



**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

2° ANNO

**RAPPORTO SEMESTRALE
(gennaio - giugno 2017)**

RAPPORTO n. 6

**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**

ANCONA, ottobre 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 IMMERSO 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>	29
2.2.4.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA	31
2.2.5.	INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO.....	34
2.2.5.1	Campionamenti di pesca.....	34
2.2.5.2	Investigazioni acustiche.....	36
2.2.5.3	Indagini video in prossimità della piattaforma.....	38
3.	RISULTATI.....	39
3.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA.....	39
3.1.1.	TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA.....	39
3.1.2.	NUTRIENTI	45
3.1.3.	PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO.....	53
3.1.4.	IDROCARBURI TOTALI, IDROCARBURI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX.....	59
3.1.5.	GLICOLE ETILENICO.....	62
3.1.6.	METALLI PESANTI.....	62
3.2.	MISURE CORRENTOMETRICHE.....	68
3.3.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI.....	72
3.3.1.	GRANULOMETRIA.....	72
3.3.2.	IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	74
3.3.3.	IDROCARBURI TOTALI.....	76
3.3.4.	METALLI PESANTI.....	78
3.3.5.	SOSTANZA ORGANICA.....	82

3.3.6.	TOTAL ORGANIC CARBON (TOC).....	82
3.4.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI.....	84
3.4.1.	<i>DUNALIELLA TERTIOLECTA</i>	84
3.4.2.	<i>VIBRIO FISCHERI</i> (SISTEMA MICROTOX®).....	84
3.4.3.	<i>COROPHIUM ORIENTALE</i>	85
3.4.4.	<i>CRASSOSTREA GIGAS</i>	86
3.4.5.	RICERCA DI METALLI PESANTI IN <i>HEDISTE DIVERSICOLOR</i>	86
3.5.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA.....	90
3.5.1.	DENSITÀ (N) E BIOMASSA (P).....	90
3.5.2.	AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE.....	98
3.5.3.	DOMINANZA.....	100
3.5.4.	RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S).....	101
3.5.5.	RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA (S_M).....	102
3.5.6.	DIVERSITÀ SPECIFICA (H').....	103
3.5.7.	MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS).....	103
3.5.8.	VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE.....	104
3.5.8.1	Indice W di Clarke.....	104
3.5.8.2	Indice AMBI.....	105
3.5.8.3	Indice Bentix.....	105
3.5.8.4	Stato ecologico.....	106
3.6.	INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO.....	109
3.6.1.	CAMPIONAMENTI DI PESCA.....	109
3.6.1.1	Ricchezza specifica e Diversità specifica.....	109
3.6.1.2	Rendimenti di pesca e composizione delle catture.....	112
3.6.1.3	Affinità delle specie catturate con i substrati duri.....	115
3.6.2.	INVESTIGAZIONI ACUSTICHE.....	116
3.6.3.	INDAGINI VIDEO IN PROSSIMITÀ DELLA PIATTAFORMA.....	129
3.8.	RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI.....	131
4.	CONCLUSIONI.....	132
5.	BIBLIOGRAFIA.....	139
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 3° survey post lavori (inverno 2017).....	XIX

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 nel 1° semestre del 2° anno della fase di produzione (gennaio - giugno 2017).

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

Fase	Comparti d'indagine	Piattaforma Clara NW
Ante operam	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
Cantiere	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	*
Esercizio	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
Pre smantellamento	Colonna d'acqua	**
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Comunità ittica	3 survey
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione
Smantellamento	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
Post smantellamento	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.

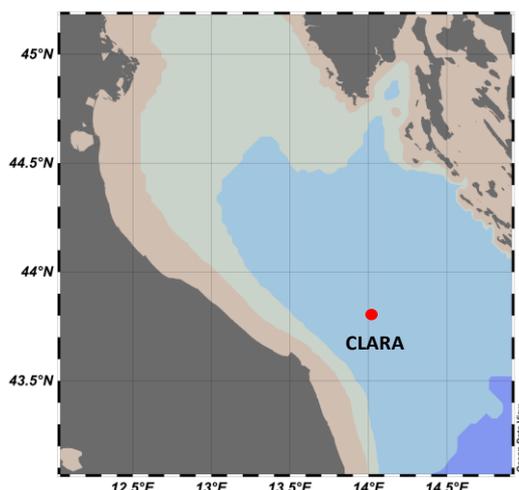


Fig. 2.1 - Ubicazione della piattaforma Clara NW.

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 1° semestre 2017 sono stati condotti 3 survey (gennaio, marzo e maggio).

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. 2.2; Tab. 2-II).

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).

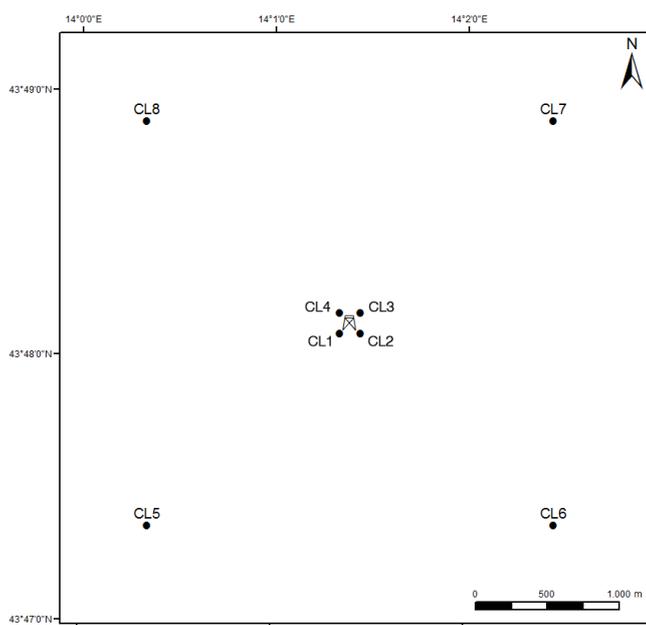


Fig. 2.2 - Schema di campionamento adottato nella fase di produzione della piattaforma per le indagini idrologiche.

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 Ortofosfato;
- 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 6 mesi del 2017 è stato posizionato un ormeggio correntometrico in prossimità di Clara NW (Latitudine 43°48,21’ N, Longitudine 14°01.40’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 sganciatore 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 0,3 cm/s e la risoluzione di 0,1 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. Per problemi tecnici gli strumenti hanno restituito dati esclusivamente per il mese di gennaio.

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

Nel 1° semestre 2017 è stato condotto in inverno il 3° 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'inverno 2017 e le profondità sono riportate in Tab. 2-III.

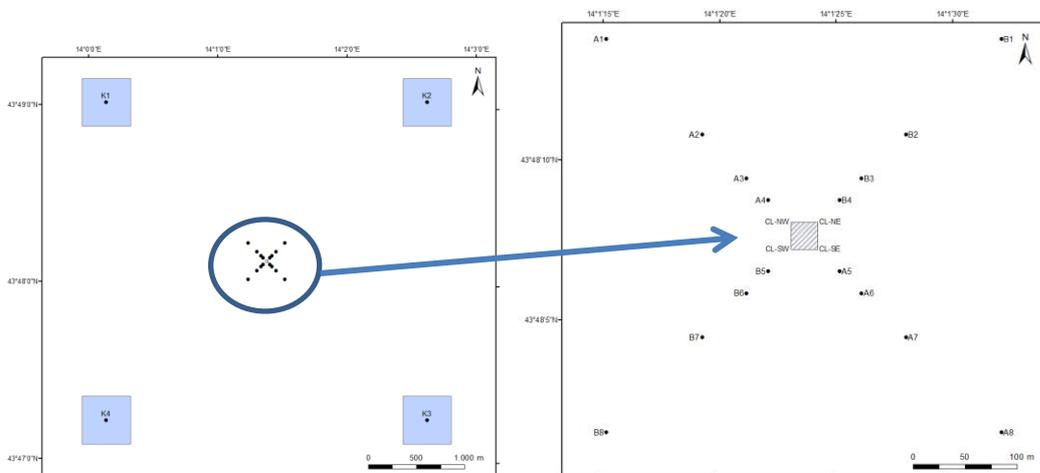


Fig. 2.3 - Schema di campionamento utilizzato per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica nella fase di produzione di Clara NW, con il particolare dei 20 siti attorno alla piattaforma.

Tab. 2-III - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate nel 3° survey post lavori di installazione (inverno 2017) 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°48'274N 14°01'221E	75,4
A2	120	NW	43°48'226N 14°01'312E	75,2
A3	60	NW	43°48'200N 14°01'340E	75,4
A4	30	NW	43°48'185N 14°01'356E	75,4
CL NW	0	NW	43°48'178N 14°01'375E	75,4
CL SE	0	SE	43°48'158N 14°01'410E	74,4
A5	30	SE	43°48'153N 14°01'419E	75,1
A6	60	SE	43°48'140N 14°01'431E	75,1
A7	120	SE	43°48'123N 14°01'475E	75,4
A8	250	SE	43°48'093N 14°01'542E	75,4
B1	250	NE	43°48'290N 14°01'524E	75,7
B2	120	NE	43°48'234N 14°01'437E	75,4
B3	60	NE	43°48'206N 14°01'430E	75,4
B4	30	NE	43°48'192N 14°01'414E	75,5
CL NE	0	NE	43°48'183N 14°01'405E	75,6
CL SW	0	SW	43°48'163N 14°01'376E	75,4
B5	30	SW	43°48'154N 14°01'351E	75,2
B6	60	SW	43°48'140N 14°01'335E	75,2
B7	120	SW	43°48'110N 14°01'310E	75,2
B8	250	SW	43°48'070N 14°01'245E	75,5
K1	2000	NW	43°49'036N 14°00'126E	75,2
K2	2000	NE	43°48'937N 14°02'772E	76,2
K3	2000	SE	43°47'291N 14°02'620E	76,2
K4	2000	SW	43°47'222N 14°00'133E	76,0

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°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

Nel monitoraggio effettuato nell'inverno 2017 non sono stati rinvenuti esemplari di *Mytilus galloprovincialis* adesi sulle parti sommerse della struttura in quanto, prima del campionamento, ENI aveva provveduto alla pulizia delle 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 1° semestre 2017 sono stati condotti 6 campionamenti di pesca mensili 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 struttura, 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.

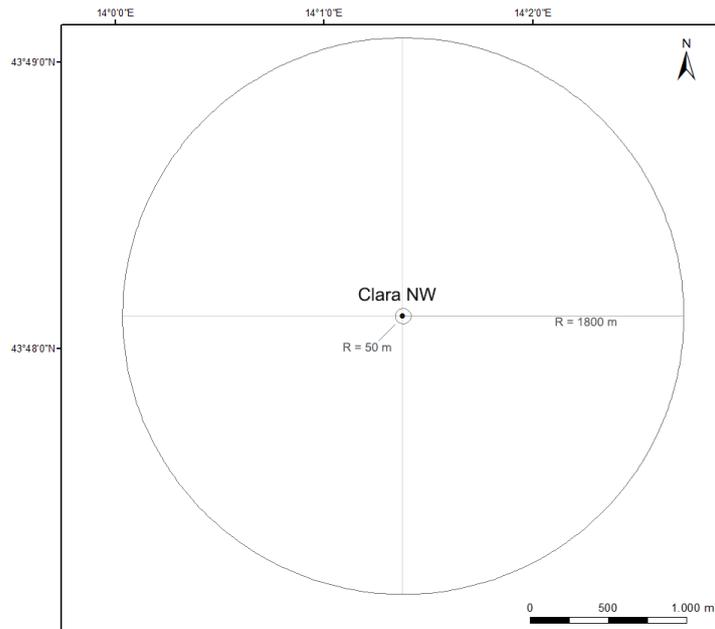


Fig. 2.6 - Schema di campionamento per le indagini sulla comunità ittica.

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 EM2040C; All. 4-II) installato a bordo della Tecnopeca II di proprietà del CNR-ISMAR UOS Ancona. Kongsberg EM2040CD è un multibeam echosounder ad alta risoluzione (1 cm) che lavora a frequenze variabili che possono essere scelte dall'utente in un range che va da 200 a 400 kHz modulabili di 10 in 10. Il sistema, 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.

Un totale di 800 beam acustici è stato campionato digitalmente, creando un'immagine della

porzione di massa d'acqua insonificata dal trasduttore. Considerando una profondità media di circa 76 m e un angolo di apertura del cono acustico di 130° in totale, è stato possibile investigare circa 320 m di areale per ogni transetto effettuato.

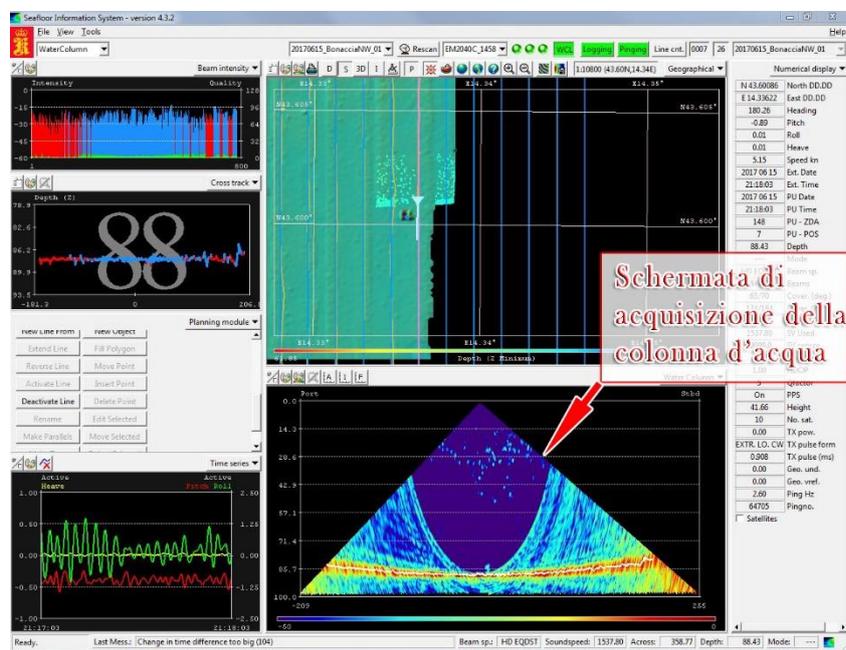


Fig. 2.7 - Esempio di schermata di acquisizione dati del software SIS utilizzato dal sistema multibeam EM2040CD. Il sistema è in grado di visualizzare e acquisire dati acustici relativi alla colonna d'acqua.

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 vi fossero condizioni di visibilità adeguate, 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 (≥ 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.

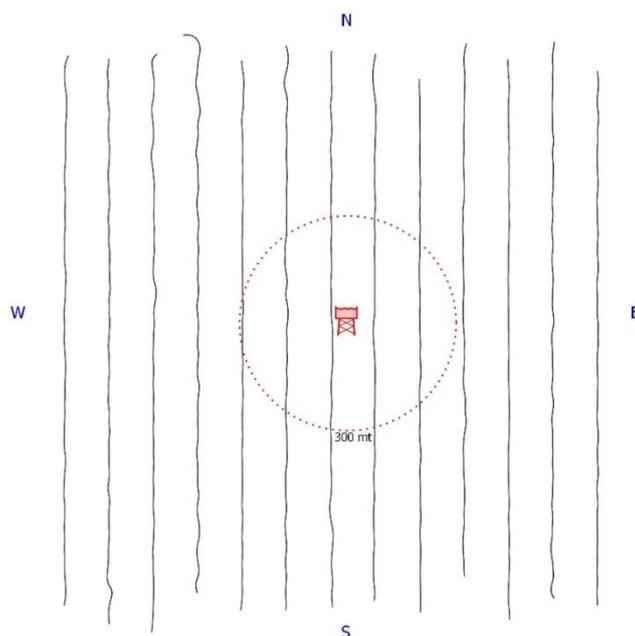


Fig. 2.8 - Schema di campionamento adottato durante i survey. Al centro il simbolo della piattaforma e il limite dei 300 m (in rosso). Figura non in scala.

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 km^2 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 - giugno 2017 sono stati effettuati 3 avvistamenti/mese, per un totale di 18 survey.

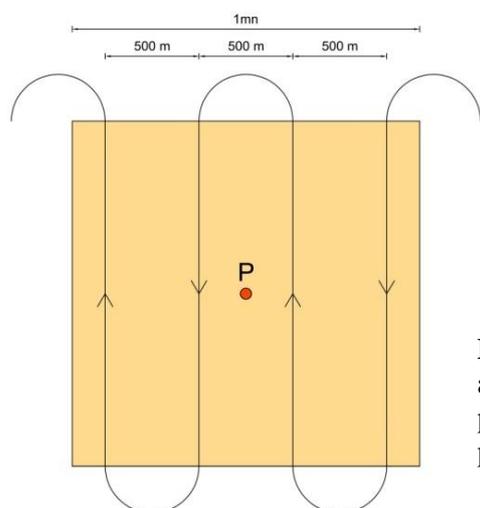


Fig. 2.9 - Schema di campionamento adottato per gli avvistamenti dei cetacei nell'area interessata dalla presenza della piattaforma Clara NW. P = piattaforma.

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 Syssta s.r.l. (All. A1-IV), seguendo le metodiche espone in Grasshoff *et al.* (1999), in particolare:

- azoto da ammoniaca N-NH₃: 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-NO₂: 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-NO₃: 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 Syssta s.r.l.;
- ortofosfati P-PO₄: 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-SiO₄: 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-NH₃: 0,05 µM;
- N-NO₂: 0,01 µM;
- N-NO₃: 0,10 µM;
- P-PO₄: 0,01 µM;
- Si-SiO₄: 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⁻¹.

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⁻¹. 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
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (BTEX)			
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
ALTRE SOSTANZE			
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 (C₁₀ H₂₂) e del n-tetracontano (C₄₀ H₈₂) (frazione estraibile).
- b) i singoli idrocarburi, determinati mediante spazio di testa e analisi in gascromatografia con rivelatore FID, compresi tra il n-pentano (C₅ H₁₂) e in n-decano (C₁₀ H₁₂) 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 ϕ = 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 FISON 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 μ . 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 μ , 2000 μ , 1000 μ , 500 μ , 250 μ , 125 μ , 63 μ). 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 μ) 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 1 μ g/kg.

Sono stati ricercati nei siti di campionamento i 16 IPA indicati dall’EPA come contaminanti di interesse prioritario, espressi in μ g/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 HNO₃, 1 ml di HCl e 4 ml di H₂O.

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 HNO₃, 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. 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-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

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 H₂O 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 2×10^3 cellule 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 EC_{50} o EC_{20} . L' EC_{50} e l' 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 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 (2×10^3 cellule 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 sopranatante, 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®.

Criterio	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
- 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 mg l^{-1} CdCl_2 .

All'inizio e alla fine del saggio biologico sono stati misurati i seguenti parametri dell'acqua sovrastante il sedimento: pH, salinità, 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 µl/l). La percentuale di larve normalmente sviluppate nel controllo con la sola acqua di diluizione deve inoltre essere superiore al 70%.

Espressione e analisi dei dati – I risultati del saggio di embriotossicità possono essere espressi sia in termini di percentuale di successo del test normalizzata (S%) rispetto alla risposta del controllo (acqua marina artificiale), sia in termini di EC₅₀, 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 EC₅₀ 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	S > 50
50 < S ≤ TL	Bassa		
1 ≤ TU < 2	Media	Semiscala delle T.U.	S ≤ 50
2 ≤ TU < 4	Alta		
TU ≥ 4	Molto alta		

Dove:

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

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

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, NH_4^+ e ossigeno disciolto) e in ogni barattolo sono stati immessi 5 individui di *H. diversicolor*. Per l'intera durata del test i barattoli sono stati mantenuti alla temperatura di $16\pm 2^\circ\text{C}$, aerati e illuminati senza alcun fotoperiodo. Come sedimento di controllo è stato utilizzato un sedimento nativo proveniente da un sito non contaminato. Il sedimento di controllo non contiene contaminanti o li contiene in concentrazioni molto basse. Il confronto tra il sedimento testato e il controllo consiste nella misura del livello di bioaccumulo. Il confronto degli organismi di controllo all'inizio e alla fine del periodo di esposizione indica se la contaminazione è avvenuta dall'acqua o dal sistema di esposizione. La mortalità degli organismi nel sedimento di controllo non dovrebbe superare il 10%.

