4	62,5	9,5	15,2
LIMO	5	31,2	25,7	40,9
	6	15,6	9,7	50,6
	7	7,8	10,0	60,7
	8	3,9	12,3	73,0
ARGILLA	9	2	10,0	83,0
	10	0,98	7,3	90,3
	<10	<0,98	9,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	15,2	57,8	27,0

NOTE

Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione A4 (30 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	49,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

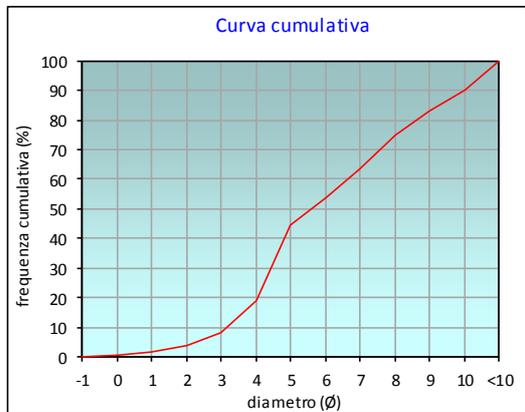
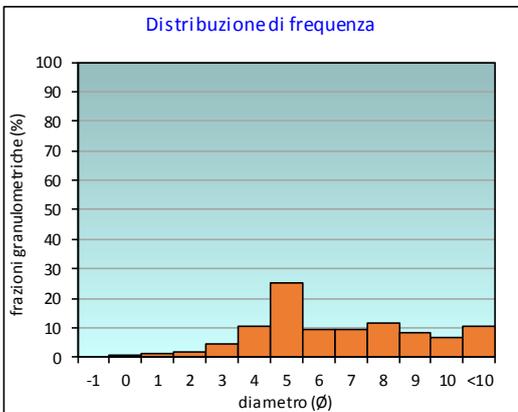
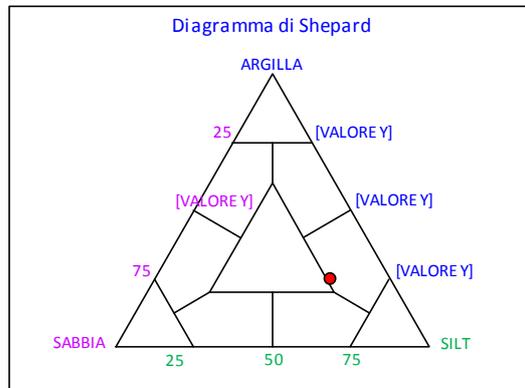
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	6,15	5	2,31
Mediana	M <sub>d</sub>	5,59	16	3,72
Classazione	σ	2,60	25	4,24
Asimmetria	S <sub>w</sub>	0,26	50	5,59
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,89	75	8,04
			84	9,15
			95	10,51

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,8	0,8
	1	500	1,1	1,9
	2	250	1,7	3,5
	3	125	4,7	8,3
<b>LIMO</b>	4	62,5	10,7	18,9
	5	31,2	25,4	44,4
	6	15,6	9,6	53,9
	7	7,8	9,4	63,4
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	11,3	74,7
	9	2	8,3	83,0
	10	0,98	6,8	89,8
	<10	<0,98	10,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	18,9	55,8	25,3

**NOTE**  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione CL NW

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	50,2
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

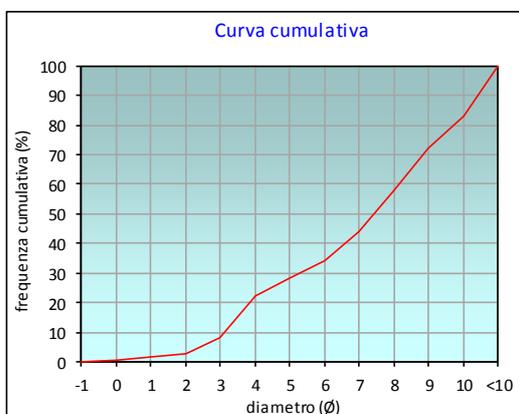
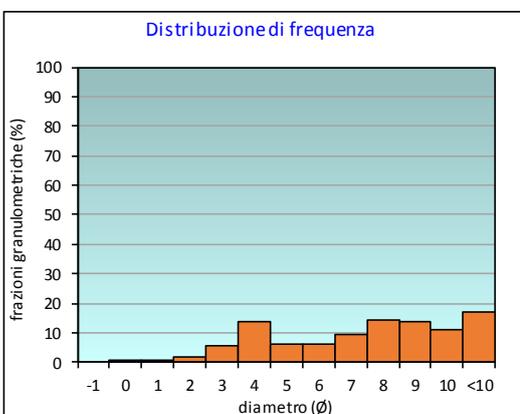
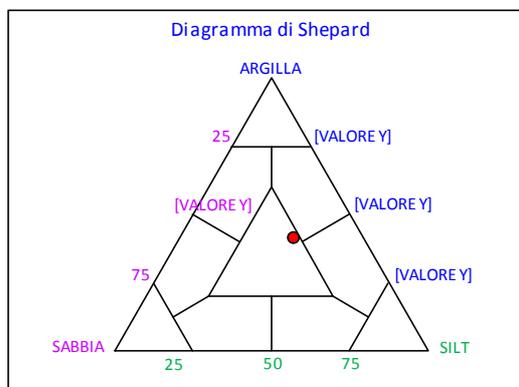
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	7,01	5	2,37
Mediana	Md	7,43	16	3,55
Classazione	σ	2,89	25	4,45
Asimmetria	S <sub>wi</sub>	-0,20	50	7,43
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,71	75	9,28
			84	10,06
			95	10,71

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,8	0,8
	1	500	0,6	1,4
	2	250	1,5	3,0
	3	125	5,4	8,4
<b>LIMO</b>	4	62,5	13,8	22,2
	5	31,2	6,1	28,3
	6	15,6	5,9	34,2
	7	7,8	9,6	43,8
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	14,4	58,3
	9	2	13,6	71,9
	10	0,98	11,0	82,9
	<10	<0,98	17,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	22,2	36,1	41,7

**NOTE**  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione CL SE

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	48,6
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

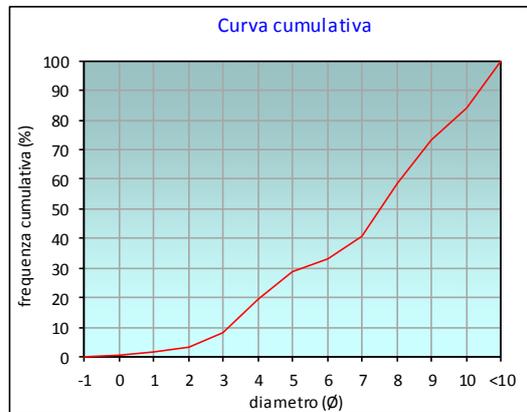
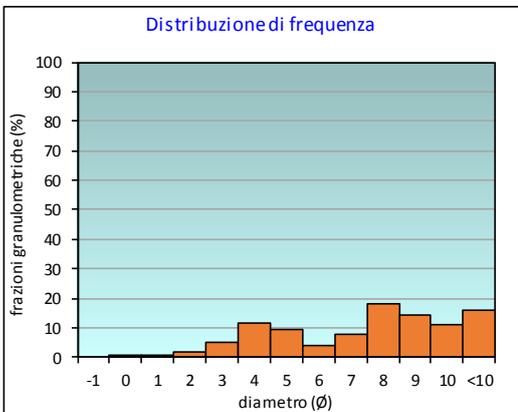
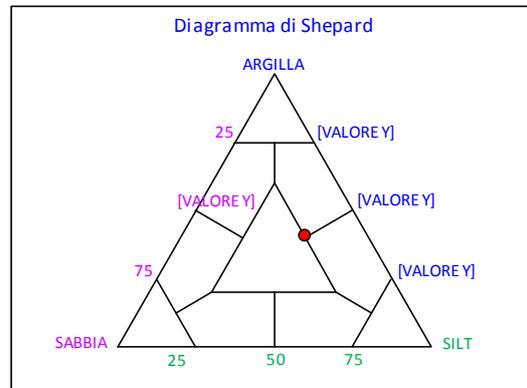
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	7,07	5	2,39
Mediana	Md	7,52	16	3,68
Classazione	σ	2,84	25	4,58
Asimmetria	S <sub>wi</sub>	-0,23	50	7,52
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,74	75	9,17
			84	10,00
			95	10,69