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

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

$$D = (C_e - C_b)$$

dove:

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

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

C_e - 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): $\text{gr}/0,095 \text{ m}^2$

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

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

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

Ricchezza specifica media (S_m): *Numero medio di specie presenti nelle sei repliche*

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

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

Le affinità biocenotiche o le preferenze 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 sono state calcolate le curve di dominanza cumulativa. Con i medesimi dati sono state ricercate le eventuali somiglianze tra le stazioni campionate mediante 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 investigata, 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 semestre, sia la Ricchezza Specifica per cala (S), come numero di specie catturate in ogni campionamento. 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.

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

Al fine di comparare i risultati ottenuti per i suddetti indici nei tre siti, data la bassa numerosità campionaria è stato utilizzato un t-test per campioni indipendenti. Prima di effettuare questa analisi sono state valutate le assunzioni di normalità distributiva dei dati ed eguaglianze delle varianze rispettivamente con i test di Kolmogorov-Smirnov e di

Burtlett (Zar, 1984). Se tali assunzioni non erano rispettate si è proceduto all'utilizzo di un test non parametrico Wilcoxon-Mann-Whitney.

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 rilevati. 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 sono stati presi in considerazione solo quei *target* chiaramente distinguibili dall'intenso rumore di fondo. 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 EM2040CD non può essere calibrato per l'identificazione di particolari specie ittiche, si è considerato un *volume backscatter strength* compreso tra -42 +50, range scelto a seguito di un controllo di qualità del dato effettuato al fine di isolare il rumore. Questa procedura, oltre a fornire l'immagine tridimensionale del *target* permette di estrarne sia le informazioni metriche che le variabili acustiche. 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 quadridimensionali (tre dimensioni spaziali e dimensione temporale) delle porzioni di colonna d'acqua

investigate, includendo anche il fondale marino e la superficie dell'acqua.

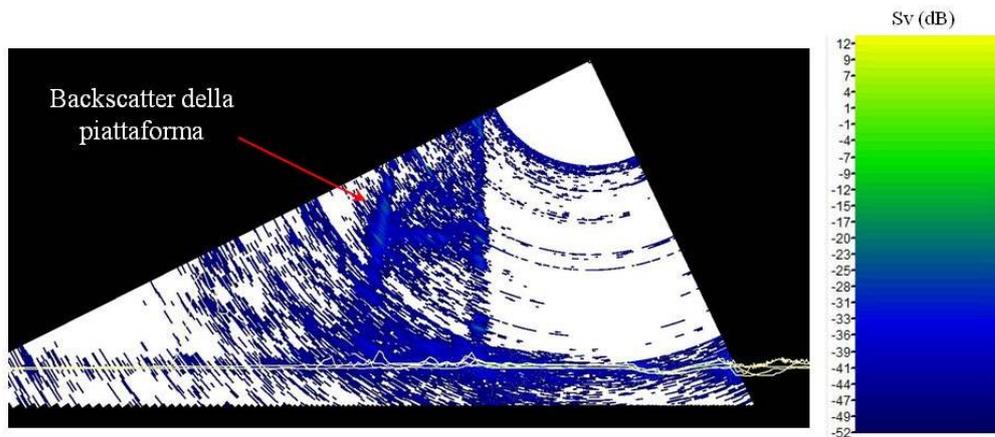


Fig. 2.10 - Ecogramma multibeam in prossimità alla piattaforma Clara NW. Il forte backscatter dovuto alla presenza della struttura stessa e lo scattering omnidirezionale degli impulsi acustici impediscono il rilevamento di eventuali aggregazioni di pesce nelle vicinanze della piattaforma o all'interno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

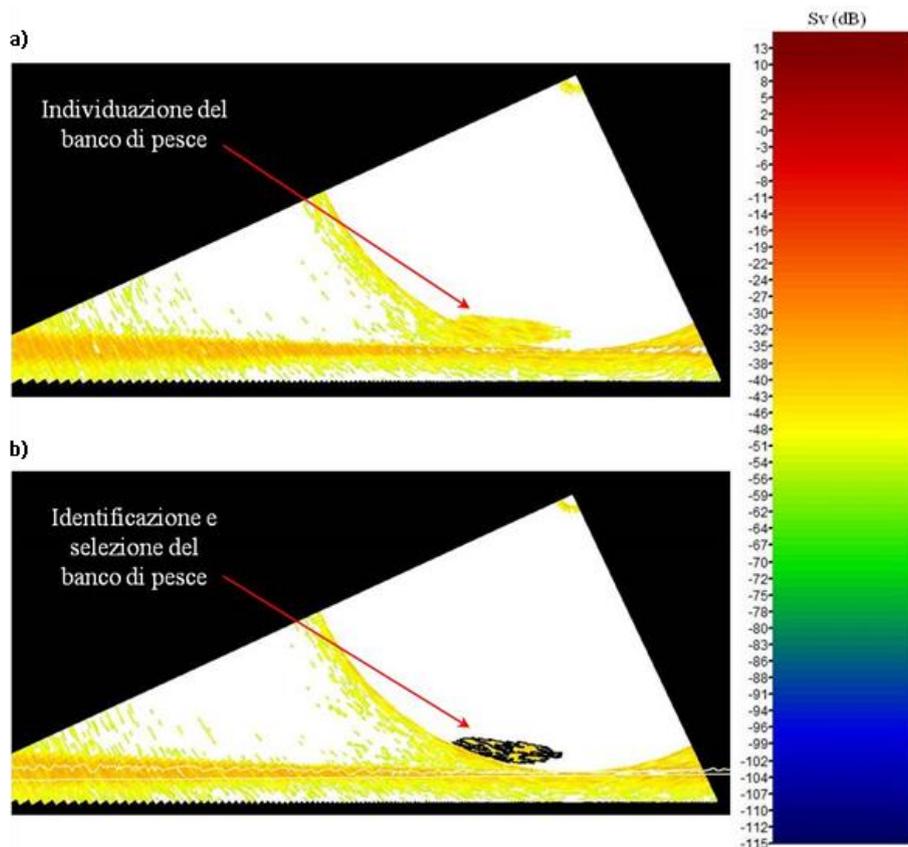


Fig. 2.11 - Elaborazione dei dati acustici della colonna d'acqua tramite il software Echoview. a) Individuazione di un'aggregazione di pesce in un ping durante lo *screening* dell'ecogramma. b) Identificazione e selezione del target tramite la procedura Target detection. La scala a colori sulla destra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

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 ²	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 ³	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 ⁻¹	Superficie del target diviso il volume del target.
n. vacuoli	-	Numero di vacuoli individuati all'interno del target.
Volume totale vacuoli	m ³	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 ⁻¹	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 ⁻¹	Valore minimo del volume backscatter strength all'interno del target.
Sv massimo	dB re 1 m ⁻¹	Valore massimo del volume backscatter strength all'interno del target.
Densità	Kg/m ³	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

Nel **gennaio 2017** la colonna d'acqua si è presentata sostanzialmente omogenea fino a 50 m in tutte le stazioni, con una temperatura media (\pm dev.st.) di $13,17\pm 0,28^{\circ}\text{C}$ e salinità media di $38,9\pm 0,02$ psu (fig. 3.1). Sotto i 50 m verso il fondo è avvenuta una riduzione per entrambi i parametri sino a valori inferiori a $12,5^{\circ}\text{C}$ e $38,8$ psu. Si discostano parzialmente dall'andamento generale le stazioni CL5, con valori termo-alini leggermente inferiori su tutta la colonna, e CL8, che ha presentato al fondo i minimi di temperatura ($11,85^{\circ}\text{C}$) e di salinità ($38,77$ psu), determinando per entrambi i parametri un gradiente in aumento dei valori in direzione S-N in superficie e W-E al fondo (fig 3.2).

La torbidità, determinata come *backscattering* ed espressa dopo calibrazione in mg l^{-1} , ha mostrato nello strato omogeneo, fino a 50 m, valori costanti fra le stazioni (media: $1,94\pm 0,21$ mg l^{-1}) che, al di sotto, sono via via aumentati raggiungendo il massimo al fondo della stazione CL5 ($3,24$ mg l^{-1} ; fig. 3.1).

La saturazione dell'ossigeno disciolto è rientrata nel range 101,7-108,8%, in diminuzione verso il fondo (fig. 3.1).

I profili verticali di fluorescenza *in situ*, espressa dopo calibrazione in $\mu\text{g l}^{-1}$ di clorofilla (fig. 3.3), sono risultati variabili lungo la colonna d'acqua, con valori in media di $0,49\pm 0,14$ $\mu\text{g l}^{-1}$. Si discosta dalle altre la stazione CL5 caratterizzata nei primi 60 m da valori superiori a $0,80$ $\mu\text{g l}^{-1}$ (massimo di $0,92$ $\mu\text{g l}^{-1}$ a -58 m).

A **marzo** si è osservato un aumento relativo delle temperature superficiali che hanno raggiunto i $13,96^{\circ}\text{C}$ nella stazione CL4, mentre al fondo si sono mantenute sui valori osservati in gennaio (minimo di $11,79^{\circ}\text{C}$ al fondo della CL6; fig. 3.4).

La salinità è risultata piuttosto costante lungo tutta la colonna d'acqua, con una media $38,82\pm 0,01$ psu (fig. 3.4). Solo i siti CL6 e CL8 hanno presentato valori leggermente superiori agli altri tra i 20 e 50 m di profondità.

Le variazioni areali di temperatura e salinità non hanno avuto variazioni degne di nota sia in superficie che al fondo (fig. 3.5).

La torbidità si è mantenuta su $1,70$ mg l^{-1} circa in tutte le stazioni fino a circa 60 m, aumentando notevolmente al fondo dove ha raggiunto il massimo di $9,37$ mg l^{-1} in CL6

(fig. 3.4).

La percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto è risultata variabile tra un massimo di 105,69 % e un minimo di 94,86%, rispettivamente a 20 m e al fondo della stazione CL6 (fig. 3.4), mostrandosi in diminuzione verso il fondo.

La fluorescenza *in situ* ha avuto concentrazioni medie simili a quelle di gennaio ma una variabilità minore (media $0,48 \pm 0,09 \mu\text{g l}^{-1}$; range 0,30-0,65 $\mu\text{g l}^{-1}$), con valori in aumento verso il fondo (fig. 3.6).

Nel mese di **maggio** la colonna d'acqua si è presentata stratificata sia in temperatura che, con trend opposto, in salinità (fig. 3.7). In superficie è stato misurato il massimo di temperatura (18,80°C; CL1) e il minimo di salinità (38,51 psu; -8 m in CL6). Dopo un aumento e un decremento rispettivamente di temperatura e salinità sino a circa 40 m di profondità, lo strato da 45 m al fondo si presentava omogeneo (12,50°C e 38,79 psu). In generale, si è osservato in superficie un aumento della temperatura da Ovest verso Est e della salinità da SE verso NW (fig. 3.8).

La torbidità media è risultata mediamente simile a quella di marzo ($2,35 \pm 0,82 \text{ mg l}^{-1}$), con valori costanti intorno a $2,00 \text{ mg l}^{-1}$ fino a circa 55-60 m in aumento verso il fondo (massimo di $6,06 \text{ mg l}^{-1}$ in CL7; fig. 3.7).

La saturazione di ossigeno disciolto è stata mediamente pari a $98,57 \pm 3,74\%$, con un massimo di 102,78 % a 20 m nella stazione CL1; anche in questo periodo è stata osservata una diminuzione con la profondità con il minimo di 92,07% al fondo di CL6 (fig. 3.7).

Per la fluorescenza *in situ* sono stati registrati picchi di concentrazione tra i 50 e i 60 m, con un massimo di $1,59 \mu\text{g l}^{-1}$ in CL7 a 55 m (fig. 3.9).

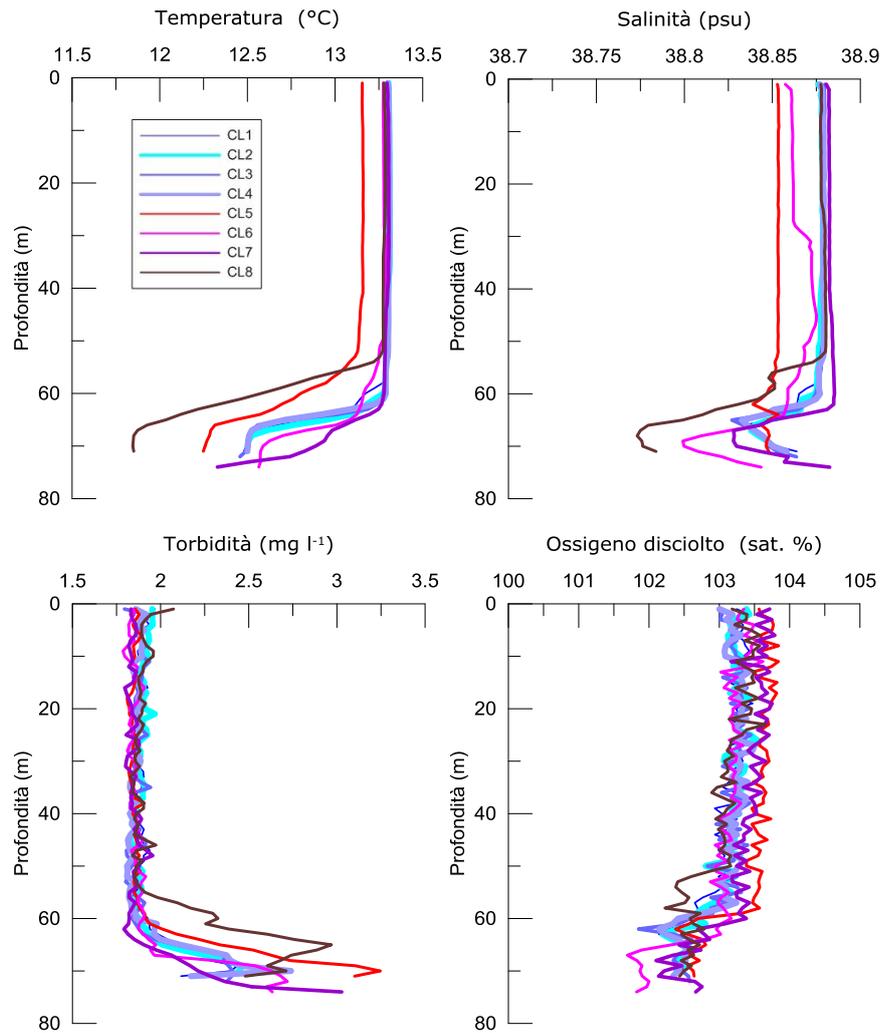


Fig. 3.1 - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), particolato sospeso totale (Total Suspended Matter - TSM; mg/ l) e ossigeno disciolto (in percentuale di saturazione - sat %). **Gennaio 2017.**

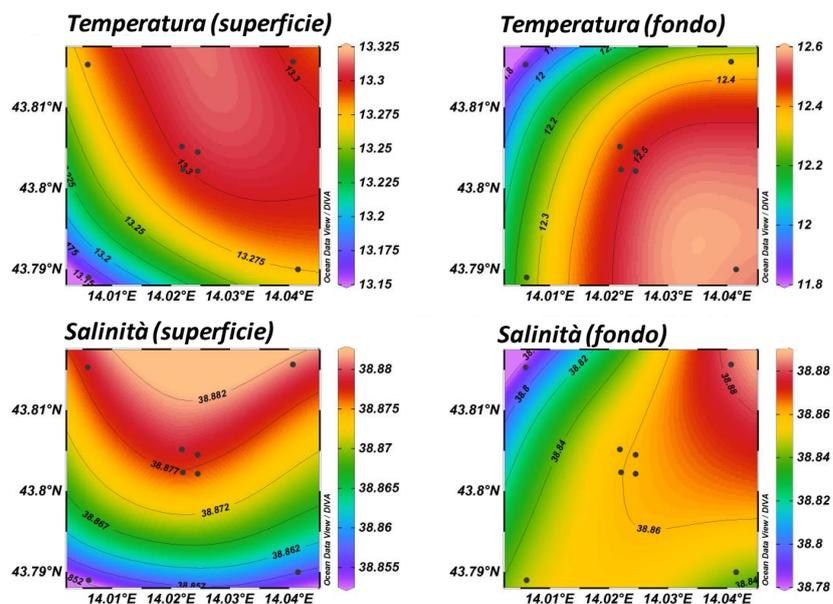


Fig. 3.2 - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Gennaio 2017.**

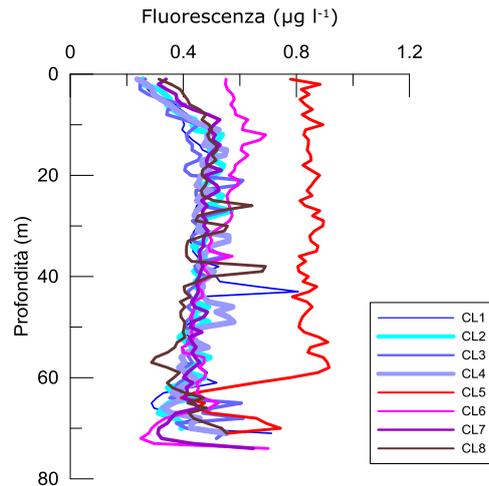


Fig. 3.3 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g/l}$) ottenuti nel **gennaio 2017**.

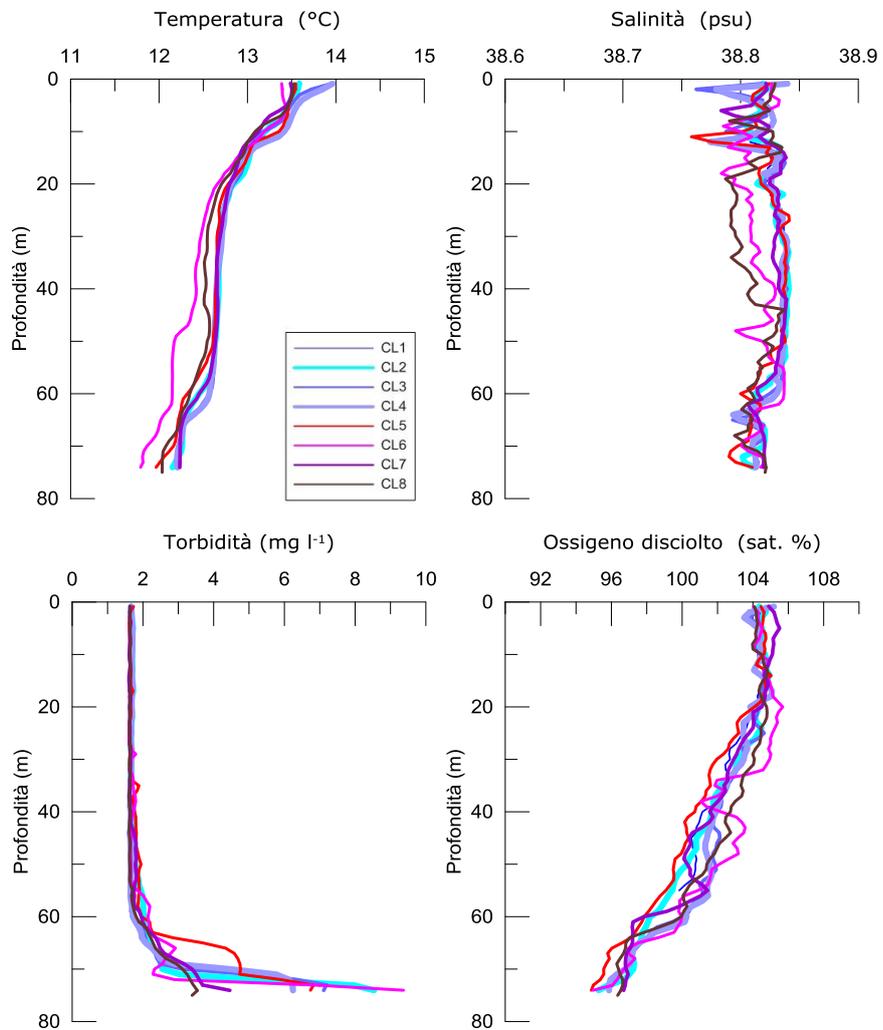


Fig. 3.4 - Profili di temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinità (psu), particolato sospeso totale (Total Suspended Matter - TSM; mg/l) e ossigeno disciolto (in percentuale di saturazione - sat %). **Marzo 2017**.

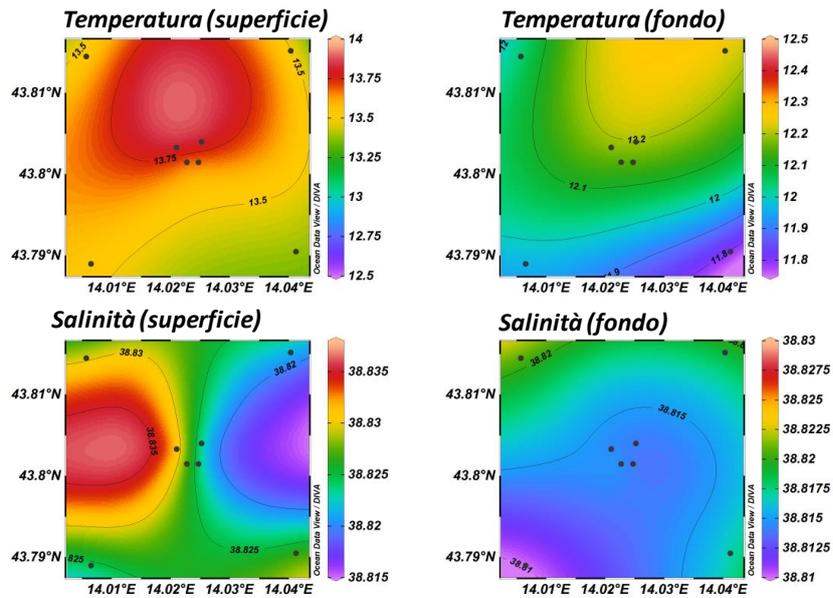


Fig. 3.5 - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Marzo 2017.**

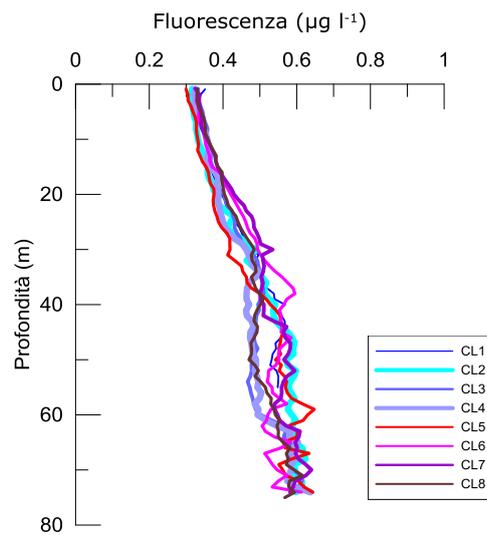


Fig. 3.6 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g/l}$) ottenuti nel **marzo 2017.**

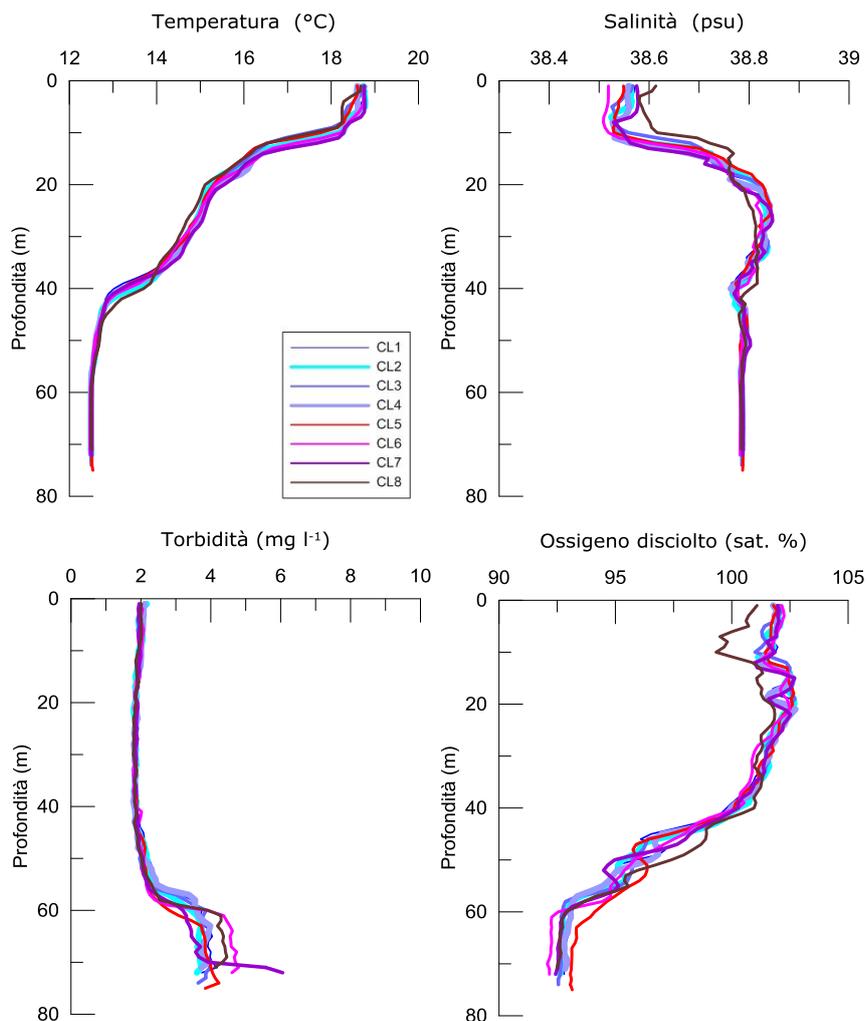


Fig. 3.7 - Profili di temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinità (psu), particolato sospeso totale (Total Suspended Matter - TSM; mg/l) e ossigeno disciolto (in percentuale di saturazione - sat %). **Maggio 2017**.

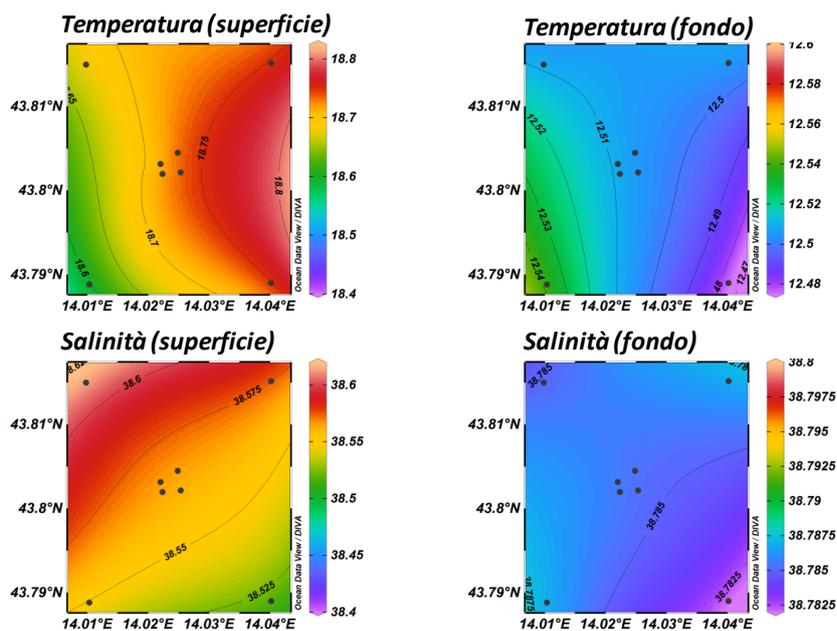


Fig. 3.8 - Mappe areali rappresentanti la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Maggio 2017**.

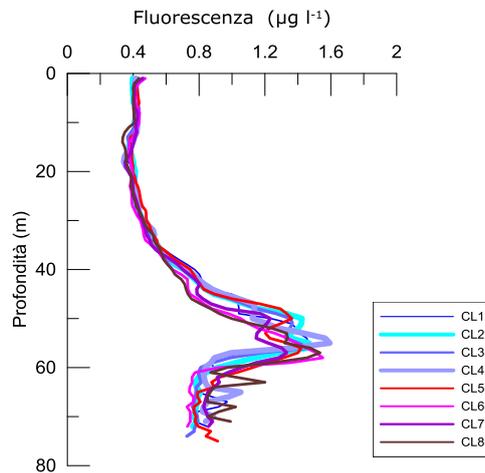


Fig. 3.9 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g/l}$) ottenuti nel **maggio 2017**.

3.1.2. NUTRIENTI

A **gennaio** le concentrazioni dei nutrienti azotati sono risultate mediamente pari a $1,06 \pm 0,42 \mu\text{M}$ per NO_3 , a $0,37 \pm 0,07 \mu\text{M}$ per NO_2 e a $0,81 \pm 0,54 \mu\text{M}$ per NH_3 (figg. 3.10a, 3.10b e 3.11). Il massimo di NO_3 ($2,55 \mu\text{M}$) è stato misurato a quota 20 m nella stazione CL3 che ha presentato a tutte le quote valori tra i più alti. Il minimo, pari a $0,35 \mu\text{M}$, è stato invece misurato al fondo della CL7 (figg. 3.10b, 3.11); alla quota superficiale di quest'ultima stazione è stato rilevato il massimo per NO_2 ($0,49 \mu\text{M}$). L' NH_3 ha raggiunto il massimo ($1,81 \mu\text{M}$) sia al fondo della staz. CL5 che a 40 m nella staz. CL8.

I PO_4 hanno presentato una concentrazione media di $0,13 \pm 0,05 \mu\text{M}$, con un massimo di $0,29 \mu\text{M}$ alla quota superficiale della CL7 e minimi nelle stazioni CL2 e CL6, rispettivamente a 20 e 40 m (figg. 3.10a, 3.10b, 3.11). I $\text{Si}(\text{OH})_4$ hanno avuto una media di $1,54 \pm 0,43 \mu\text{M}$, con un massimo di $3,50 \mu\text{M}$ in superficie nella stazione CL3 e un minimo di $1,07 \mu\text{M}$ a 40 m in una delle stazioni di controllo (CL6).

A **marzo** i NO_3 , sono diminuiti rispetto a gennaio anche se mediamente sono rimasti comparabili ($0,83 \pm 0,34 \mu\text{M}$); infatti, il massimo è stato pari a $1,93 \mu\text{M}$ (CL2, fondo; figg. 3.12a, 3.12b, 3.13). Il minimo ($0,31 \mu\text{M}$) è stato rilevato a 20 m di profondità nella stazione CL1. I NO_2 (media $0,28 \pm 0,13 \mu\text{M}$) sono risultati più bassi nello strato superficiale e sub-superficiale (minimo di $0,12 \mu\text{M}$ CL6 a 20 m), presentando un massimo di $0,60 \mu\text{M}$ al fondo della CL2. NH_3 è risultato piuttosto variabile ($0,63 \pm 0,50 \mu\text{M}$), con un massimo di $2,90 \mu\text{M}$ al fondo della CL6 e un minimo di $0,05 \mu\text{M}$ in superficie nelle stazioni CL1 e CL5.

I PO_4 ($0,14 \pm 0,07 \mu\text{M}$) hanno raggiunto il massimo ($0,31 \mu\text{M}$) al fondo della CL2 (minimo di $0,06 \mu\text{M}$ in CL6, 20 m), mentre $\text{Si}(\text{OH})_4$ ($1,80 \pm 0,59 \mu\text{M}$) sono apparsi più abbondanti in superficie della CL6 ($3,06 \mu\text{M}$). In generale, tutti i nutrienti hanno presentato un aumento delle concentrazioni al fondo.

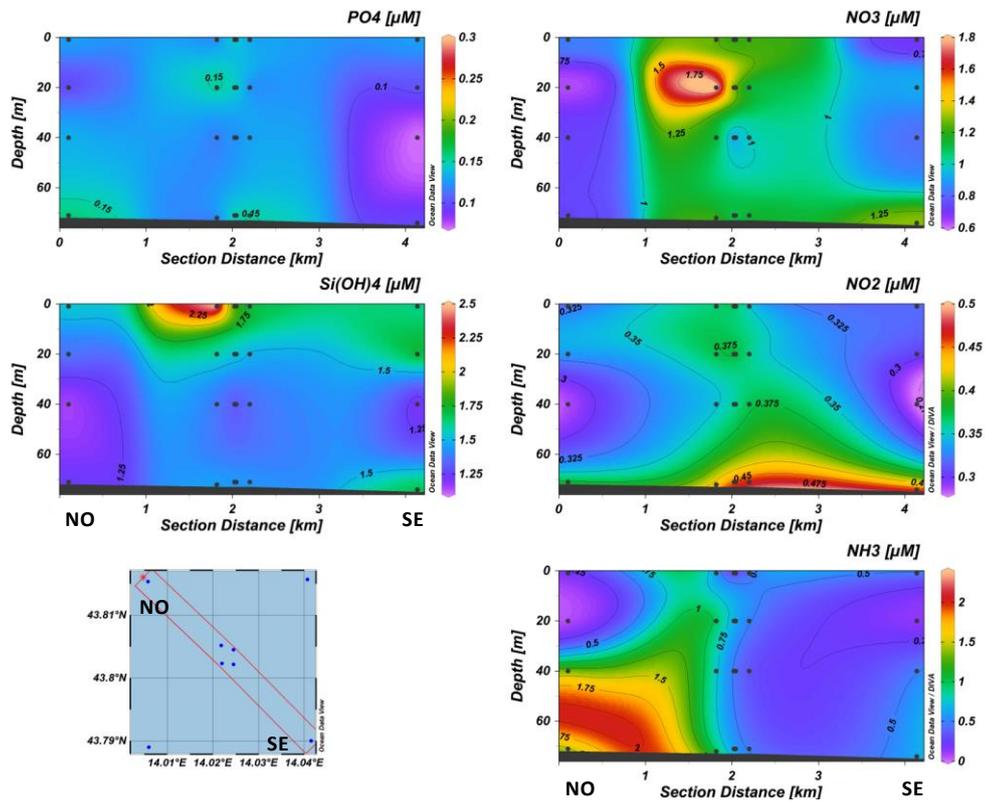


Fig. 3.10a - Sezioni verticali delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . Gennaio 2017.

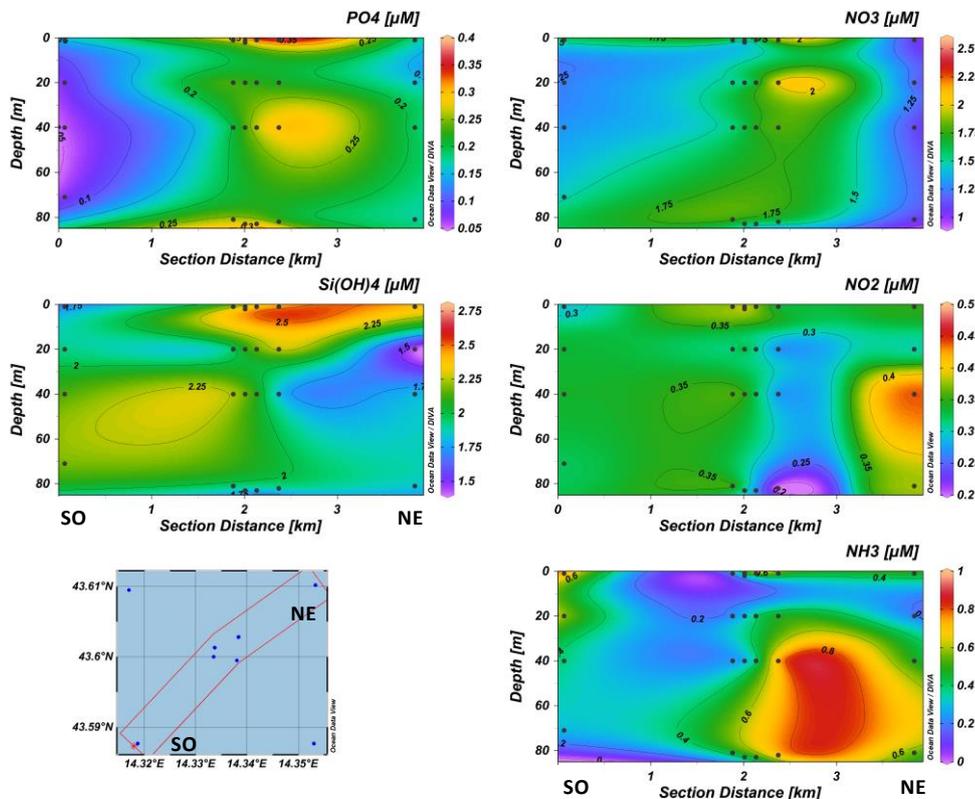


Fig. 3.10b - Sezioni verticali delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . Gennaio 2017.

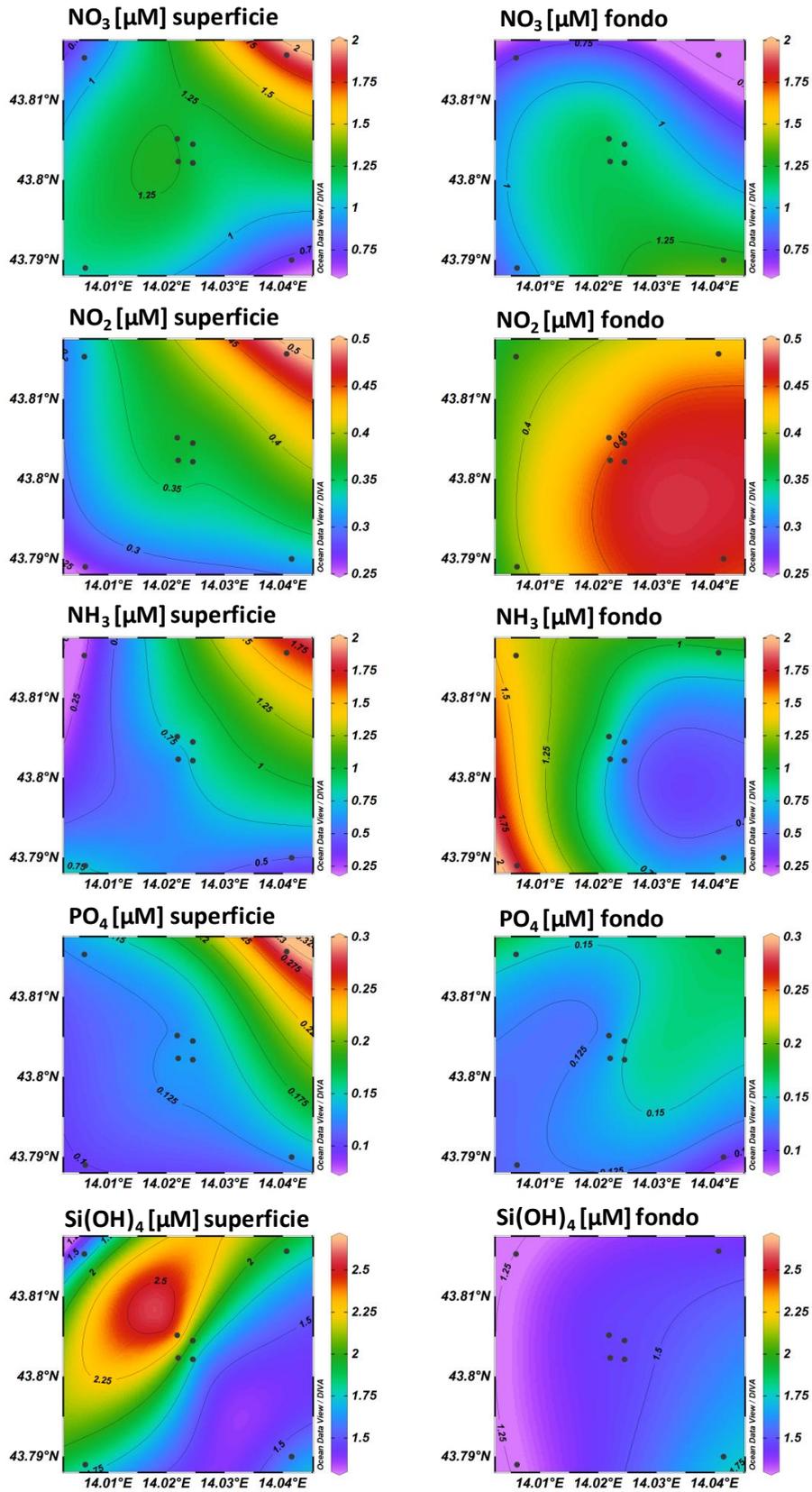


Fig. 3.11 - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ammoniaca (NH_3), ortofosfati (PO_4) e ortosilicati (Si(OH)_4) espresse in μM , in superficie e al fondo. **Gennaio 2017.**