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,7	0,7
<b>SABBIA</b>	1	500	0,8	1,5
	2	250	1,6	3,1
	3	125	4,9	8,0
	4	62,5	11,7	19,7
<b>LIMO</b>	5	31,2	9,2	28,9
	6	15,6	4,0	32,9
	7	7,8	7,8	40,7
	8	3,9	17,9	58,6
<b>ARGILLA</b>	9	2	14,6	73,1
	10	0,98	10,8	83,9
	<10	<0,98	16,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	19,7	38,9	41,4

NOTE
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Argilla siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica negativa
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione A5 (30 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	43,6
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

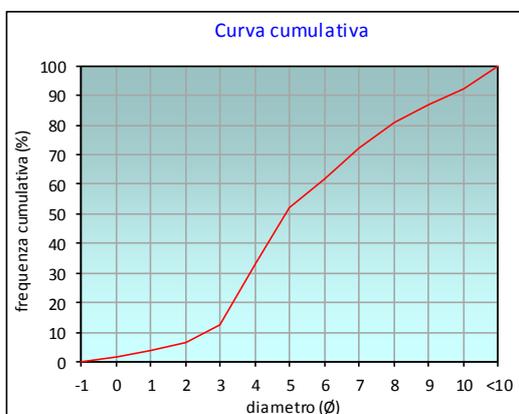
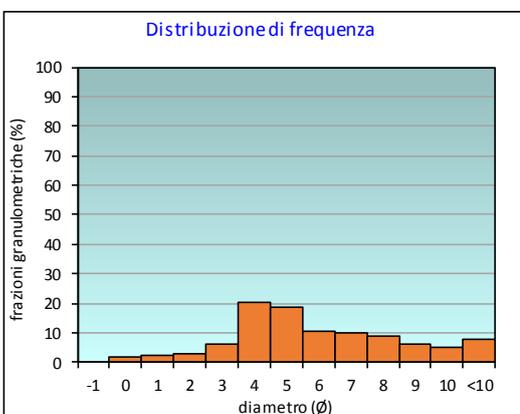
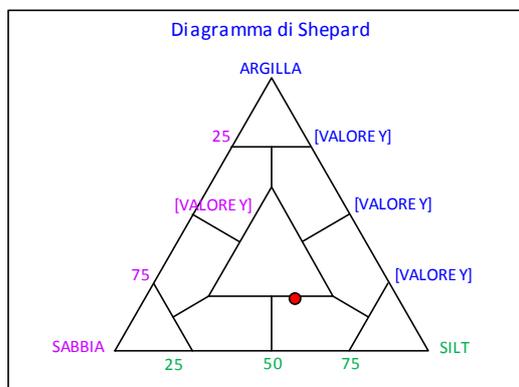
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	5,53	5	1,39
Mediana	M <sub>d</sub>	4,90	16	3,17
Classazione	σ	2,70	25	3,61
Asimmetria	S <sub>wi</sub>	0,28	50	4,90
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,98	75	7,34
			84	8,52
			95	10,36

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	1,8	1,8
	1	500	2,2	4,0
	2	250	2,6	6,6
	3	125	5,9	12,5
<b>LIMO</b>	4	62,5	20,5	33,0
	5	31,2	18,8	51,8
	6	15,6	10,3	62,1
	7	7,8	10,0	72,0
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	8,6	80,7
	9	2	6,3	87,0
	10	0,98	5,2	92,2
	<10	<0,98	7,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	33,0	47,7	19,3

**NOTE**  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione A6 (60 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	34,9
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

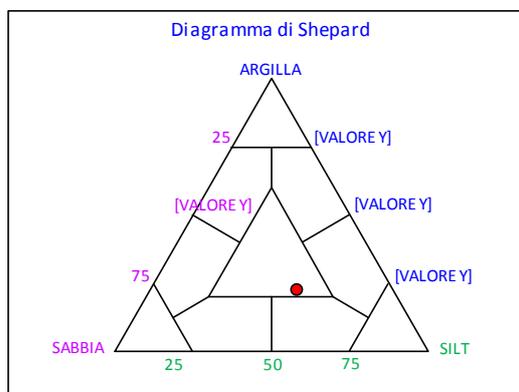
PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	5,78
Mediana	M <sub>d</sub>	5,14
Classazione	σ	2,71
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,29
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,86

PERCENTILE	∅
5	1,92
16	3,27
25	3,72
50	5,14
75	7,77
84	8,92
95	10,46

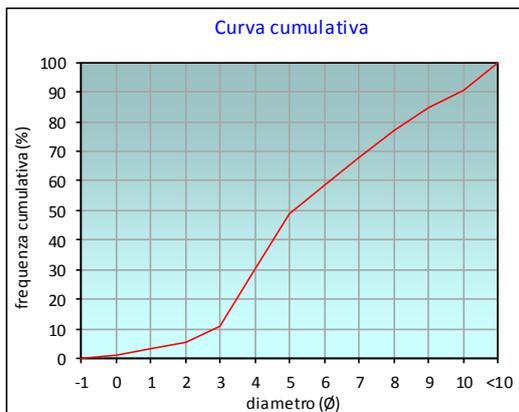
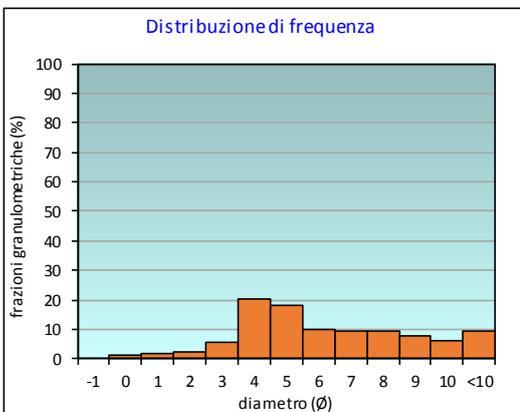
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	1,3	1,3
	1	500	1,8	3,1
	2	250	2,1	5,2
	3	125	5,5	10,6
	4	62,5	20,0	30,6
<b>LIMO</b>	5	31,2	18,0	48,6
	6	15,6	9,9	58,5
	7	7,8	9,4	67,9
	8	3,9	9,1	77,1
<b>ARGILLA</b>	9	2	7,5	84,6
	10	0,98	6,2	90,8
	<10	<0,98	9,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	30,6	46,4	22,9

**NOTE**  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni



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



## Stazione A7 (120 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	50,1
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