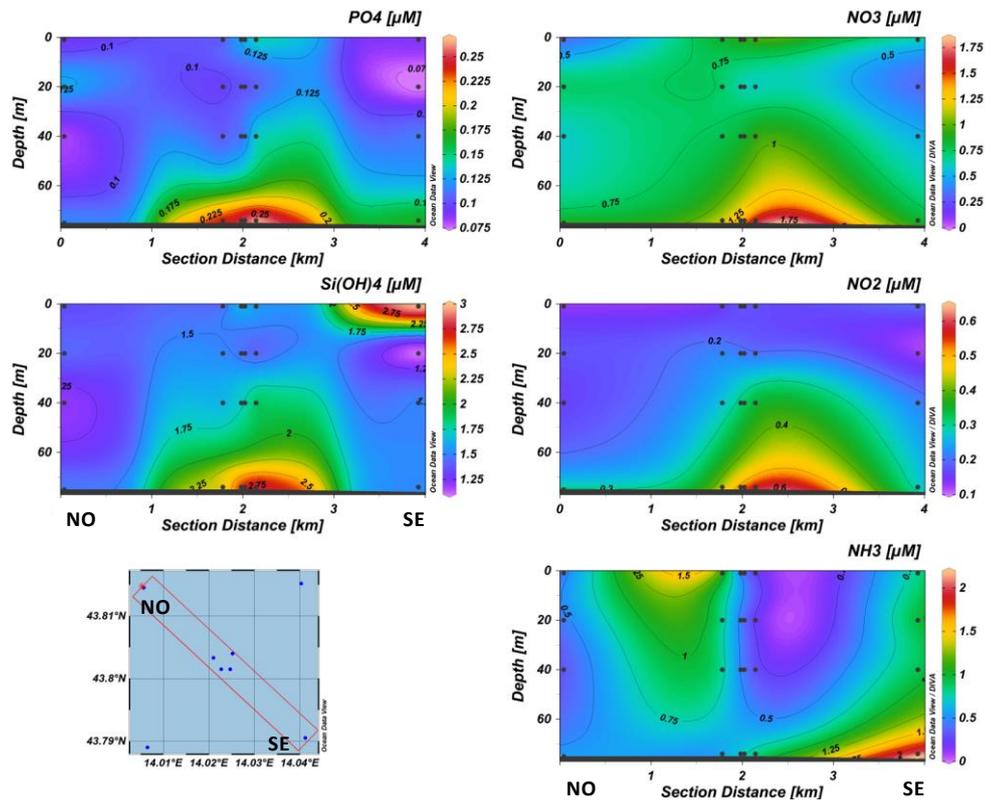


Fig. 3.12a - Sezioni verticali delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . **Marzo 2017**.

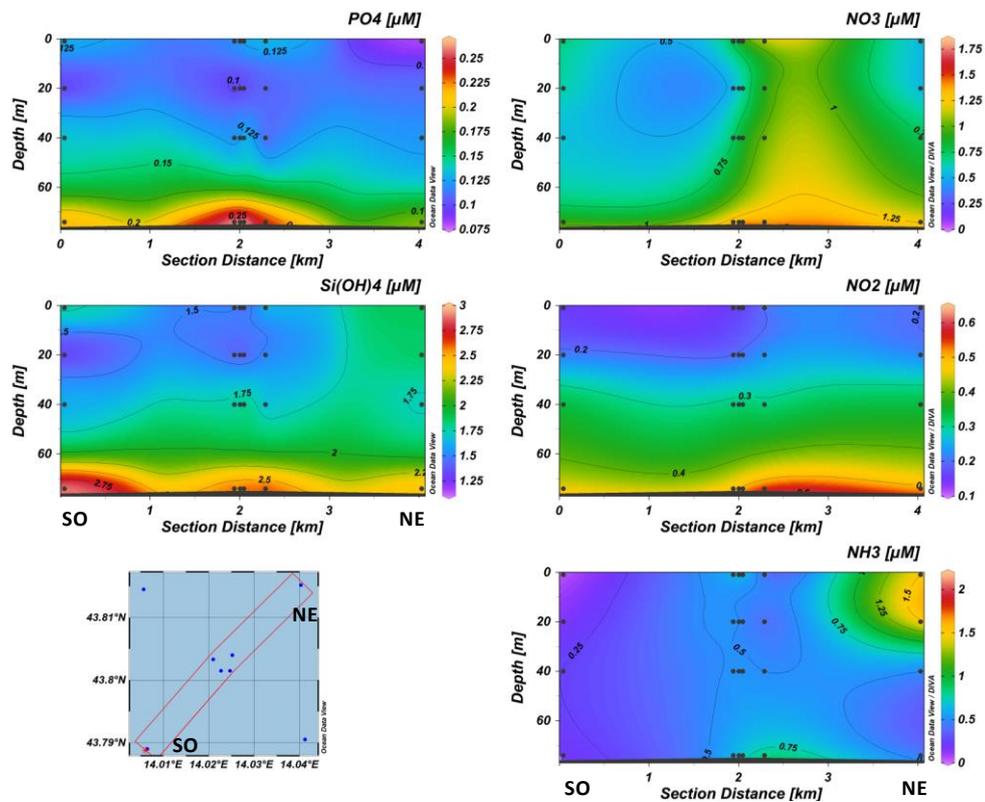


Fig. 3.12b - Sezioni verticali delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . **Marzo 2017**.

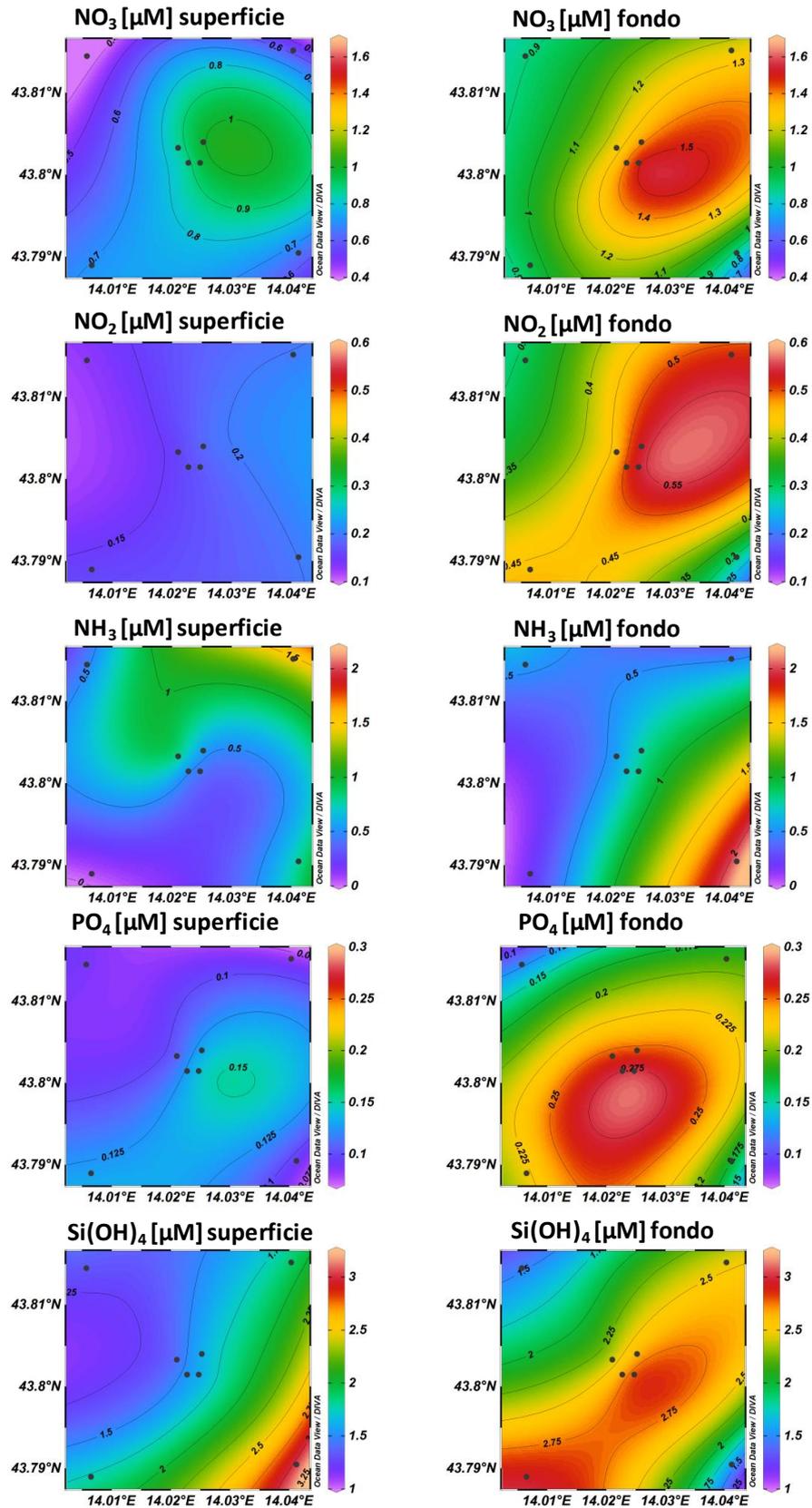


Fig. 3.13 - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO₂), nitrati (NO₃), ammoniaca (NH₃), ortofosfati (PO₄) e ortosilicati (Si(OH)₄) espresse in μM, in superficie e al fondo. **Marzo 2017.**

In generale, nel **maggio 2017** tutti i nutrienti, eccetto i PO_4 , hanno avuto concentrazioni più elevate alle quote di fondo (fig. 3.14a, 3.14b, 3.15).

Le concentrazioni medie di NO_3 , NO_2 e NH_3 sono state rispettivamente pari a $0,39 \pm 0,19 \mu\text{M}$, $0,11 \pm 0,05 \mu\text{M}$ e $0,88 \pm 0,72 \mu\text{M}$. NO_3 e NO_2 sono apparsi ridotti rispetto a marzo e hanno raggiunto le massime concentrazioni in prossimità del fondo, i primi in CL5 ($0,86 \mu\text{M}$) e i secondi in CL2 e CL4 ($0,22 \mu\text{M}$). I minimi sono stati misurati in superficie della stazione CL1 per quanto concerne NO_3 ($0,10 \mu\text{M}$) e alla quota di 20 m della CL6 per quanto riguarda NO_2 ($0,03 \mu\text{M}$).

NH_3 è risultata superiore rispetto a marzo; il massimo ($3,52 \mu\text{M}$) è stato misurato sul fondo della stazione CL3.

PO_4 e Si(OH)_4 sono risultati dello stesso ordine di grandezza di marzo essendo le concentrazioni medie di $0,17 \pm 0,05 \mu\text{M}$ e di $1,85 \pm 1,22 \mu\text{M}$, rispettivamente. I primi hanno raggiunto un massimo di $0,31 \mu\text{M}$ alla quota dei 40 m presso il sito CL6, i secondi ($7,82 \mu\text{M}$) in superficie della stazione CL2.

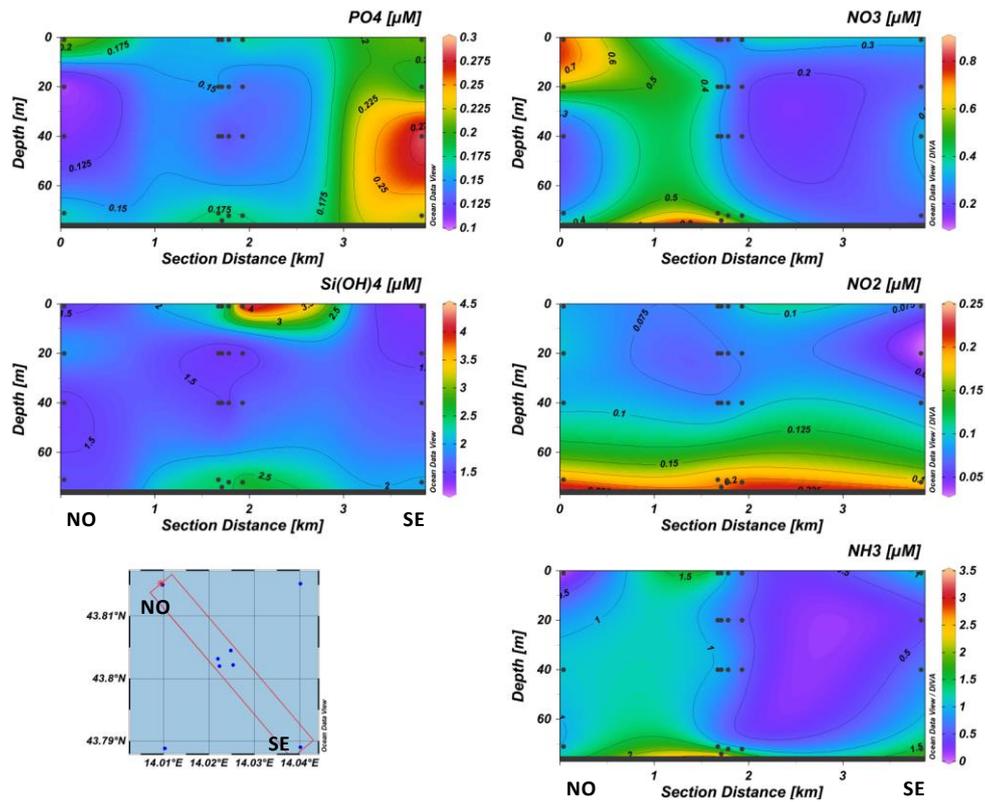


Fig. 3.14a - Sezioni verticali delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . Maggio 2017.

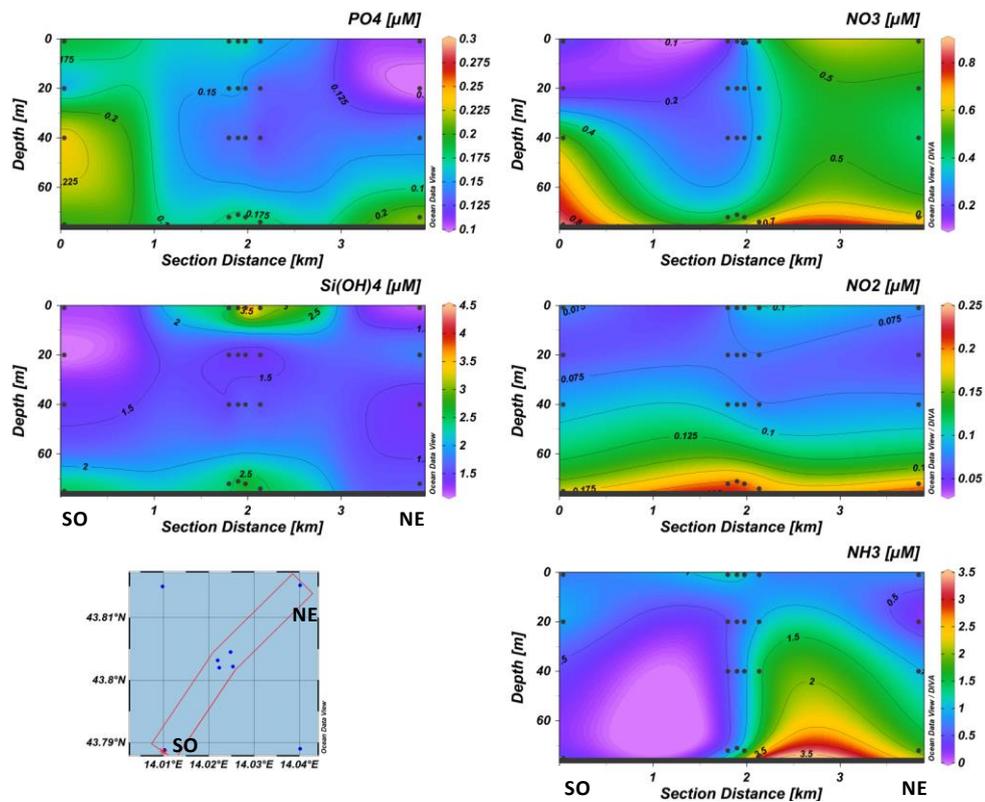


Fig. 3.14b - Sezioni verticali delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4), ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . Maggio 2017.

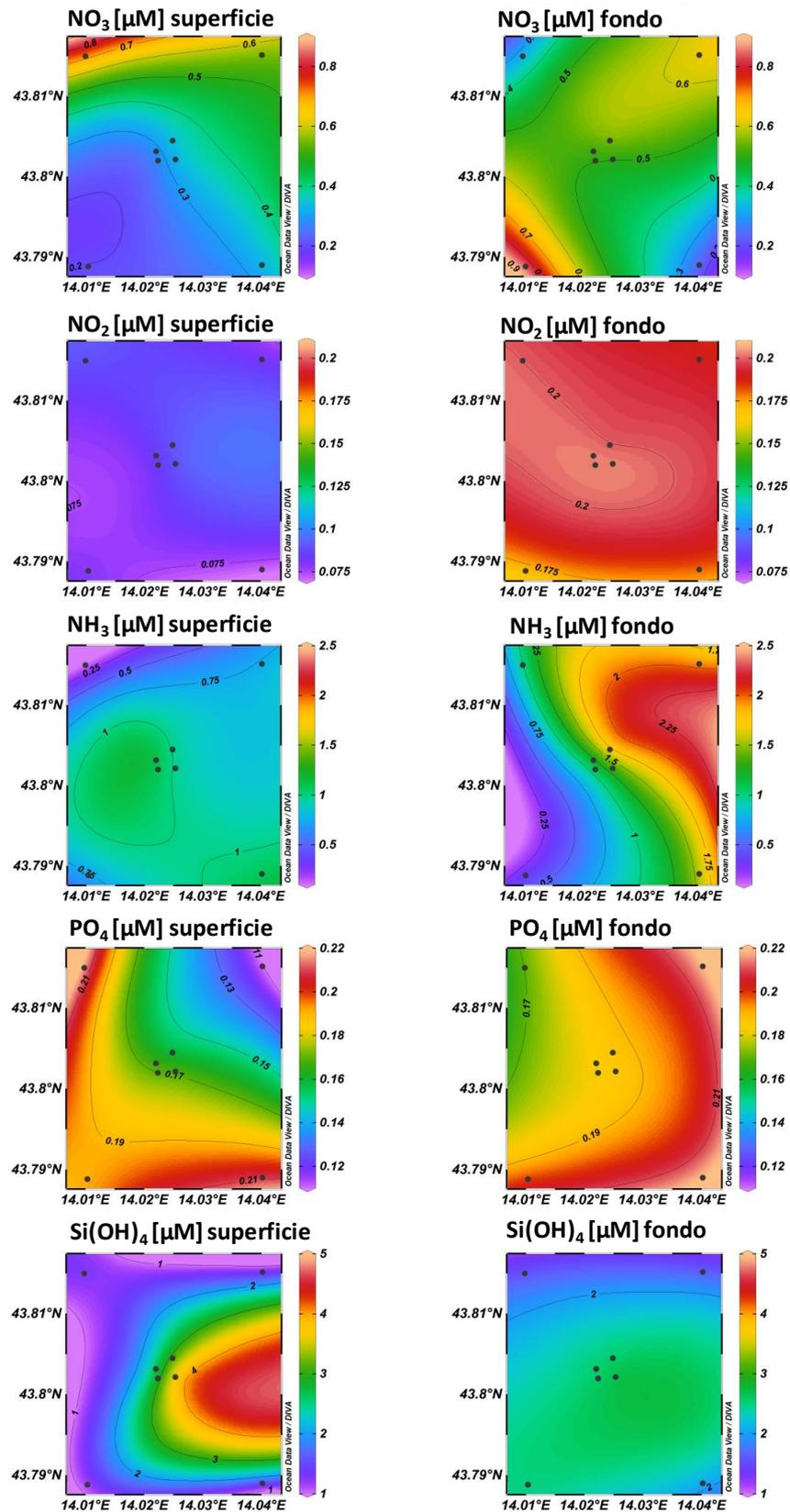


Fig. 3.15 - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO₂), nitrati (NO₃), ammoniaca (NH₃), ortofosfati (PO₄) e ortosilicati (Si(OH)₄) espresse in μM, in superficie e al fondo. **Maggio 2017.**

3.1.3. PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO

Nel **gennaio 2017** la concentrazione della clorofilla *a* (Chl *a*) è risultata mediamente pari a $415,84 \pm 81,78 \text{ ng l}^{-1}$, con un valore massimo di $590,60 \text{ ng l}^{-1}$ al fondo della stazione CL5 (figg. 3.16a, 3.16b) dove, a 40 m, si è registrato anche il massimo di clorofilla *b* (Chl *b*; $96,60 \text{ ng l}^{-1}$). La maggiore concentrazione di clorofilla *c* (Chl *c*), pari a $60,18 \text{ ng l}^{-1}$, è stata misurata a 20 m nella stazione CL6. Dunque, i contenuti maggiori di Chl *a* e Chl *b* sono stati rilevati nel settore SW e quello di Chl *c* nel settore NW; inoltre, in generale, Chl *a* è risultata maggiore al fondo mentre gli altri due pigmenti hanno mostrato una distribuzione variabile lungo la colonna (fig. 3.17).