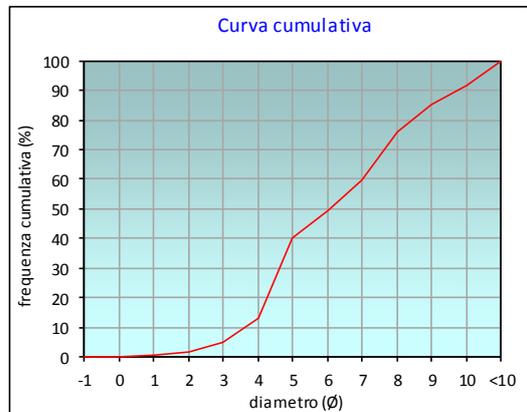
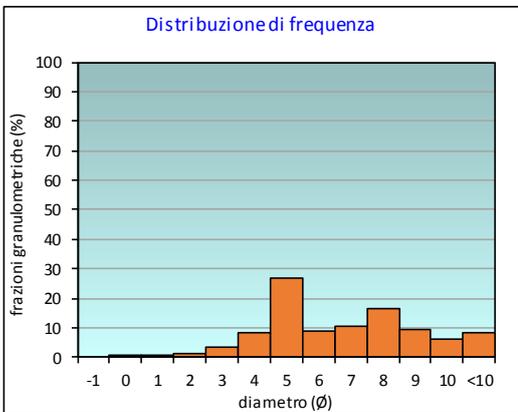
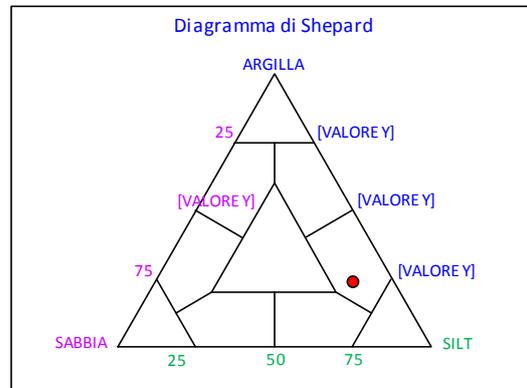
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	6,35	5	2,98
Mediana	Md	6,08	16	4,10
Classazione	σ	2,32	25	4,44
Asimmetria	S <sub>wi</sub>	0,17	50	6,08
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,87	75	7,95
			84	8,88
			95	10,41

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,2	0,2
	1	500	0,3	0,4
	2	250	1,2	1,6
	3	125	3,4	5,1
<b>LIMO</b>	4	62,5	8,1	13,2
	5	31,2	26,9	40,1
	6	15,6	9,1	49,2
	7	7,8	10,3	59,5
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	16,3	75,7
	9	2	9,4	85,1
	10	0,98	6,4	91,5
	<10	<0,98	8,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	13,2	62,6	24,3

**NOTE**  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione A8 (250 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	47,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,29
Mediana	M <sub>d</sub>	6,01
Classazione	σ	2,28
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,16
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,92

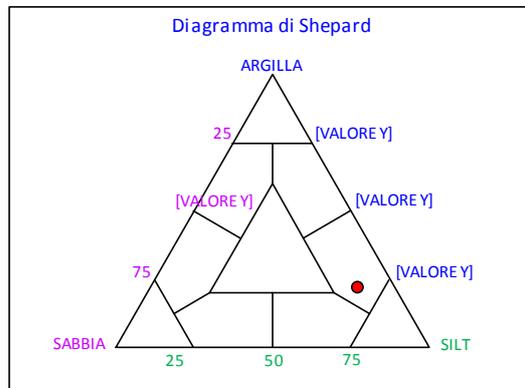
PERCENTILE	Ø
5	2,76
16	4,15
25	4,48
50	6,01
75	7,83
84	8,70
95	10,29

	Ø	µm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,1	0,1
SABBIA	1	500	0,9	1,0
	2	250	1,6	2,6
	3	125	3,1	5,8
	4	62,5	6,1	11,9
LIMO	5	31,2	27,3	39,2
	6	15,6	10,7	49,9
	7	7,8	13,0	62,9
	8	3,9	14,6	77,5
ARGILLA	9	2	9,3	86,8
	10	0,98	6,1	92,9
	<10	<0,98	7,1	100,0

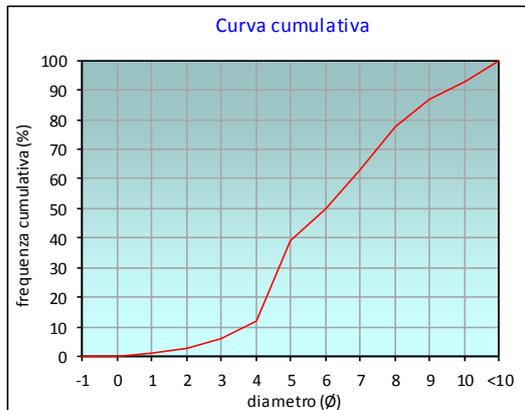
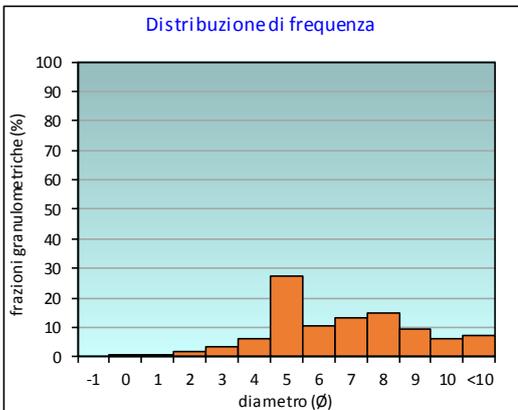
CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	11,9	65,6	22,5

NOTE

Le frazioni da 2000 µm fino a 250 µm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni



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



## Stazione B1 (250 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	52,5
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	6,75	5	3,51
Mediana	Md	6,68	16	4,37
Classazione	σ	2,26	25	4,75
Asimmetria	S <sub>w</sub>	0,07	50	6,68
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,82	75	8,24
			84	9,19
			95	10,51

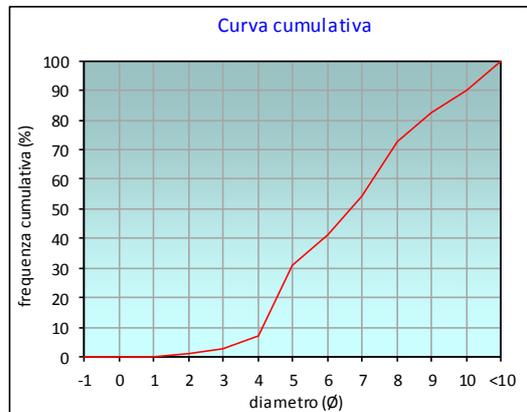
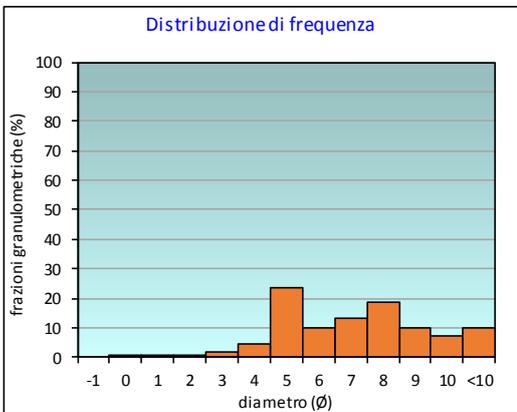
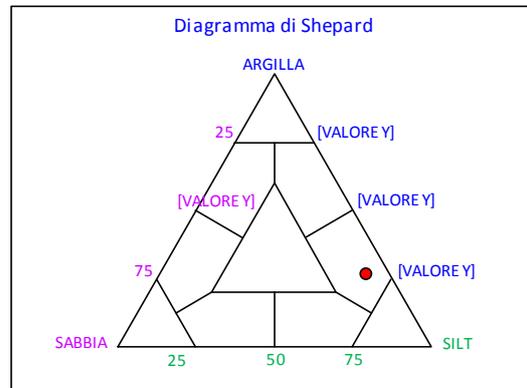
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,1	0,1
SABBIA	1	500	0,2	0,2
	2	250	0,6	0,9
	3	125	1,7	2,6
	4	62,5	4,6	7,2
LIMO	5	31,2	23,8	31,1
	6	15,6	10,1	41,1
	7	7,8	13,1	54,2
	8	3,9	18,4	72,6
ARGILLA	9	2	10,1	82,7
	10	0,98	7,2	89,8
	<10	<0,98	10,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	7,2	65,4	27,4

NOTE

Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione B2 (120 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	47,3
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	6,45
Mediana	M <sub>d</sub>	6,11
Classazione	σ	2,29
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	0,21
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,83

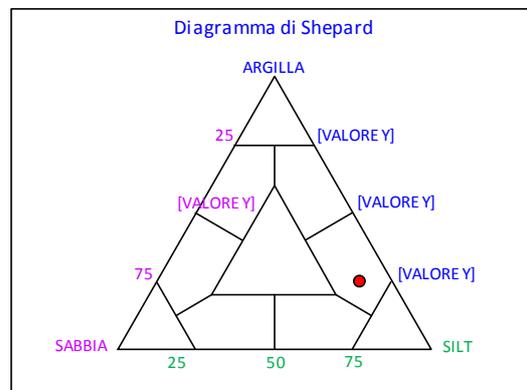
PERCENTILE	∅
5	3,30
16	4,20
25	4,51
50	6,11
75	8,07
84	9,04
95	10,47

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,1	0,1
SABBIA	1	500	0,2	0,3
	2	250	0,6	0,8
	3	125	2,0	2,8
	4	62,5	7,2	10,0
LIMO	5	31,2	29,3	39,3
	6	15,6	9,5	48,8
	7	7,8	10,6	59,4
	8	3,9	15,0	74,4
ARGILLA	9	2	9,4	83,7
	10	0,98	6,8	90,5
	<10	<0,98	9,5	100,0

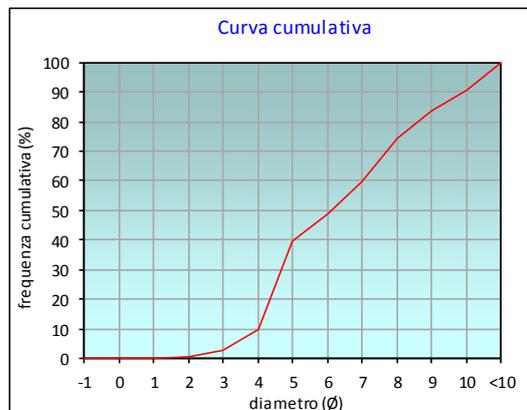
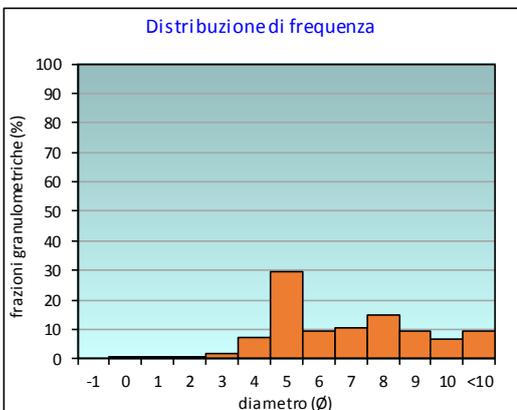
CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	10,0	64,4	25,6

NOTE

Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni



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



## Stazione B3 (60 m NE)

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

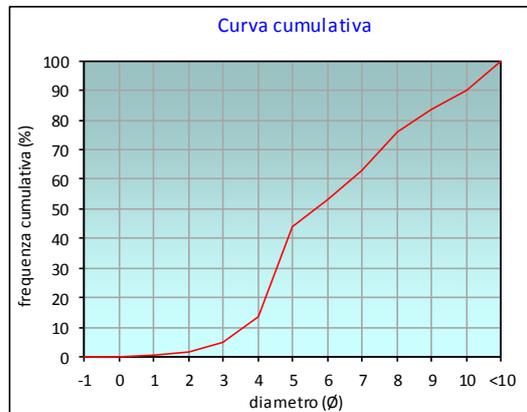
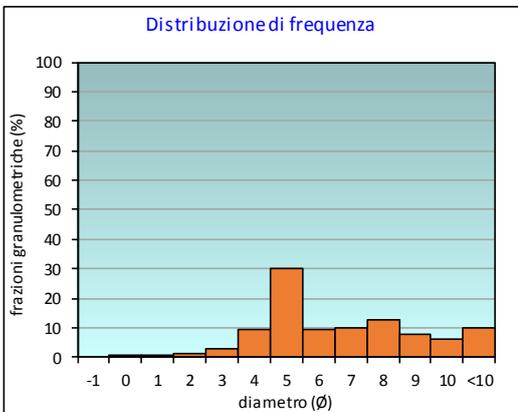
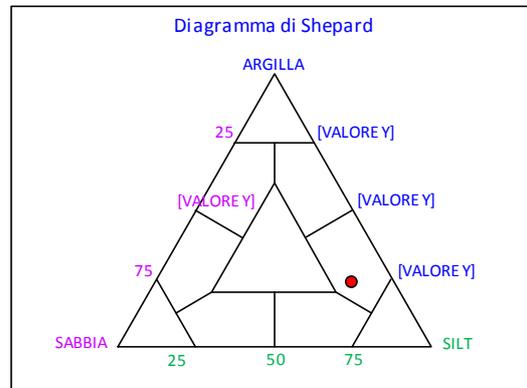
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	6,26	5	3,04
Mediana	Md	5,67	16	4,07
Classazione	σ	2,37	25	4,37
Asimmetria	S <sub>sk</sub>	0,33	50	5,67
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,86	75	7,92
			84	9,04
			95	10,50

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,1	0,1
	1	500	0,5	0,6
	2	250	1,1	1,7
	3	125	2,9	4,6
<b>LIMO</b>	4	62,5	9,2	13,8
	5	31,2	30,0	43,8
	6	15,6	9,2	53,0
	7	7,8	10,1	63,1
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	12,9	76,0
	9	2	7,7	83,7
	10	0,98	6,3	90,0
	<10	<0,98	10,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	13,8	62,2	24,0