Nella campagna di gennaio la concentrazione di materiale particellato (TSM) è stata mediamente pari a $5,92 \pm 1,50 \text{ mg l}^{-1}$. Il TSM è risultato più abbondante in prossimità del fondo, con un massimo di $9,33 \text{ mg l}^{-1}$ in CL6 (figg. 3.16a, 3.16b).

A **marzo** il contenuto di Chl *a* e Chl *c* è stato dello stesso ordine di grandezza di quello rilevato a gennaio, mentre la Chl *b* si è ridotta a meno della metà. I valori più elevati di tutti i tre pigmenti sono stati registrati soprattutto tra i 20 m e il fondo (figg. 3.18a, 3.18b).

In particolare, Chl *a* ha avuto una media di $411,52 \pm 61,93 \text{ ng l}^{-1}$, con valori compresi tra $281,60 \text{ ng l}^{-1}$ (CL3, superficie) e $546,00 \text{ ng l}^{-1}$ (CL6, 20 m; figg. 3.18a, 3.18b, 3.19). Chl *b*, mediamente presente con $23,06 \pm 15,34 \text{ ng l}^{-1}$, ha raggiunto il massimo ($44,64 \text{ ng l}^{-1}$) al fondo della CL4 e il minimo ($9,37 \text{ ng l}^{-1}$) alla quota superficiale di CL2. Chl *c* è risultata superiore alla Chl *b*, sebbene mediamente comparabile data l'elevata variabilità ($28,54 \pm 13,58 \text{ ng l}^{-1}$). Massimo ($56,48 \text{ ng l}^{-1}$) e minimo ($5,56 \text{ ng l}^{-1}$) sono stati registrati rispettivamente a 40 m e in superficie della stazione CL8.

Il TSM (figg. 3.18a, 3.18b) è stato in media pari a $2,96 \pm 2,22 \text{ mg l}^{-1}$. I valori più elevati sono stati osservati al fondo nelle stazioni vicine alla piattaforma (massimo di $9,12 \text{ mg l}^{-1}$ in CL1). Il minimo di $0,63 \text{ mg l}^{-1}$ è stato misurato in CL7 a 20 m.

A **maggio** i picchi di tutti i pigmenti clorofilliani si sono localizzati prevalentemente al fondo (figg. 3.20a, 3.20b, 3.21). Chl *a* è aumentata rispetto ai periodi precedenti avendo raggiunto un massimo di $757,90 \text{ ng l}^{-1}$ (CL5, fondo; figg. 3.20a, 3.20b, 3.21). Mediamente è tuttavia rimasta comparabile, sempre a causa di una variabilità molto elevata ($467,13 \pm 162,18 \text{ ng l}^{-1}$). Entrambi gli altri pigmenti (Chl *b*: $43,96 \pm 21,87 \text{ ng l}^{-1}$; Chl *c*: $37,88 \pm 29,98 \text{ ng l}^{-1}$), hanno presentato massimi superiori a quelli precedenti (Chl *b*: $84,40 \text{ ng l}^{-1}$; Chl *c*: $91,80 \text{ ng l}^{-1}$), registrati rispettivamente al fondo della CL8 e a 40 m della CL2. In questo periodo il TSM ($2,94 \pm 1,10 \text{ mg l}^{-1}$) è risultato più abbondante a 20 m nella stazione CL6 ($5,10 \text{ mg l}^{-1}$; figg. 3.20a, 3.20b).

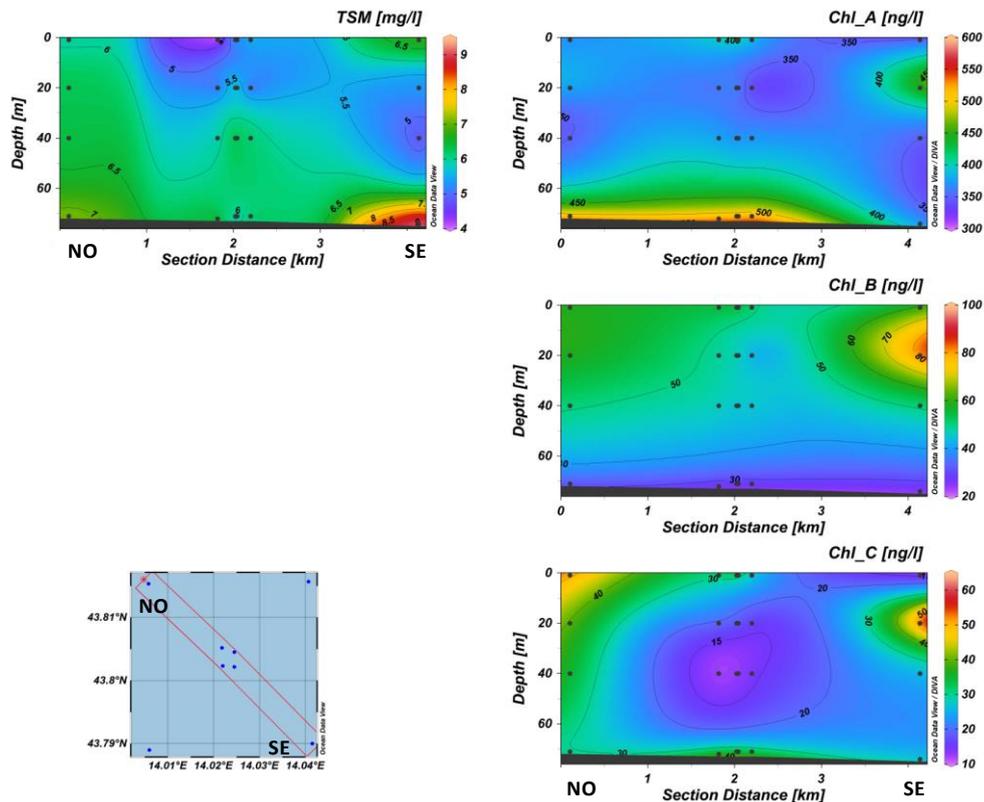


Fig. 3.16a - Sezione verticale delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Gennaio 2017.**

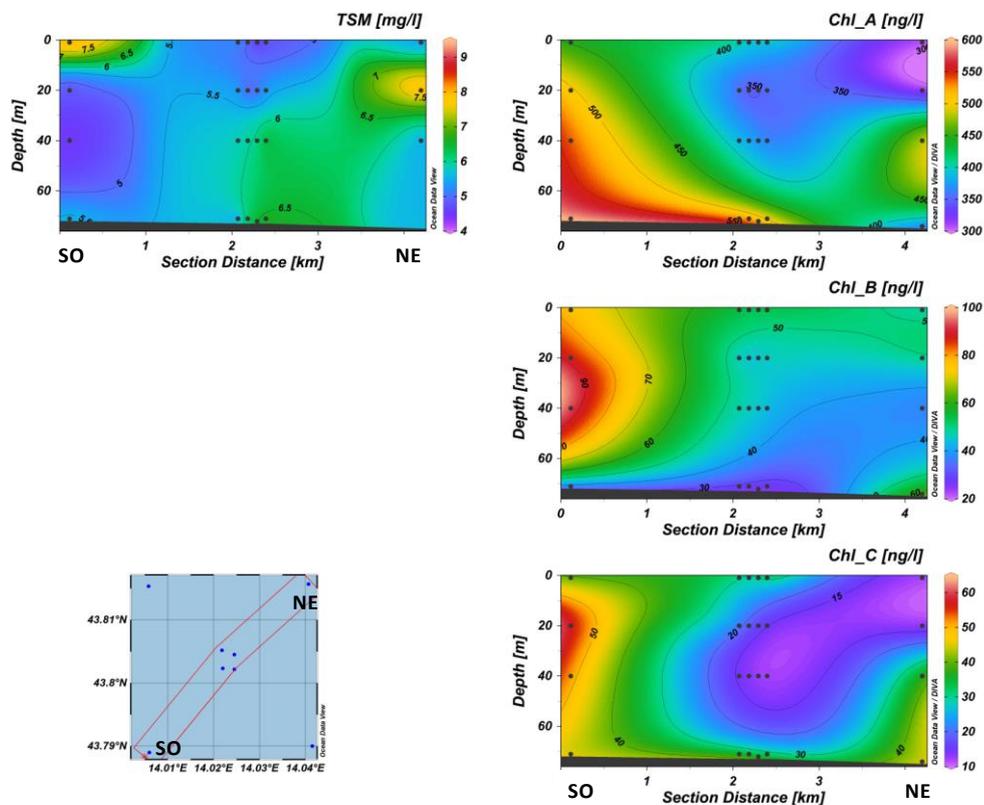


Fig. 3.16b - Sezione verticale delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Gennaio 2017.**

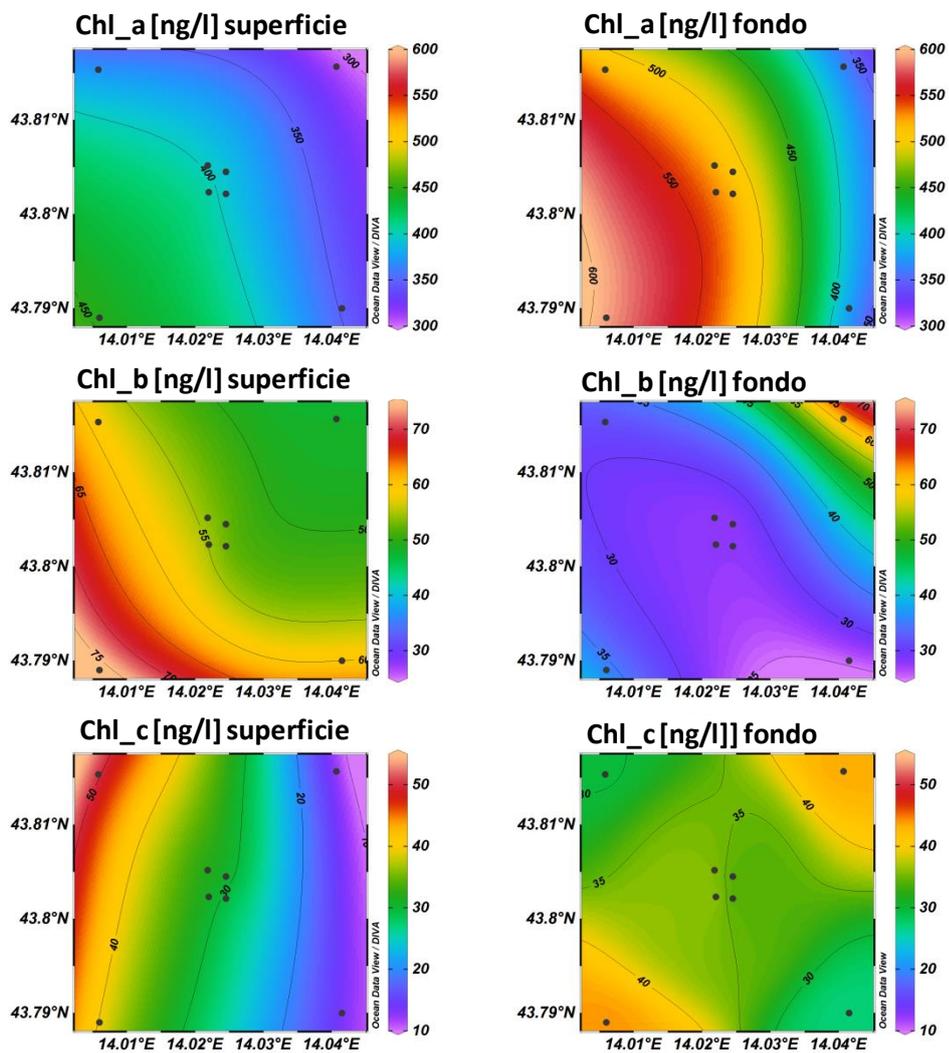


Fig. 3.17 - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng/l. **Gennaio 2017.**

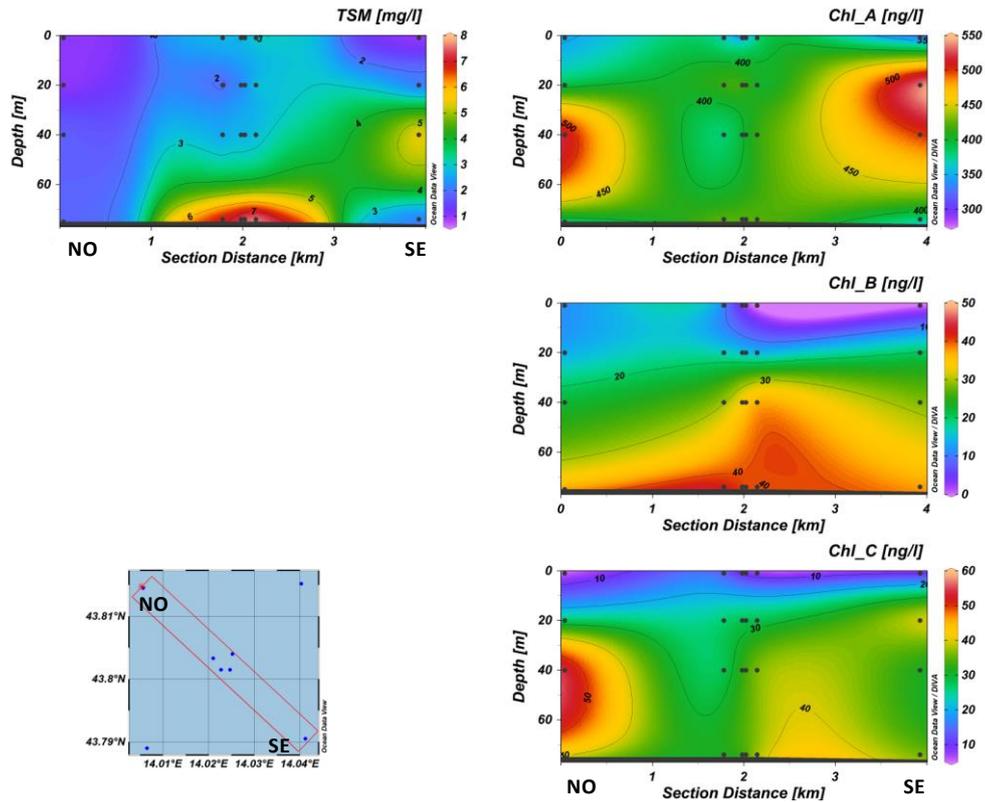


Fig. 3.18a - Sezione verticale delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Marzo 2017.**

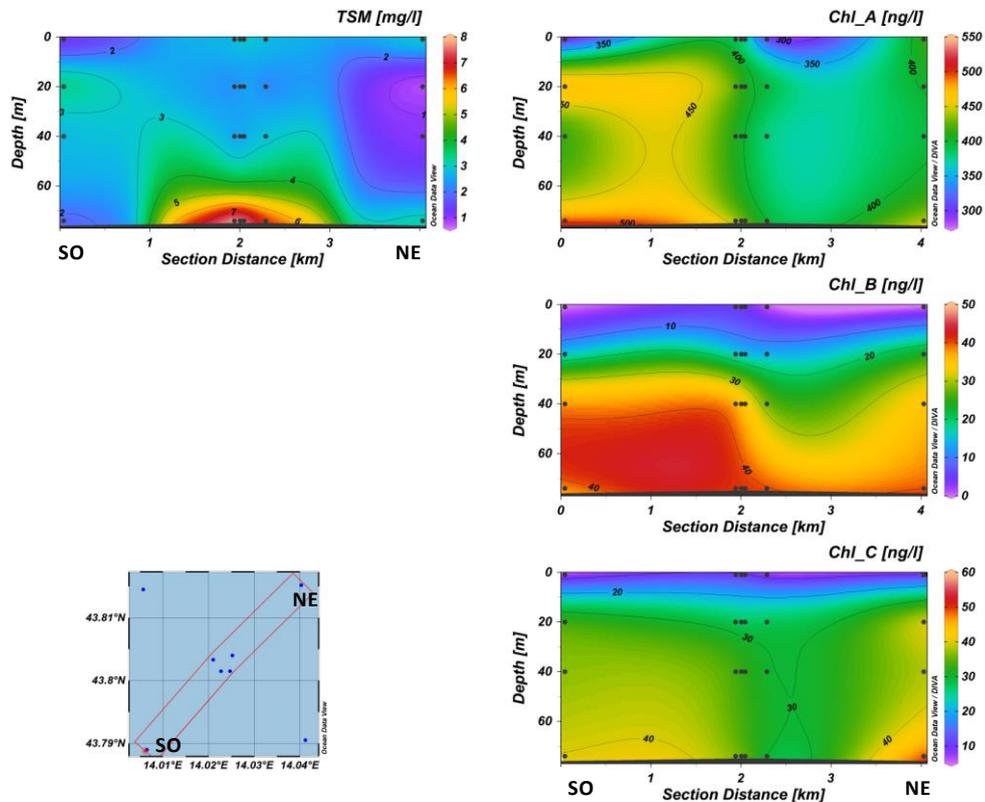


Fig. 3.18b - Sezione verticale delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Marzo 2017.**

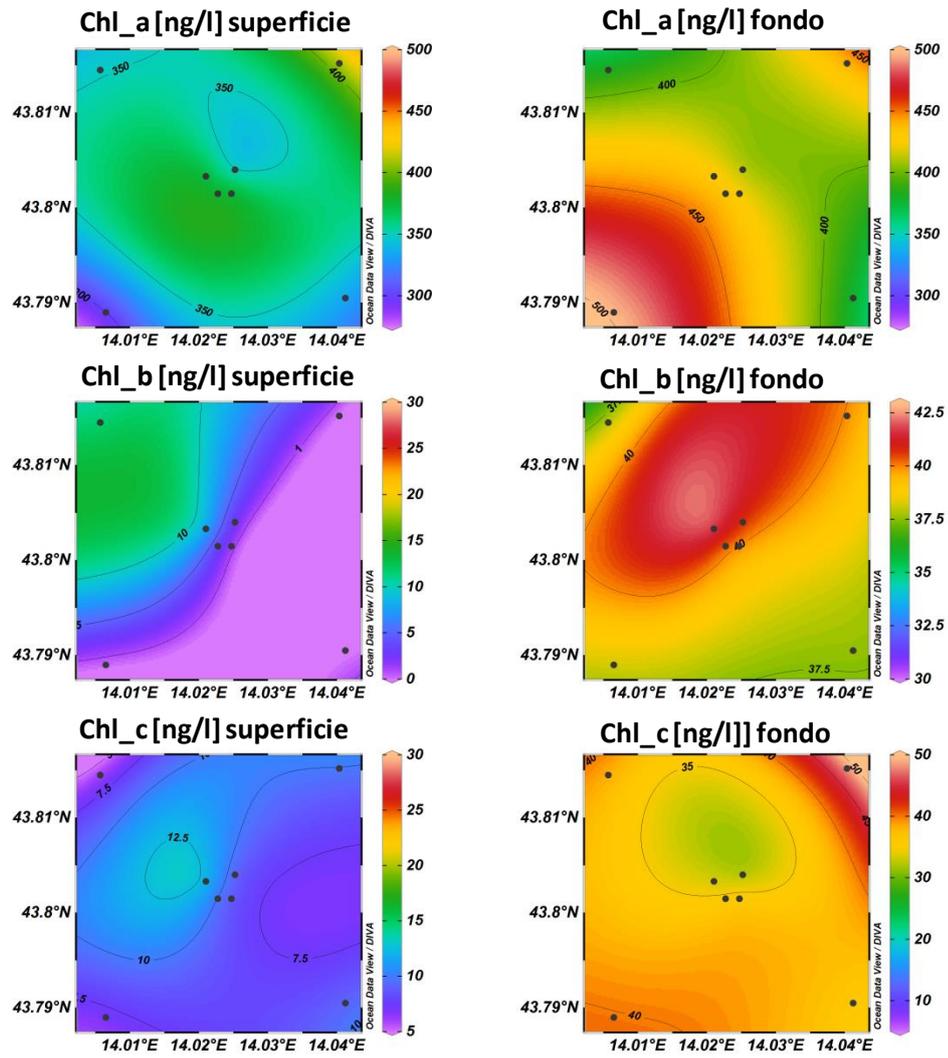


Fig. 3.19 - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng/l. **Marzo 2017.**