**NOTE**  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione B4 (30 m NE)

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

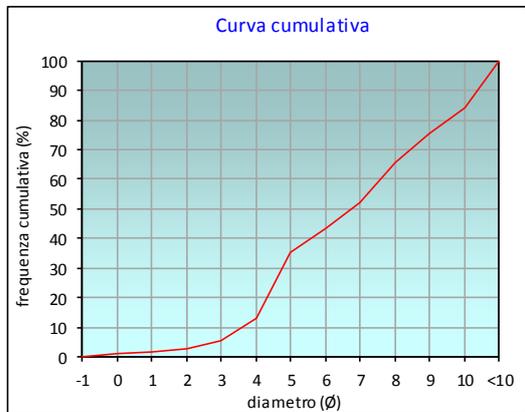
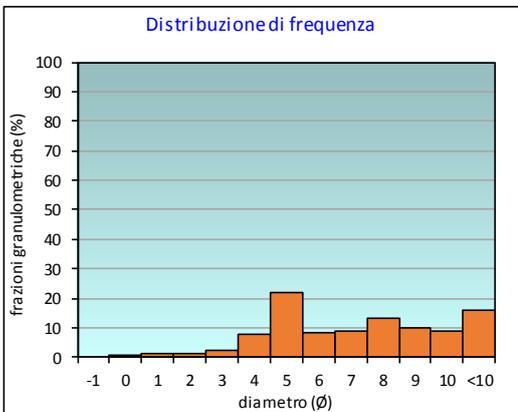
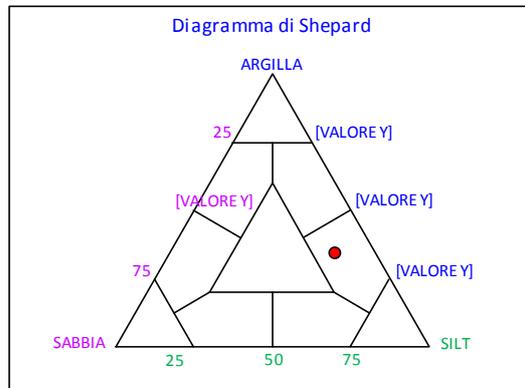
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	6,96	5	2,82
Mediana	Md	6,77	16	4,13
Classazione	σ	2,66	25	4,54
Asimmetria	S <sub>sk</sub>	0,05	50	6,77
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,73	75	8,95
			84	9,99
			95	10,69

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,8	0,8
	1	500	1,0	1,9
	2	250	1,1	2,9
	3	125	2,5	5,4
<b>LIMO</b>	4	62,5	7,7	13,2
	5	31,2	21,8	35,0
	6	15,6	8,3	43,3
	7	7,8	8,7	52,0
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	13,4	65,4
	9	2	10,1	75,5
	10	0,98	8,6	84,1
	<10	<0,98	15,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	13,2	52,3	34,6

**NOTE**  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione CL NE

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	47,5
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	7,03	5	2,45
Mediana	Md	7,45	16	3,53
Classazione	σ	2,90	25	4,77
Asimmetria	S <sub>wi</sub>	-0,20	50	7,45
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,75	75	9,29
			84	10,11
			95	10,72

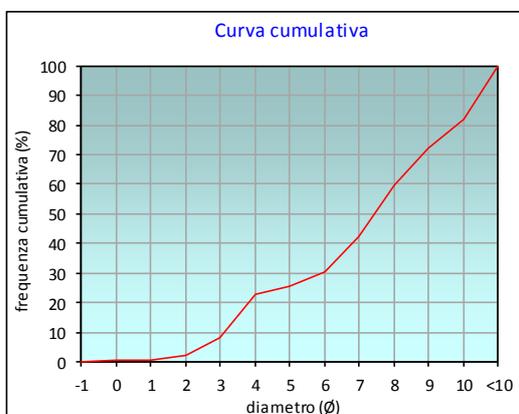
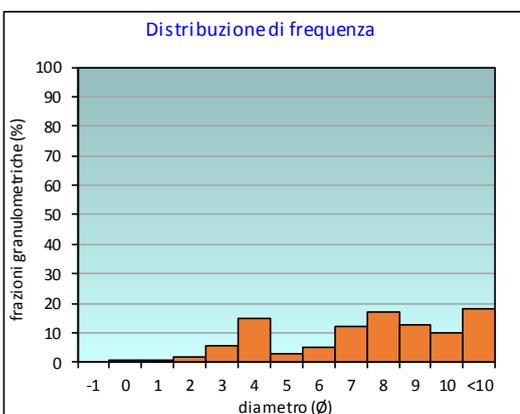
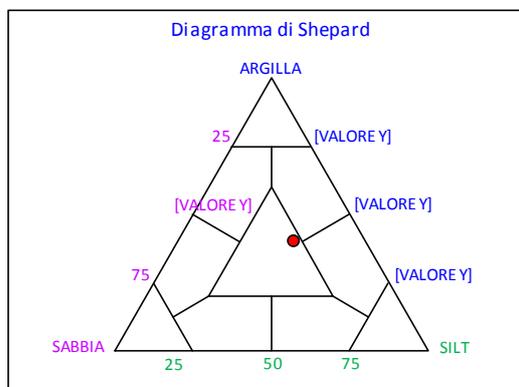
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,3	0,3
SABBIA	1	500	0,5	0,8
	2	250	1,6	2,4
	3	125	5,8	8,2
	4	62,5	14,7	22,9
LIMO	5	31,2	2,7	25,6
	6	15,6	4,8	30,5
	7	7,8	12,0	42,4
	8	3,9	17,0	59,4
ARGILLA	9	2	12,7	72,1
	10	0,98	9,8	81,9
	<10	<0,98	18,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	22,9	36,5	40,6

NOTE

Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione CL SW

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	47,1
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	7,33
Mediana	M <sub>d</sub>	7,88
Classazione	σ	2,87
Asimmetria	S <sub>u</sub>	-0,28
Appuntimento	K <sub>e</sub>	0,72

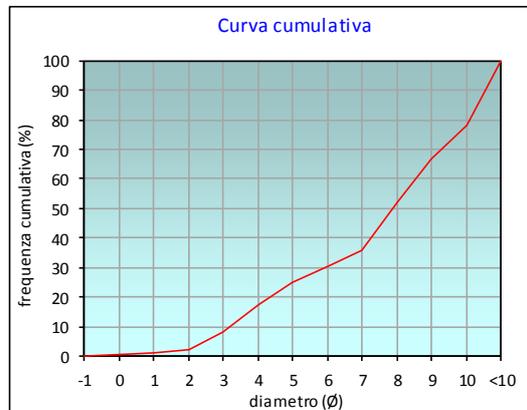
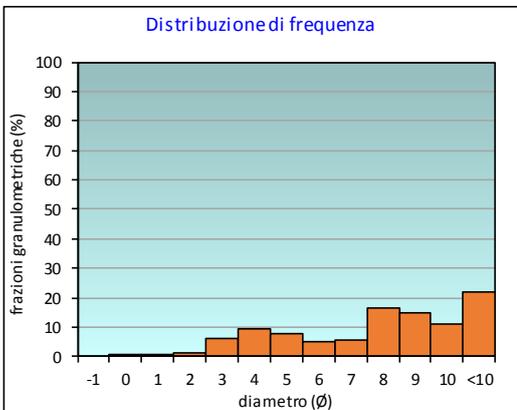
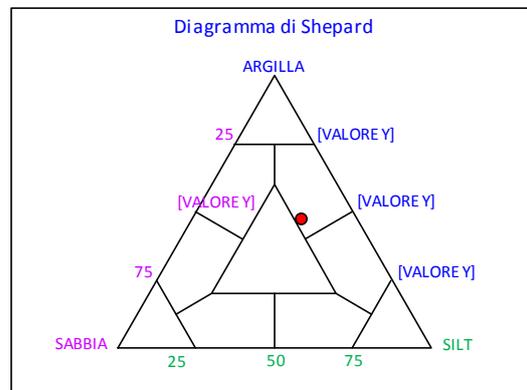
PERCENTILE	∅
5	2,45
16	3,84
25	4,99
50	7,88
75	9,74
84	10,28
95	10,77

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,5	0,5
SABBIA	1	500	0,5	1,0
	2	250	1,4	2,3
	3	125	5,9	8,2
	4	62,5	9,3	17,5
LIMO	5	31,2	7,6	25,1
	6	15,6	5,3	30,4
	7	7,8	5,3	35,7
	8	3,9	16,3	52,0
ARGILLA	9	2	14,9	66,9
	10	0,98	11,0	77,9
	<10	<0,98	22,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	17,5	34,5	48,0

**NOTE**  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Argilla siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica negativa
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione B5 (30 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	45,5
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

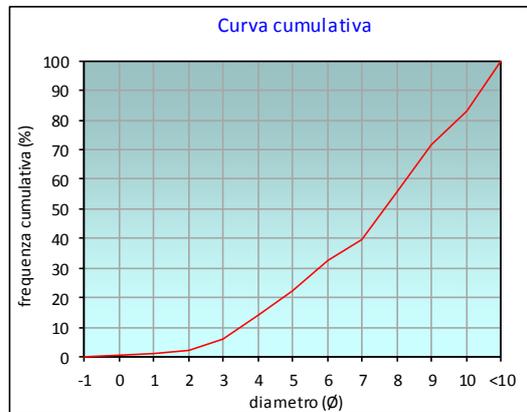
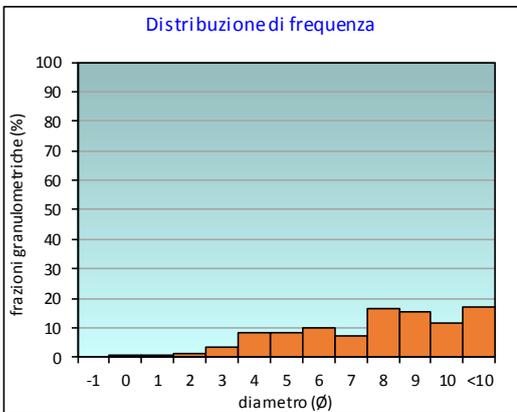
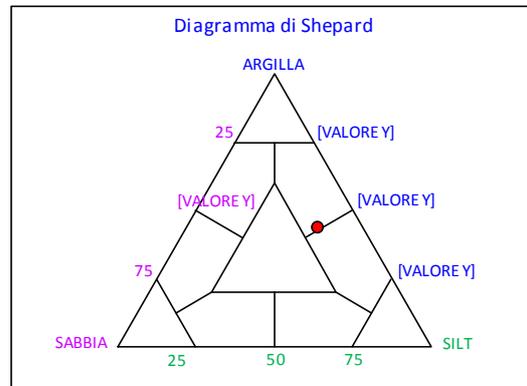
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	7,31	5	2,78
Mediana	Md	7,64	16	4,22
Classazione	σ	2,66	25	5,26
Asimmetria	S <sub>wi</sub>	-0,20	50	7,64
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,80	75	9,32
			84	10,07
			95	10,71

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,3	0,3
	1	500	0,8	1,1
	2	250	1,3	2,4
	3	125	3,4	5,8
<b>LIMO</b>	4	62,5	8,4	14,1
	5	31,2	8,3	22,5
	6	15,6	9,9	32,4
	7	7,8	7,3	39,6
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	16,2	55,8
	9	2	15,5	71,3
	10	0,98	11,4	82,7
	<10	<0,98	17,3	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	14,1	41,7	44,2

**NOTE**  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Argilla siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica negativa
Appuntimento	Platicurtica



## Stazione B6 (60 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	49,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

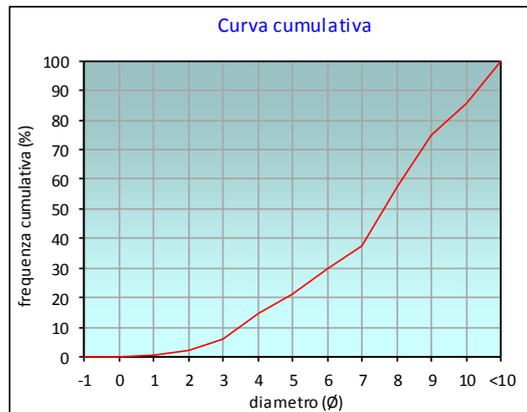
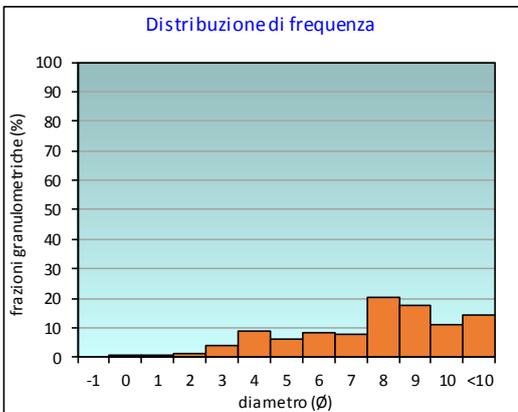
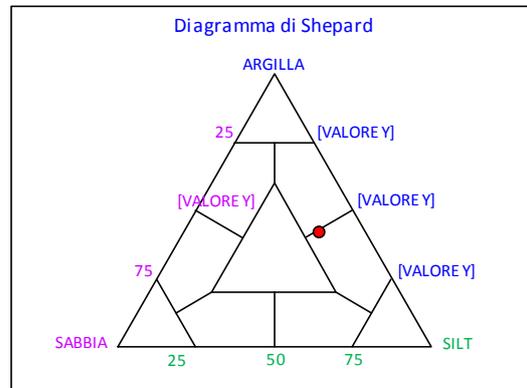
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	7,21	5	2,80
Mediana	M <sub>d</sub>	7,63	16	4,18
Classazione	σ	2,60	25	5,44
Asimmetria	S <sub>wi</sub>	-0,23	50	7,63
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,90	75	9,00
			84	9,82
			95	10,64

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
<b>GHIAIA</b>	-1	2000	0,0	0,0
<b>SABBIA</b>	0	1000	0,2	0,2
	1	500	0,6	0,7
	2	250	1,3	2,0
	3	125	3,7	5,7
<b>LIMO</b>	4	62,5	9,1	14,8
	5	31,2	6,4	21,2
	6	15,6	8,5	29,8
	7	7,8	7,7	37,5
<b>ARGILLA</b>	8	3,9	20,0	57,5
	9	2	17,5	75,0
	10	0,98	10,9	85,9
	<10	<0,98	14,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	14,8	42,6	42,5

**NOTE**  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione B7 (120 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	47,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	7,26
Mediana	Md	7,57
Classazione	σ	2,48
Asimmetria	S <sub>wi</sub>	-0,18
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,85