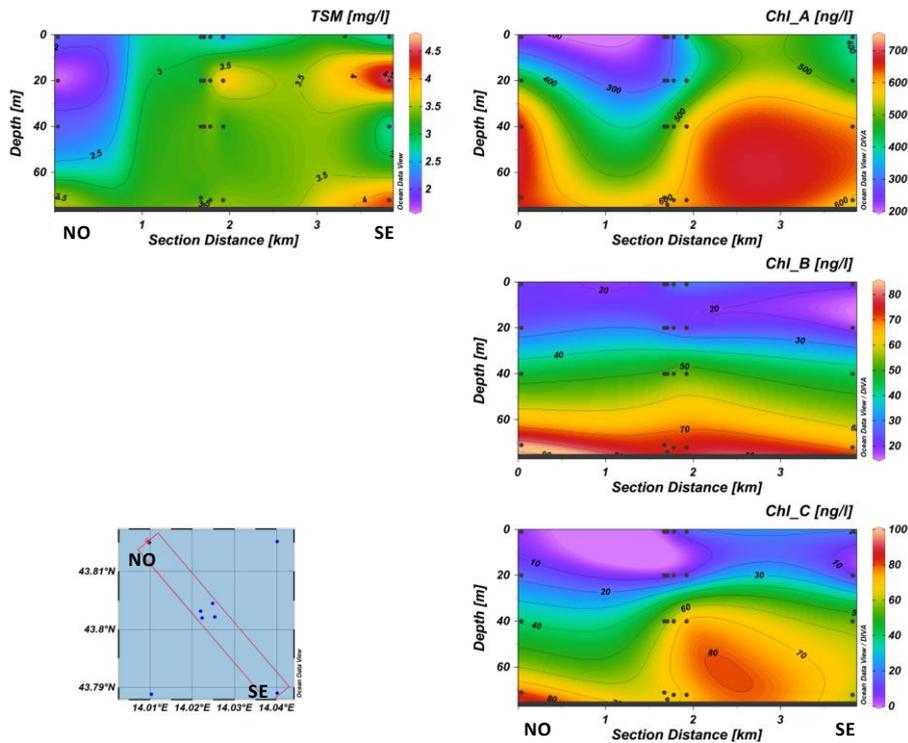


Fig. 3.20a - Sezione verticale delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Maggio 2017**.

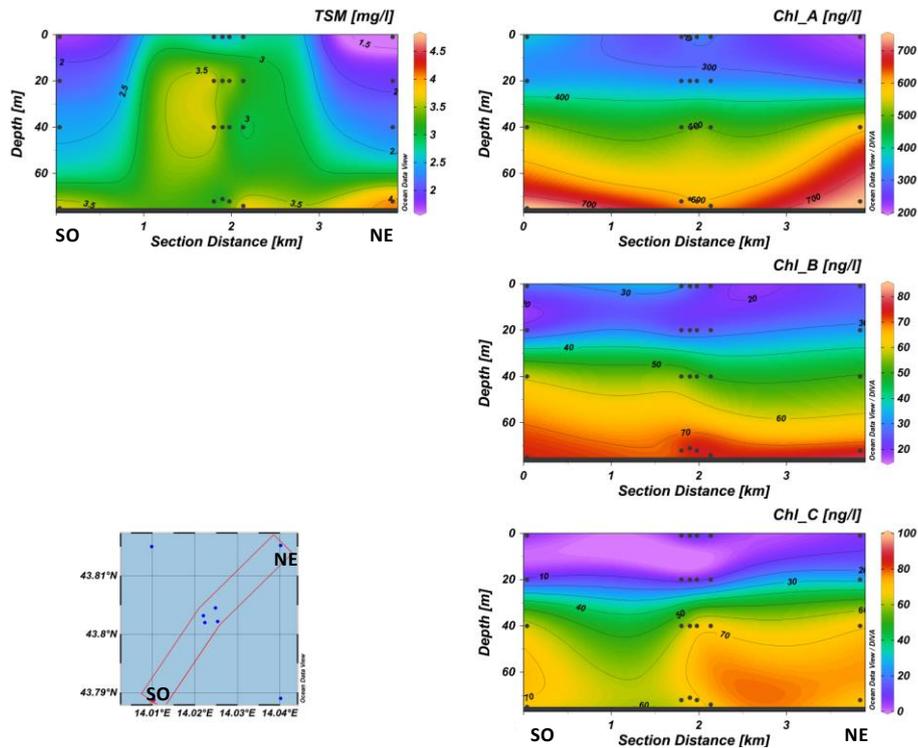


Fig. 3.20b - Sezione verticale delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg/l, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c), espresse in ng/l. **Maggio 2017**.

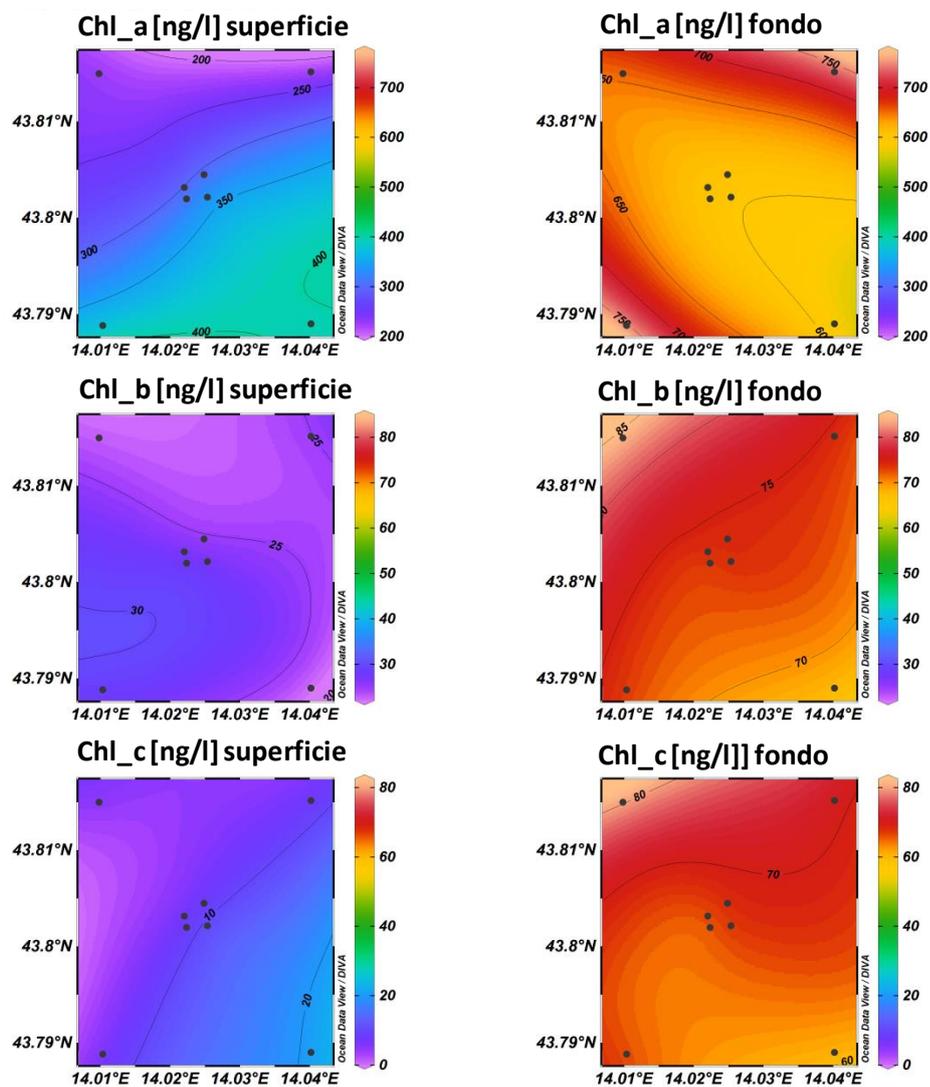


Fig. 3.21 - Mappe areali rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng/l. **Maggio 2017.**

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. In **gennaio** il numero di campioni sopra il limite di rilevabilità è risultato pari al 60%; il massimo ($1,61 \mu\text{g l}^{-1}$) è stato rilevato alla quota 20 m della stazione CL1. In generale la media dei valori è stata prossima al limite di rilevabilità ($1,21 \pm 0,16 \mu\text{g l}^{-1}$). Nella crociera di **marzo** invece, gli **IA** sono stati misurati in tutte le stazioni campionate con una variabilità relativamente bassa (CV pari a circa il 30%) e con una distribuzione relativamente omogenea sia rispetto la profondità, sia rispetto alla posizione della

piattaforma. Nessun particolare trend è stato evidenziato e la concentrazione media è risultata relativamente bassa ($2,73 \pm 0,84 \mu\text{g l}^{-1}$) seppure superiore al survey precedente. Il massimo assoluto, pari a $5,55 \mu\text{g l}^{-1}$, è stato misurato al fondo della stazione CL1. A **maggio**, rispetto alla crociera precedente, si è evidenziata un'importante diminuzione sia in termini di numero di siti in cui questi composti sono stati rilevati (41%), sia delle concentrazioni. La media dei valori in questo survey è risultata intermedia alle precedenti e pari a $2,04 \pm 1,21 \mu\text{g l}^{-1}$, con un massimo raggiunto alla quota 20 m della stazione CL6 ($5,55 \mu\text{g l}^{-1}$). Anche in questo caso non è stato evidenziato alcun trend nella 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 gennaio, marzo e maggio 2017.

Stazione	Gennaio 2017			Marzo 2017			Maggio 2017		
	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	< 1	<0,01	<30	2,12	<0,01	< 30	1,22	<0,01
CL1 20 m	< 30	1,61	<0,01	<30	2,73	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL1 40 m	< 30	1,26	<0,01	<30	2,60	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL1 fondo	< 30	1,06	<0,01	<30	5,55	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL2 sup	< 30	1,17	<0,01	<30	2,34	<0,01	< 30	2,39	<0,01
CL2 20 m	< 30	1,31	<0,01	<30	3,16	<0,01	< 30	2,27	<0,01
CL2 40 m	< 30	1,42	<0,01	<30	3,38	<0,01	< 30	2,13	<0,01
CL2 fondo	< 30	1,12	<0,01	<30	3,06	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL3 sup	< 30	< 1	<0,01	<30	2,23	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL3 20 m	< 30	< 1	<0,01	<30	2,40	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL3 40 m	< 30	< 1	<0,01	<30	2,17	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL3 fondo	< 30	1,32	<0,01	<30	1,15	<0,01	< 30	2,06	<0,01
CL4 sup	< 30	< 1	<0,01	<30	2,56	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL4 20 m	< 30	< 1	<0,01	<30	1,79	<0,01	< 30	2,91	<0,01
CL4 40 m	< 30	< 1	<0,01	<30	1,07	<0,01	< 30	1,17	<0,01
CL4 fondo	< 30	1,11	<0,01	<30	2,91	<0,01	< 30	1,05	<0,01
CL5 sup	< 30	< 1	<0,01	<30	3,01	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL5 20 m	< 30	1,09	<0,01	<30	2,55	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL5 40 m	< 30	< 1	<0,01	<30	3,15	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL5 fondo	< 30	1,01	<0,01	<30	2,43	<0,01	< 30	1,79	<0,01
CL6 sup	< 30	< 1	<0,01	<30	2,84	<0,01	< 30	1,18	<0,01
CL6 20 m	< 30	< 1	<0,01	<30	2,95	<0,01	< 30	5,55	<0,01
CL6 40 m	< 30	1,11	<0,01	<30	3,65	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL6 fondo	< 30	1,18	<0,01	<30	2,67	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL7 sup	< 30	1,36	<0,01	<30	2,40	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL7 20 m	< 30	1,20	<0,01	<30	3,25	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL7 40 m	< 30	< 1	<0,01	<30	3,55	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL7 fondo	< 30	1,45	<0,01	<30	2,07	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL8 sup	< 30	1,00	<0,01	<30	3,47	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL8 20 m	< 30	< 1	<0,01	<30	1,82	<0,01	< 30	1,05	<0,01
CL8 40 m	< 30	1,07	<0,01	<30	3,90	<0,01	< 30	< 1	<0,01
CL8 fondo	< 30	1,14	<0,01	<30	2,47	<0,01	< 30	1,75	<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 gennaio, marzo e maggio 2017.

Stazione	Gennaio 2017	Marzo 2017	Maggio 2017
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 **gennaio cadmio, ferro** (eccetto in CL2, -40 m), **mercurio, nichel, piombo** e **indio** non sono risultati rilevabili. L'**alluminio** e lo **zinco** hanno invece evidenziato concentrazioni superiori al proprio limite in circa il 41-45% dei campioni, con un massimo rispettivamente pari a 2,59 $\mu\text{g l}^{-1}$ (CL5, 20 m) e 19,61 $\mu\text{g l}^{-1}$ (CL6, superficie). Il **chromo**, rilevato in oltre il 70% dei campioni, mediamente presente con $0,20 \pm 0,10 \mu\text{g l}^{-1}$, ha mostrato una variabilità

elevata, raggiungendo un coefficiente di variazione (CV) di circa il 50%. Il valore massimo ($0,45 \mu\text{g l}^{-1}$) è stato misurato in superficie nella stazione CL1. **Arsenico, bario, rame, vanadio e silicio** sono risultati sempre al di sopra dei propri limiti di rilevabilità. Tra questi metalli, il rame ha evidenziato la massima variabilità (CV: ~88%) con un massimo di $2,25 \mu\text{g l}^{-1}$ raggiunto in superficie della CL5. Il valore medio è risultato, anche in questo caso, piuttosto basso e pari a $0,44 \pm 0,39 \mu\text{g l}^{-1}$. Arsenico, bario e vanadio, viceversa, sono stati gli elementi meno variabili, sia nella distribuzione orizzontale che in quella verticale (CV ~7%). Solo il bario ha mostrato una tendenza all'aumento verso il fondo (5 stazioni sulle 8 totali). Il silicio, infine, ha evidenziato una variabilità intermedia tra quelle sopra menzionate, attestandosi intorno al 15%. Inoltre, non ha presentato l'usuale trend con la profondità osservato nei periodi di indagine precedenti (Fabi *et al.*, 2017e). Il massimo è stato pari a $0,21 \text{ mg l}^{-1}$ (CL5, 20 m).

A **marzo**, come nella crociera precedente, **cadmio, ferro** (eccetto in un campione), **mercurio, piombo e indio** non sono risultati rilevabili. A questi si è aggiunto il **rame**. Il **cromo** è stato quantificato solo a -40 m della stazione CL1, mostrando perciò una netta diminuzione rispetto a gennaio. Una sensibile riduzione è stata osservata anche per lo **zinco**, essendo stato rilevato solo nel 25% dei campioni. Si è anche ridotta la concentrazione massima ($10,20 \text{ mg l}^{-1}$ in CL3, 20 m). Il **nichel**, viceversa, ha evidenziato un sostanziale incremento essendo risultato rilevabile nel 34% dei campioni. Il valore massimo ($1,42 \mu\text{g l}^{-1}$) è stato registrato a quota 40 m della stazione CL3. Anche l'**alluminio** ha mostrato un simile incremento raggiungendo un valore massimo pari a $8,41 \mu\text{g l}^{-1}$ alla quota 20 m della CL1. Discorso del tutto simile al precedente survey anche per quanto riguarda **arsenico, bario, vanadio e silicio**, per i quali è stata notata la medesima variabilità e valori medi molto simili. L'arsenico ha raggiunto la massima concentrazione in superficie nella CL5 ($1,72 \mu\text{g l}^{-1}$), il vanadio al fondo della CL7 ($2,53 \mu\text{g l}^{-1}$) e il bario alla quota 20 m della stazione CL6 ($10,19 \mu\text{g l}^{-1}$). Anche in questo survey, quest'ultimo metallo ha presentato (nell'80% dei casi) i valori massimi alle quote di fondo. Il silicio, infine, ha raggiunto il massimo ($0,25 \text{ mg l}^{-1}$) alla quota 20 m della stazione CL8. Per quanto riguarda la distribuzione spaziale delle concentrazioni, in marzo sono state rilevate alcune differenze importanti nel confronto tra stazioni prossime alla piattaforma e quelle più lontane di controllo. In particolare, **alluminio** e **nichel** hanno evidenziato concentrazioni superiori nelle stazioni più vicine alla struttura. In ogni caso, i valori medi misurati sono sempre compresi nella variabilità naturale di questi elementi in ambiente marino.

Tab. 3-IV – Metalli pesanti ($\mu\text{g/l}$; Si in mg/l) determinati a gennaio, marzo e maggio 2017.

Gennaio 2017														
Stazione	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
CL1 sup	2,28	1,55	6,99	< 0,1	0,45	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,29	2,44	6,64	< 0,1	0,20
CL1 20 m	0,54	1,71	7,02	< 0,1	0,24	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,32	2,38	2,91	< 0,1	0,13
CL1 40 m	0,55	1,64	7,05	< 0,1	0,12	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,29	2,46	< 0,1	< 0,1	0,14
CL1 fondo	0,69	1,64	7,09	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,34	2,34	2,41	< 0,1	0,15
CL2 sup	< 0,1	1,47	6,41	< 0,1	0,14	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,36	2,28	3,44	< 0,1	0,14
CL2 20 m	< 0,1	1,65	6,98	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,37	2,49	4,50	< 0,1	0,13
CL2 40 m	1,85	1,43	6,97	< 0,1	0,40	5,52	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,32	2,52	2,22	< 0,1	0,14
CL2 fondo	< 0,1	1,51	6,89	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,86	2,50	2,22	< 0,1	0,16
CL3 sup	< 0,1	1,83	6,63	< 0,1	0,22	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,40	2,61	< 0,1	< 0,1	0,13
CL3 20 m	< 0,1	1,45	6,45	< 0,1	0,10	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,21	2,45	< 0,1	< 0,1	0,13
CL3 40 m	< 0,1	1,62	6,78	< 0,1	0,18	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,26	2,52	3,91	< 0,1	0,18
CL3 fondo	< 0,1	1,70	6,91	< 0,1	0,12	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,22	2,54	< 0,1	< 0,1	0,16
CL4 sup	< 0,1	1,47	6,47	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,27	2,56	< 0,1	< 0,1	0,15
CL4 20 m	< 0,1	1,52	6,63	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,26	2,55	< 0,1	< 0,1	0,15
CL4 40 m	< 0,1	1,66	6,58	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,23	2,56	< 0,1	< 0,1	0,16
CL4 fondo	< 0,1	1,71	6,89	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,25	2,64	< 0,1	< 0,1	0,13
CL5 sup	1,34	1,47	6,20	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,25	2,51	6,59	< 0,1	0,14
CL5 20 m	2,59	1,62	6,97	< 0,1	0,26	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,14	2,53	1,91	< 0,1	0,21
CL5 40 m	< 0,1	1,60	6,66	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,28	2,66	< 0,1	< 0,1	0,13
CL5 fondo	0,29	1,58	6,63	< 0,1	0,11	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,63	2,76	< 0,1	< 0,1	0,12
CL6 sup	1,90	1,31	6,65	< 0,1	0,28	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,37	2,59	19,61	< 0,1	0,12
CL6 20 m	1,94	1,53	7,06	< 0,1	0,41	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,63	2,78	5,80	< 0,1	0,19
CL6 40 m	< 0,1	1,61	6,70	< 0,1	0,12	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,37	2,58	< 0,1	< 0,1	0,13
CL6 fondo	0,93	1,55	7,00	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,26	2,73	6,61	< 0,1	0,13
CL7 sup	< 0,1	1,52	6,40	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,69	2,78	2,39	< 0,1	0,15
CL7 20 m	< 0,1	1,57	6,32	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,25	2,78	< 0,1	< 0,1	0,13
CL7 40 m	< 0,1	1,71	6,27	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,25	2,80	< 0,1	< 0,1	0,13
CL7 fondo	< 0,1	1,59	6,63	< 0,1	0,19	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,26	2,88	< 0,1	< 0,1	0,12
CL8 sup	< 0,1	1,22	5,91	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,30	2,72	< 0,1	< 0,1	0,13
CL8 20 m	0,14	1,53	6,39	< 0,1	0,11	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,32	2,85	< 0,1	< 0,1	0,13
CL8 40 m	< 0,1	1,58	6,58	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,29	2,85	7,53	< 0,1	0,16
CL8 fondo	1,93	1,77	8,52	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,69	2,83	< 0,1	< 0,1	0,16

Tab. 3-IV – Continuo.