PERCENTILE	∅
5	3,12
16	4,42
25	5,36
50	7,57
75	8,97
84	9,78
95	10,63

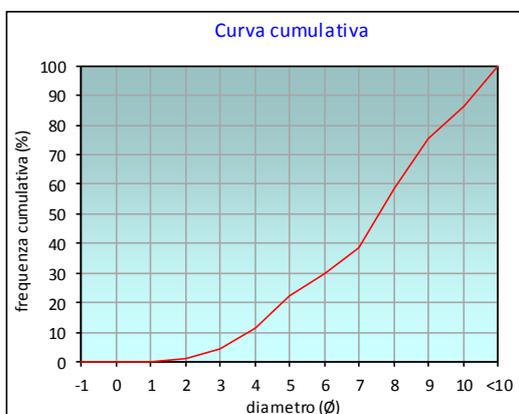
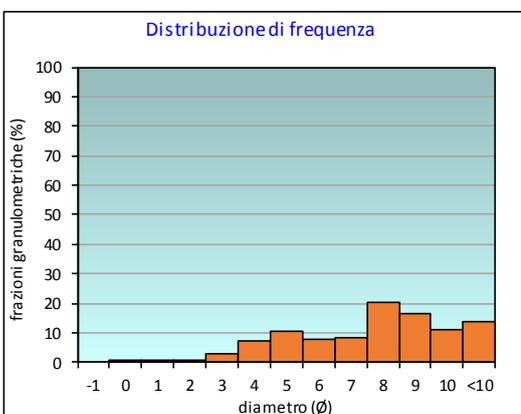
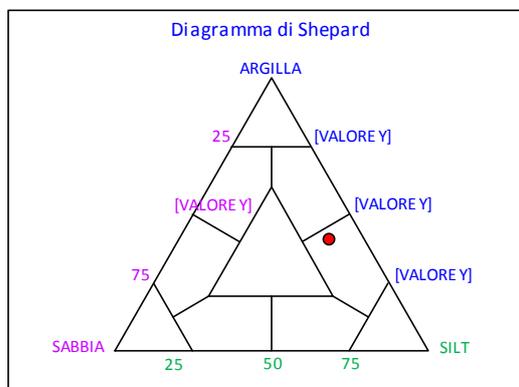
	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,1	0,1
SABBIA	1	500	0,2	0,3
	2	250	0,8	1,0
	3	125	3,1	4,1
	4	62,5	7,3	11,4
LIMO	5	31,2	10,7	22,2
	6	15,6	7,9	30,1
	7	7,8	8,2	38,3
	8	3,9	20,5	58,8
ARGILLA	9	2	16,7	75,5
	10	0,98	10,9	86,4
	<10	<0,98	13,6	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	11,4	47,4	41,2

NOTE

Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione B8 (250 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	47,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

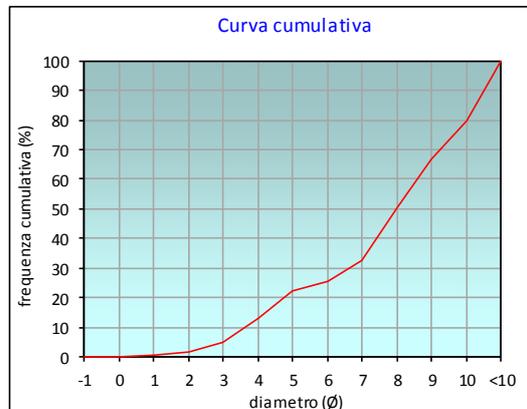
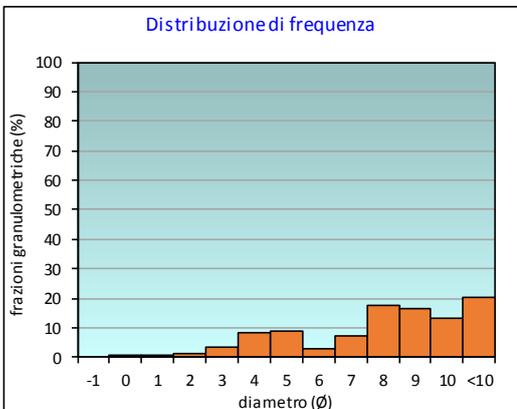
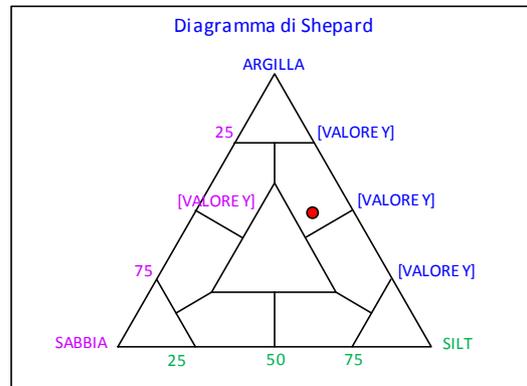
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	7,50	5	3,03
Mediana	Md	7,98	16	4,31
Classazione	σ	2,65	25	5,88
Asimmetria	S <sub>wi</sub>	-0,26	50	7,98
Appuntimento	K <sub>a</sub>	0,84	75	9,65
			84	10,21
			95	10,75

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,1	0,1
SABBIA	1	500	0,3	0,4
	2	250	1,0	1,4
	3	125	3,3	4,7
	4	62,5	8,4	13,2
LIMO	5	31,2	9,1	22,3
	6	15,6	3,1	25,4
	7	7,8	7,2	32,6
	8	3,9	17,7	50,3
ARGILLA	9	2	16,2	66,5
	10	0,98	13,1	79,6
	<10	<0,98	20,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	13,2	37,1	49,7

NOTE
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Argilla siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica negativa
Appuntimento	Platicurtica



# Stazione K1

PARAMETRI FISICI		
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )		n.d.
Umidità (%)		51,2
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	7,18
Mediana	M <sub>d</sub>	7,48
Classazione	σ	2,33
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	-0,17
Appuntimento	K <sub>c</sub>	0,99

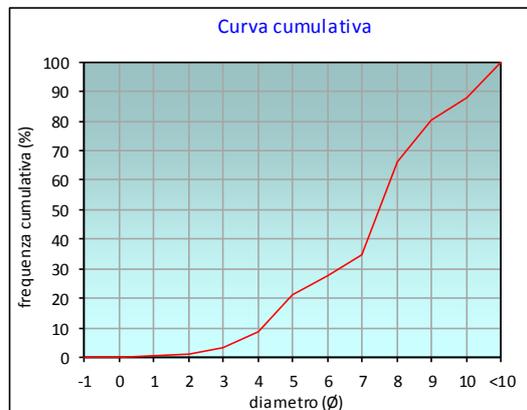
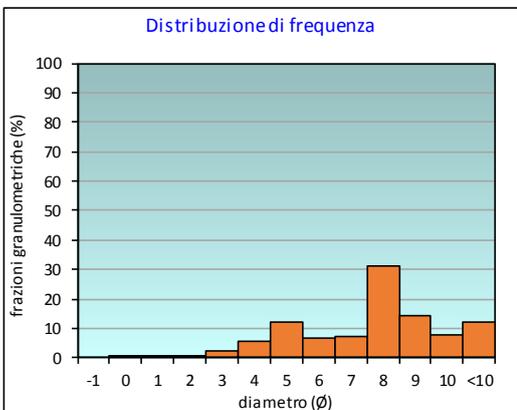
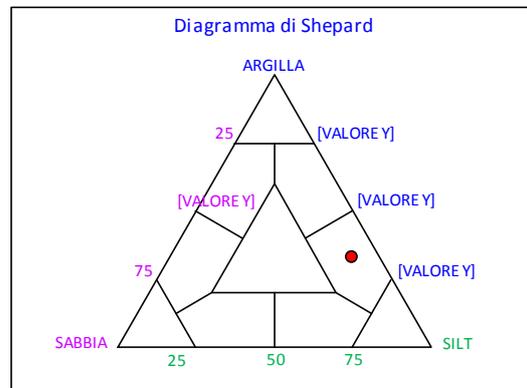
PERCENTILE	φ
5	3,27
16	4,58
25	5,61
50	7,48
75	8,63
84	9,49
95	10,58