Marzo 2017														
Stazione	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
CL1 sup	< 0,1	< 0,1	0,25	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,12
CL1 20 m	8,41	1,51	7,92	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,41	< 0,1	< 0,1	2,13	< 0,1	< 0,1	0,13
CL1 40 m	6,97	1,46	7,85	< 0,1	0,10	< 5	< 0,1	0,51	< 0,1	< 0,1	2,16	< 0,1	< 0,1	0,13
CL1 fondo	2,68	1,45	8,10	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,43	< 0,1	< 0,1	2,08	< 0,1	< 0,1	0,15
CL2 sup	2,26	1,64	7,32	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,04	5,12	< 0,1	0,13
CL2 20 m	2,68	1,45	7,62	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,30	< 0,1	< 0,1	2,01	1,20	< 0,1	0,15
CL2 40 m	0,18	1,15	7,77	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,16	< 0,1	< 0,1	0,14
CL2 fondo	7,16	1,47	8,09	< 0,1	< 0,1	5,61	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,20	< 0,1	< 0,1	0,15
CL3 sup	2,34	1,48	7,79	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,46	< 0,1	< 0,1	2,17	7,46	< 0,1	0,10
CL3 20 m	4,56	1,51	7,99	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,75	< 0,1	< 0,1	2,20	10,20	< 0,1	0,14
CL3 40 m	0,16	1,19	7,97	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	1,42	< 0,1	< 0,1	2,24	< 0,1	< 0,1	0,20
CL3 fondo	0,70	1,40	7,89	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,30	< 0,1	< 0,1	0,17
CL4 sup	0,72	1,36	7,92	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,18	< 0,1	< 0,1	2,15	< 0,1	< 0,1	0,16
CL4 20 m	1,21	1,66	7,94	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,33	< 0,1	< 0,1	0,17
CL4 40 m	< 0,1	1,46	7,82	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,32	< 0,1	< 0,1	0,14
CL4 fondo	< 0,1	1,56	7,95	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,22	< 0,1	< 0,1	0,23
CL5 sup	4,11	1,72	7,55	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,24	10,20	< 0,1	0,19
CL5 20 m	4,90	1,59	7,66	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,22	< 0,1	< 0,1	2,33	< 0,1	< 0,1	0,21
CL5 40 m	0,68	1,38	7,67	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,26	< 0,1	< 0,1	0,14
CL5 fondo	0,37	1,44	7,97	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,30	< 0,1	< 0,1	0,19
CL6 sup	0,14	1,31	7,91	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,14	< 0,1	< 0,1	2,31	6,66	< 0,1	0,16
CL6 20 m	0,85	1,38	10,19	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,19	< 0,1	< 0,1	0,17
CL6 40 m	< 0,1	1,71	7,94	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,33	< 0,1	< 0,1	0,21
CL6 fondo	1,21	1,37	8,14	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,34	< 0,1	< 0,1	0,17
CL7 sup	< 0,1	1,33	7,72	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,37	< 0,1	< 0,1	0,13
CL7 20 m	1,55	1,36	7,76	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,35	< 0,1	< 0,1	0,13
CL7 40 m	< 0,1	1,63	7,77	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,46	< 0,1	< 0,1	0,13
CL7 fondo	< 0,1	1,58	7,98	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,53	< 0,1	< 0,1	0,13
CL8 sup	1,71	1,55	7,37	< 0,1	< 0,1	< 5	0,17	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,44	0,24	< 0,1	0,12
CL8 20 m	2,95	1,39	7,90	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,47	< 0,1	< 0,1	0,25
CL8 40 m	1,53	1,36	7,90	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,1	2,40	0,12	< 0,1	0,13
CL8 fondo	0,20	1,46	8,01	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,51	< 0,1	< 0,1	0,18

Tab. 3-IV – Continuo.

Stazione	Maggio 2017													
	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
CL1 sup	2,58	1,53	7,23	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,35	< 0,1	< 0,1	1,39	7,83	< 0,1	0,15
CL1 20 m	3,72	1,48	7,18	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	0,35	< 0,1	< 0,1	1,40	10,38	< 0,1	0,12
CL1 40 m	1,85	1,95	7,20	< 0,1	0,11	< 5	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,1	1,38	< 0,1	< 0,1	0,13
CL1 fondo	2,77	1,86	7,01	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	0,25	< 0,1	< 0,1	1,40	3,03	< 0,1	0,14
CL2 sup	1,93	1,42	6,97	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,1	1,37	0,57	< 0,1	0,12
CL2 20 m	3,30	1,54	8,22	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	0,27	< 0,1	< 0,1	1,45	6,72	< 0,1	0,13
CL2 40 m	1,41	2,06	6,75	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,1	1,43	< 0,1	< 0,1	0,13
CL2 fondo	6,11	1,83	7,22	< 0,1	0,36	< 5	< 0,1	0,19	< 0,1	< 0,1	1,46	3,99	< 0,1	0,15
CL3 sup	3,31	1,60	7,07	< 0,1	0,11	< 5	< 0,1	0,32	< 0,1	< 0,1	1,43	2,34	< 0,1	0,11
CL3 20 m	4,19	1,70	7,00	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,44	5,34	< 0,1	0,12
CL3 40 m	3,30	1,94	6,78	< 0,1	0,13	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,49	< 0,1	< 0,1	0,12
CL3 fondo	5,29	1,51	6,94	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,66	< 0,1	< 0,1	0,14
CL4 sup	1,88	1,55	7,43	< 0,1	0,17	< 5	< 0,1	0,73	< 0,1	< 0,1	1,44	4,07	< 0,1	0,12
CL4 20 m	1,71	1,70	7,15	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	0,50	< 0,1	< 0,1	1,69	11,18	< 0,1	0,13
CL4 40 m	7,70	1,74	7,36	< 0,1	0,15	< 5	< 0,1	0,12	< 0,1	< 0,1	1,64	1,68	< 0,1	0,14
CL4 fondo	2,26	1,74	6,96	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,49	< 0,1	< 0,1	0,18
CL5 sup	2,78	1,32	6,92	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,69	< 0,1	< 0,1	0,12
CL5 20 m	4,92	1,64	7,32	< 0,1	0,16	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,49	6,52	< 0,1	0,15
CL5 40 m	7,33	1,62	7,22	< 0,1	0,29	< 5	< 0,1	0,19	< 0,1	< 0,1	1,53	8,64	< 0,1	0,15
CL5 fondo	3,12	1,58	7,12	< 0,1	0,11	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,49	18,50	< 0,1	0,17
CL6 sup	1,94	1,53	7,06	< 0,1	0,11	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,48	0,84	< 0,1	0,12
CL6 20 m	3,89	1,81	6,85	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,58	< 0,1	< 0,1	0,14
CL6 40 m	1,72	2,14	7,02	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,53	< 0,1	< 0,1	0,14
CL6 fondo	2,64	1,72	7,27	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,63	< 0,1	< 0,1	0,17
CL7 sup	2,51	1,89	7,38	< 0,1	0,11	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,59	< 0,1	< 0,1	0,13
CL7 20 m	7,73	1,82	6,94	< 0,1	0,22	< 5	< 0,1	0,27	< 0,1	< 0,1	1,62	3,94	< 0,1	0,14
CL7 40 m	4,86	1,93	6,90	< 0,1	0,11	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,55	3,01	< 0,1	0,15
CL7 fondo	3,11	1,89	7,06	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,61	< 0,1	< 0,1	0,18
CL8 sup	3,18	1,76	6,94	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,63	0,59	< 0,1	0,12
CL8 20 m	1,26	1,70	6,97	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,60	< 0,1	< 0,1	0,15
CL8 40 m	3,89	1,76	7,19	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,70	2,34	< 0,1	0,12
CL8 fondo	2,90	1,66	7,20	< 0,1	0,11	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,70	3,40	< 0,1	0,16

A **maggio** la situazione non si è discostata molto dalle precedenti, con **cadmio**, **ferro**, **mercurio**, **piombo**, **rame** e **indio** sempre non rilevabili. **Nichel** e **zinco** hanno mostrato altresì una distribuzione dei valori molto simile a quella evidenziata in marzo. I rispettivi massimi sono stati raggiunti in superficie della stazione CL4 (0,73 $\mu\text{g l}^{-1}$) e al fondo della CL5 (18,50 $\mu\text{g l}^{-1}$). Anche **arsenico**, **bario** e **silicio** non hanno evidenziato differenze particolari rispetto alle crociere precedenti né in termini di concentrazioni, né in termini di variabilità. I loro valori medi sono risultati, infatti, rispettivamente $1,72 \pm 0,19 \mu\text{g l}^{-1}$, $7,12 \pm 0,27 \mu\text{g l}^{-1}$ e $0,14 \pm 0,02 \text{mg l}^{-1}$, mentre i massimi sono stati raggiunti rispettivamente alla quota 40 m della stazione CL6 (2,14 $\mu\text{g l}^{-1}$), a -20 m della CL2 (8,22 $\mu\text{g l}^{-1}$) e al fondo della CL4 e della CL7 (0,18 mg l^{-1}). Per il **bario** non è stato osservato alcun trend legato alla profondità, contrariamente alle crociere precedenti. Il **vanadio** rappresenta in questo survey l'elemento con le maggiori differenze rispetto ai mesi precedenti essendo

notevolmente diminuito (concentrazione media: $1,53 \pm 0,11 \mu\text{g l}^{-1}$; gennaio: $2,61 \pm 0,16 \mu\text{g l}^{-1}$; marzo: $2,28 \pm 0,13 \mu\text{g l}^{-1}$). Il massimo ($1,70 \mu\text{g l}^{-1}$) è stato raggiunto a -40 m e al fondo della CL8. **Cromo** e **alluminio**, invece, sono aumentati rispetto a marzo. Il cromo si è riportato su valori e distribuzione simili a quelli di gennaio, con un massimo di $0,36 \mu\text{g l}^{-1}$ raggiunto al fondo della stazione CL2. L'alluminio è risultato piuttosto variabile (CV: 51%), con un massimo di $7,73 \mu\text{g l}^{-1}$ raggiunto alla quota 20 m della CL7.

3.2. MISURE CORRENTOMETRICHE

Nel 1° semestre 2017, a causa di problemi di tipo tecnico, si dispone solo delle registrazioni relative al mese di gennaio.

Dai grafici delle pressione (fig. 3.22) relativi ai due correntometri utilizzati si denota un buon equilibrio dell'ormeggio durante il periodo di osservazione. Infatti non sono avvenuti abbattimenti significativi dei correntometri tali da poter creare problemi alle misure.

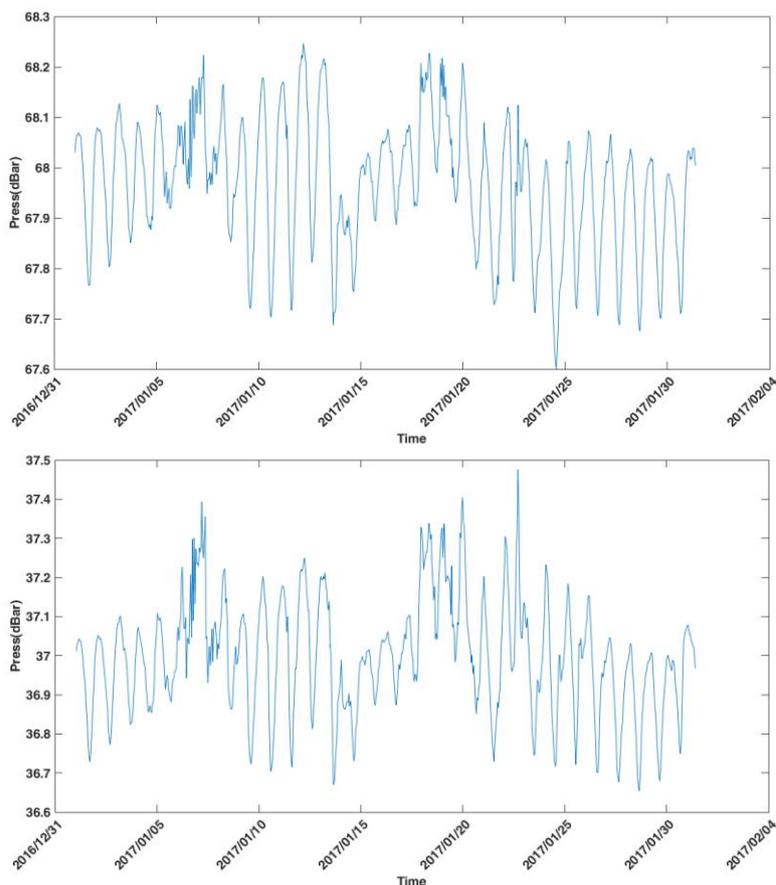


Fig. 3.22 - Pressione misurata nel gennaio 2017 dai correntometri posizionati alle quote di 67,5 m (in alto) e 37 m (in basso) presso Clara NW.

Per quanto concerne le misure correntometriche (figg. 3.23 e 3.24), durante il periodo di registrazione la direzione della corrente è stata prevalentemente verso NE con rotazioni verso NW e SW. In particolare, nei primi 4 – 5 gg del mese sono avvenute rapide rotazioni tra NE e NW con velocità comunque ridotte, inferiori a 0,1 m/s. Nei successivi 5 gg la direzione prevalente è stata SW con velocità maggiori rispetto alle precedenti (sino a 0,4 m/s); poi sino a metà mese l'intensità della corrente è tornata a valori di circa 0,1 m/s, con rapide rotazioni tra SW e NW. Tra il 17 e il 21 gennaio la direzione prevalente è stata nuovamente NE (velocità massima di 0,4 m/s) con rotazioni verso NW fino al giorno 26.

Nell'ultimo periodo, infine, la direzione della corrente ha subito rapide rotazioni tra SE, SW e NW, con velocità tra 0,2 e 0,3 m/s.

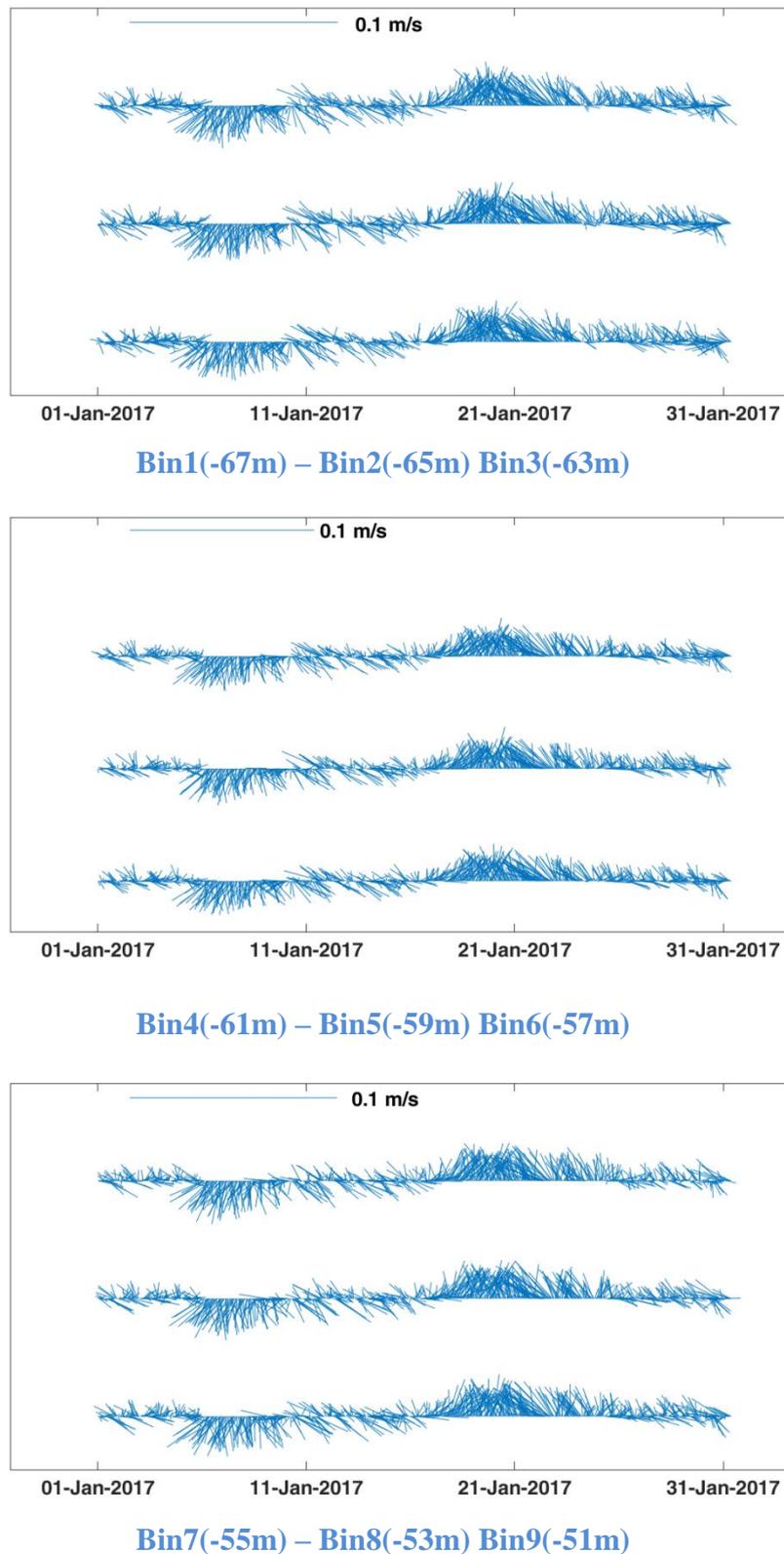
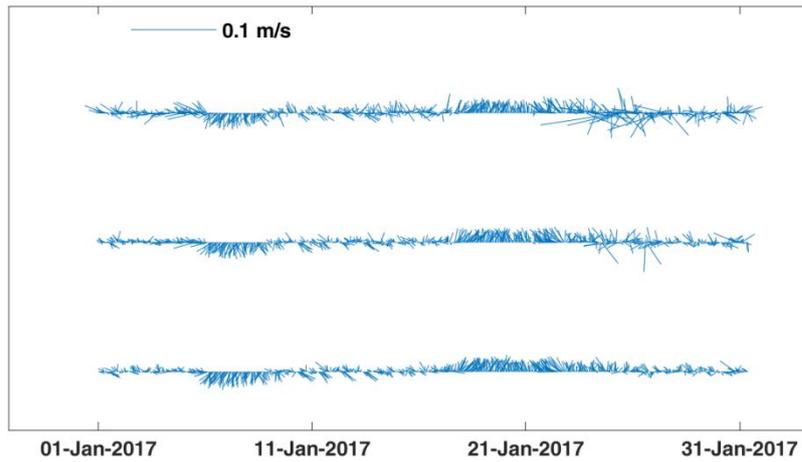
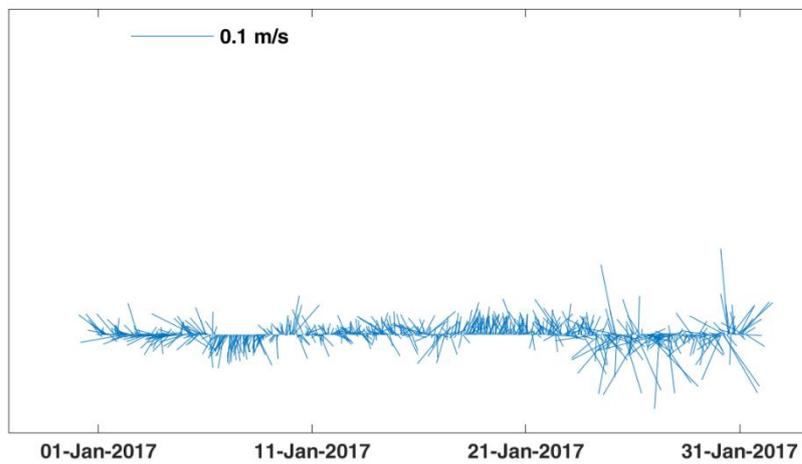


Fig. 3.23 - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d'acqua (dal fondo verso la superficie) ottenuti con il correntometro ADCP posizionato a -67,5 m nel mese di gennaio 2017.