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,0	0,0
SABBIA	1	500	0,3	0,3
	2	250	0,9	1,2
	3	125	2,3	3,5
	4	62,5	5,4	8,9
LIMO	5	31,2	12,2	21,1
	6	15,6	6,4	27,5
	7	7,8	7,5	35,0
	8	3,9	31,2	66,2
ARGILLA	9	2	14,0	80,2
	10	0,98	7,8	88,0
	<10	<0,98	12,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	8,9	57,3	33,8

**NOTE**  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione K2

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	52,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

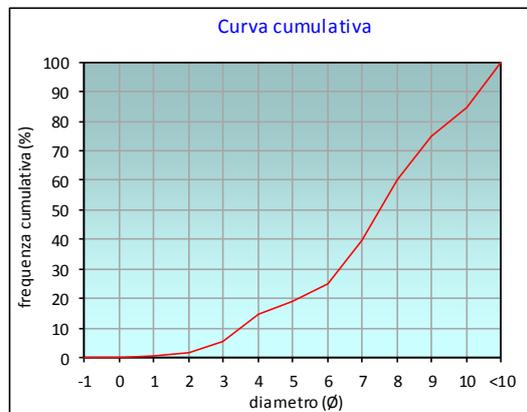
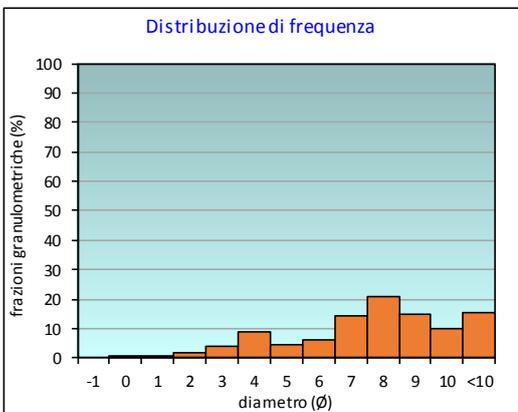
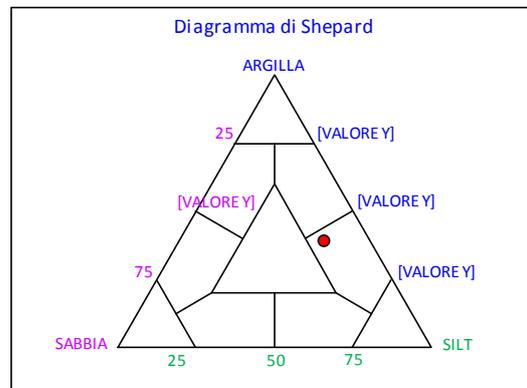
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	7,26	5	2,82
Mediana	Md	7,51	16	4,35
Classazione	σ	2,58	25	5,98
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	-0,16	50	7,51
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,07	75	9,00
			84	9,92
			95	10,67

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,1	0,1
SABBIA	1	500	0,3	0,4
	2	250	1,5	1,9
	3	125	3,8	5,7
	4	62,5	8,7	14,4
LIMO	5	31,2	4,5	18,9
	6	15,6	6,2	25,1
	7	7,8	14,3	39,4
	8	3,9	20,9	60,3
ARGILLA	9	2	14,7	75,0
	10	0,98	9,7	84,8
	<10	<0,98	15,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	14,4	45,9	39,7

NOTE
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



## Stazione K3

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	48,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

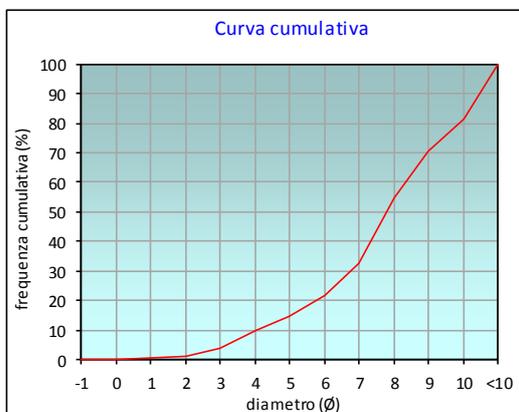
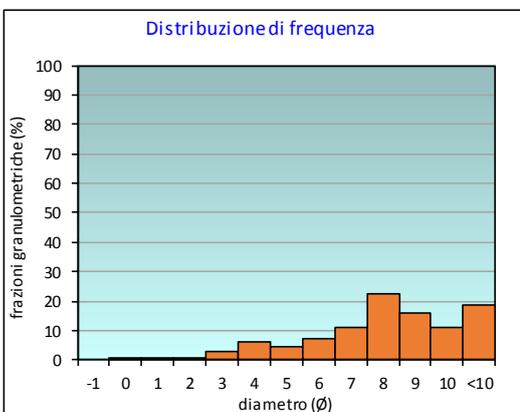
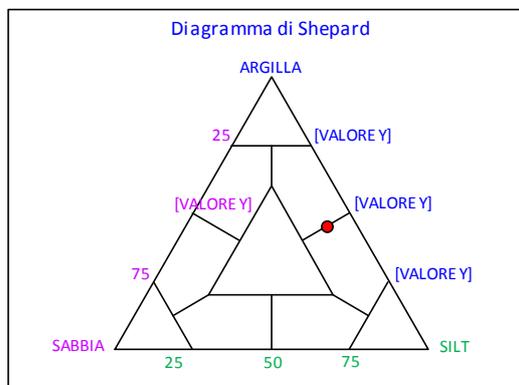
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M <sub>i</sub>	7,71	5	3,18
Mediana	Md	7,78	16	5,22
Classazione	σ	2,37	25	6,32
Asimmetria	S <sub>ki</sub>	-0,13	50	7,78
Appuntimento	K <sub>c</sub>	1,01	75	9,40
			84	10,13
			95	10,73

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,1	0,1
SABBIA	1	500	0,3	0,3
	2	250	0,8	1,1
	3	125	2,8	3,9
	4	62,5	5,8	9,8
LIMO	5	31,2	4,6	14,4
	6	15,6	7,0	21,4
	7	7,8	11,1	32,5
	8	3,9	22,4	54,9
ARGILLA	9	2	15,7	70,6
	10	0,98	11,0	81,6
	<10	<0,98	18,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	9,8	45,1	45,1

**NOTE**  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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



# Stazione K4

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm <sup>3</sup> )	n.d.
Umidità (%)	49,6
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M <sub>i</sub>	7,45
Mediana	M <sub>d</sub>	7,62
Classazione	σ	2,24
Asimmetria	S <sub>u</sub>	-0,12
Appuntimento	K <sub>G</sub>	1,07

PERCENTILE	∅
5	3,70
16	4,99
25	6,22
50	7,62
75	8,87
84	9,74
95	10,63

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,0	0,0
SABBIA	1	500	0,1	0,1
	2	250	0,6	0,7
	3	125	1,1	1,8
	4	62,5	4,6	6,4
LIMO	5	31,2	9,7	16,1
	6	15,6	7,0	23,1
	7	7,8	8,5	31,6
	8	3,9	29,8	61,5
ARGILLA	9	2	15,6	77,1
	10	0,98	9,4	86,4
	<10	<0,98	13,6	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	6,4	55,1	38,5

NOTE  
Le frazioni da 2000 μm fino a 250 μm compresa, sono costituite da resti calcarei organogeni

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