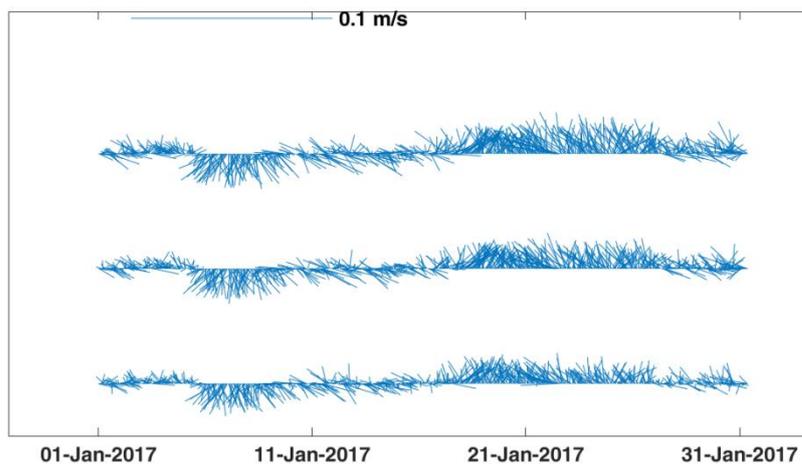


Bin10(-49m) – Bin11(-47m) Bin12(-45m)



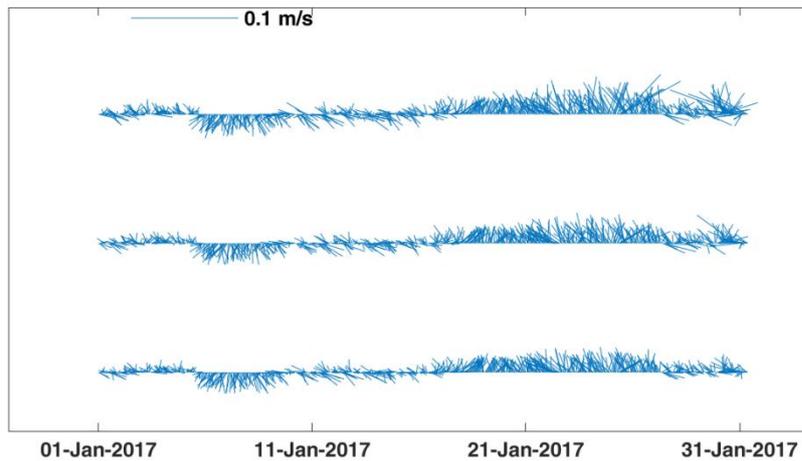
Bin13(-43m)

Fig. 3.23 - Continuo.

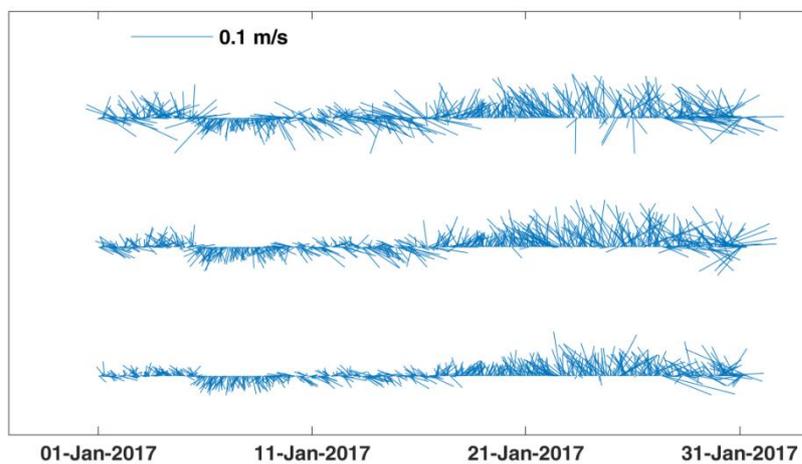


Bin1(-36,55m) – Bin2(-34,55m) – Bin3(-32,55m)

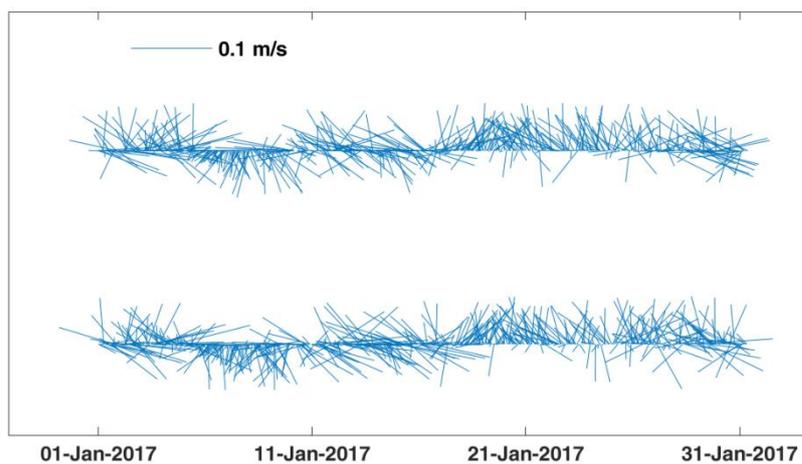
Fig. 3.24 - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d'acqua (dal fondo verso la superficie) ottenuti con il correntometro ADCP posizionato a -37 m nel gennaio 2017.



Bin4(-30,55m) – Bin5(-28,55m) – Bin6(-26,55m)



Bin7(-24,55m) – Bin8(-22,55m) – Bin9(-20,55m)



Bin13(-12,55m) – Bin14(-10,55m)

Fig. 3.24 - Continuo.

La temperatura ha presentato un trend molto simile ad entrambe le quote (-67,5 m e -37 m; fig. 3.25). Dal 1° al 20 gennaio è avvenuto un rapido decremento, passando da circa 15°C a

circa 11°C. Successivamente sono avvenute rapide oscillazioni tra gli 11°C e i 12°C sino al raggiungimento di 13°C circa a fine mese.

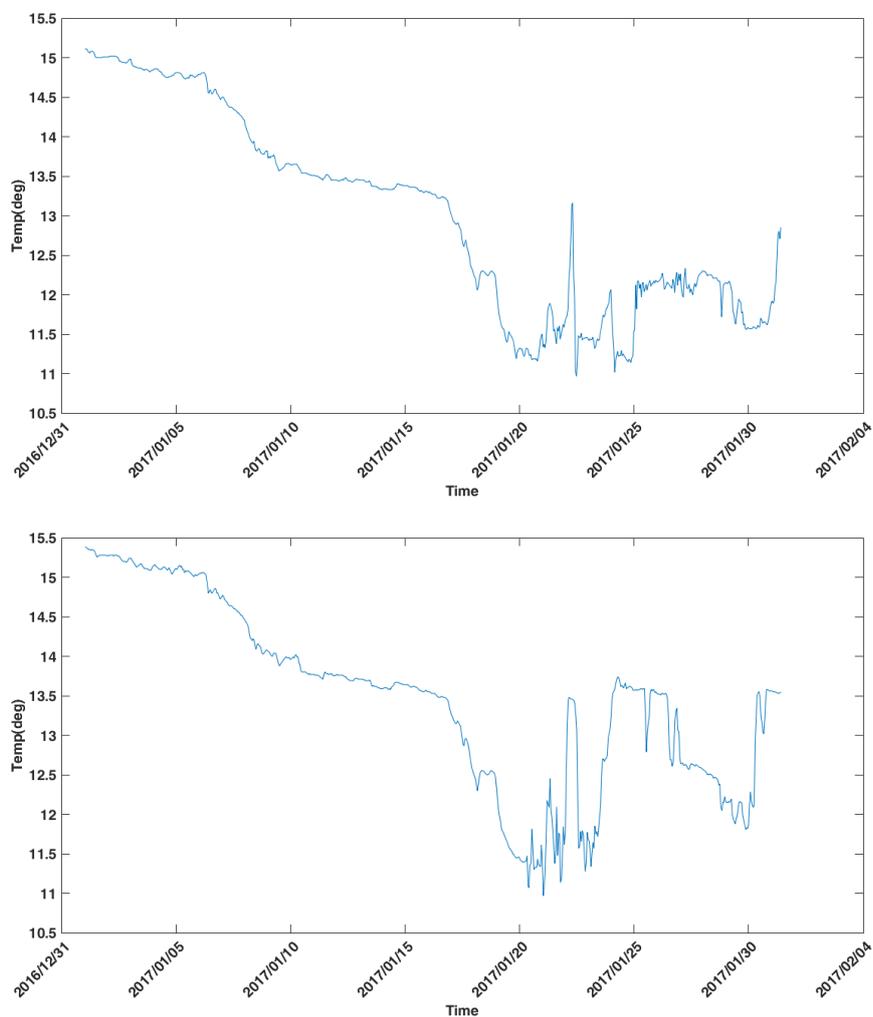


Fig. 3.25 - Andamento della temperatura registrata dai sensori dei due ADCP posizionati a -67,5 m (in alto) e a -37 m (in basso) nel gennaio 2017.

3.3. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

3.3.1. GRANULOMETRIA

Al tatto tutti i sedimenti campionati nell'inverno 2017 erano costituiti in prevalenza dalla frazione pelitica con scarsa presenza di biodetrito conchifero.

Solo nelle stazioni CL SE, A5 e CL SW erano presenti lievi strie nerastre indicatrici di una minore ossigenazione rispetto agli altri campioni (fig. 3.26).



Fig. 3.26 - Campioni di sedimento prelevati dai siti CL SE e A5 nell'inverno 2017.

L'analisi granulometrica (fig. 3.27, Tab. 3-V) ha rilevato ampie differenze tra i campioni relativi ai transetti A e B, anche se nella maggior parte di essi è risultata prevalente la frazione siltosa (sedimenti silt-argillosi secondo Shepard; All. B). La stazione B4 è stata classificata come argilla siltosa per la prevalenza di argilla, mentre A5, A6 e B3, analogamente ai quattro siti a ridosso della piattaforma, sono stati classificati come Loam per una maggiore omogeneità tra le percentuali delle tre frazioni granulometriche.

I controlli K1-K3 erano caratterizzati da sedimenti sil-argillosi per la dominanza del silt sebbene presente in percentuali solo modestamente superiori a quelle dell'argilla, mentre K4 è risultato argilla siltosa per un andamento opposto di queste due frazioni.

Questa variabilità tra le varie stazioni di campionamento è stata rilevata sin dall'inizio della fase di produzione di Clara NW (Fabi *et al.*, 2017e).

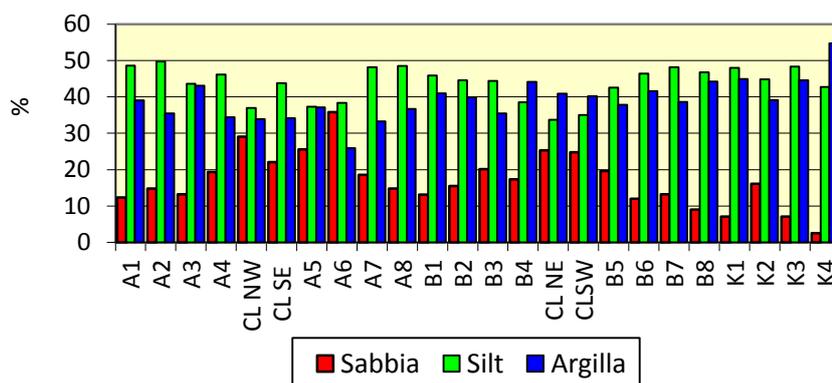


Fig. 3.26 - Ripartizione delle classi granulometriche, espresse in percentuale, nei sedimenti analizzati nell'inverno 2017.

Tab. 3-V - Composizione percentuale delle principali classi granulometriche dei sedimenti analizzati nel 3° survey post lavori di installazione (inverno 2017). Le stazioni di campionamento poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in rosso.

	Sabbia	Pelite		Classificazione di Shepard
		Silt	Argilla	
A1	12,40	48,55	39,04	silt argilloso
A2	14,81	49,75	35,44	silt argilloso
A3	13,27	43,62	43,11	silt argilloso
A4	19,40	46,18	34,41	silt argilloso
CL NW	29,09	36,98	33,93	loam
CL SE	22,09	43,79	34,12	loam
A5	25,57	37,31	37,12	loam
A6	35,78	38,32	25,90	loam
A7	18,57	48,18	33,25	silt argilloso
A8	14,85	48,49	36,66	silt argilloso
B1	13,16	45,85	40,99	silt argilloso
B2	15,56	44,57	39,88	silt argilloso
B3	20,14	44,37	35,49	loam
B4	17,35	38,49	44,17	argilla siltosa
CL NE	25,35	33,74	40,91	loam
CL SW	24,78	35,01	40,21	loam
B5	19,67	42,52	37,81	silt argilloso
B6	12,02	46,41	41,57	silt argilloso
B7	13,22	48,12	38,66	silt argilloso
B8	9,01	46,76	44,24	silt argilloso
K1	7,09	48,00	44,91	silt argilloso
K2	16,10	44,79	39,11	silt argilloso
K3	7,08	48,36	44,57	silt argilloso
K4	2,59	42,73	54,68	argilla siltosa

3.3.2. IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

Gli IPA hanno presentato comportamenti diversi nell'area di studio come già nel pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e), ma tutti sono risultati presenti in basse concentrazioni, molto al di sotto degli LCB indicati da ICRAM-APAT (2007; Tab. 3-VI). Tale considerazione non vale per il Naftalene che in molti siti ha presentato tenori elevati con il massimo in A6 (397,5 µg/kg) pari a 11 volte l'LCB (35 µg/kg).

Tab. 3-VI - Concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici ($\mu\text{g}/\text{kg}$ s.s.) nei sedimenti prelevati nel 3° survey post lavori. Le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in rosso. Ove disponibili sono anche riportati gli LCB indicati da ICRAM-APAT (2007).

	LCB	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	<1	0,6	<1	<1	1,3	1,2	<1	3,4	2,8	2,4	1,5	1,6	1,5	0,9	1,4	1,5	1,2	1,3	1,2	1,9	<1	1,2	1,7	1,4
Acenaftilene		2,1	0,9	1,0	1,0	1,1	1,3	1,0	3,2	1,7	1,9	1,3	1,3	1,5	1,1	1,6	1,3	1,3	1,2	1,3	1,4	0,8	1,1	3,9	1,5
Antracene	47	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Benzo (a) antracene	75	5,5	1,4	1,9	1,8	1,8	1,3	1,5	2,4	7,6	2,0	1,6	1,8	1,9	1,7	2,1	1,7	1,9	1,9	1,8	2,0	1,8	1,9	9,5	2,3
Benzo (a) pirene	80	3,3	1,5	1,9	1,8	1,7	1,5	1,6	3,1	5,6	2,1	1,7	1,8	2,0	1,6	2,2	1,6	1,8	1,8	1,8	2,0	1,7	1,7	4,9	2,1
Benzo (b) fluorantene	40	10,0	9,2	8,5	13,3	14,8	5,2	9,6	2,5	15,5	13,8	12,8	15,9	13,6	13,9	14,5	9,9	16,4	15,4	14,2	16,0	14,7	9,5	22,6	12,8
Benzo (g, h,i) perilene	55	<1	0,8	1,8	1,3	2,0	<1	0,6	<1	4,5	<1	1,2	1,6	1,4	1,5	<1	1,9	1,6	1,5	1,2	1,9	1,8	1,6	3,2	2,6
Benzo (k) fluorantene	20	11,3	9,5	5,8	13,7	15,0	5,8	10,0	4,3	11,5	14,4	13,1	16,1	14,0	14,1	15,0	6,6	16,6	15,7	14,5	16,3	14,9	6,4	22,7	8,9
Crisene	108	2,6	2,6	3,4	2,9	3,1	1,1	2,2	<1	10,4	3,0	2,6	3,5	3,0	3,0	3,2	3,1	3,4	3,3	3,0	3,6	3,2	3,3	12,5	4,4
Dibenzo (a, h) antracene	6	<1	<1	0,9	0,8	<1	<1	<1	<1	1,5	<1	0,7	0,8	<1	0,7	<1	0,8	0,9	0,8	0,8	1,0	0,8	0,8	1,3	0,9
Fenantrene	87	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Fluorantene	113	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Fluorene	21	2,1	0,8	1,0	1,1	0,9	0,9	0,9	2,1	2,5	1,8	1,0	1,1	1,0	0,8	1,1	1,1	0,9	0,9	0,8	1,3	<1	0,9	3,9	1,2
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	70	3,7	2,8	4,7	3,7	4,6	0,8	2,6	<	7,3	3,8	3,6	4,2	4,3	4,0	4,1	4,5	4,5	4,1	4,1	4,7	4,2	4,1	5,7	5,6
Naftalene	35	31,9	15,0	17,9	14,3	58,7	100,3	14,1	397,5	178,2	150,4	93,2	129,5	136,7	103,4	126,8	63,5	87,8	56,1	87,6	144,3	0,3	56,9	175,1	144,7
Pirene	153	3,2	1,8	2,6	2,5	2,4	1,1	2,0	<1	15,4	2,2	1,9	2,2	2,2	2,0	2,5	2,0	2,3	2,3	2,0	2,4	1,5	2,2	27,5	3,1
Totale	900	75,6	46,9	51,5	58,1	107,3	120,4	46,1	418,4	264,6	197,9	136,3	181,4	183,1	148,8	174,5	99,5	140,4	106,2	134,3	198,7	45,6	91,6	294,6	191,5

Nella maggior parte degli altri siti, sebbene in misura minore, le concentrazioni del Naftalene sono risultate comunque anomale e pari a 3-5 volte l'LCB (A7, A8, B2, B3, CL SE, CL NE, B8, K4, K3). Anomalie di minore rilievo (ossia 1,5-3 volte l'LCB) sono state rilevate in CL SE, CL NW, B1, B4, CL SW, B5, B6, B7 e K2. Va comunque sottolineato che le anomalie riguardano anche i controlli e pertanto non possono essere unicamente imputate alla presenza di Clara NW.

Per quanto concerne gli altri IPA, alcuni sono stati rilevati in tutti (Acenaftilene, Benzo(a) antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene e Nafatalene) o quasi tutti i siti (Acenaftene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Fluorene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene e Pirene,), altri non sono stati rilevati affatto (Antracene, Fenantrene e Fluorantene). Mediamente diffuso (15 siti su 24) il Dibenzo(a h)antracene.

Gli IPA totali rispecchiano quasi esclusivamente l'andamento del Naftalene (fig. 3.27). Nel complesso le concentrazioni totali sono comunque risultate basse, anche in A6, molto al di sotto dell'LCB (900 µg/kg), Ciò testimonia il basso livello di contaminazione dell'area indagata.

Rispetto al pre-survey e ai monitoraggi successivi (Fabi *et al.*, 2017e) nell'inverno 2017 sono avvenuti un diffuso incremento e una maggiore variabilità tra i siti, ma i pattern osservati non sono relazionabili alla presenza della piattaforma.

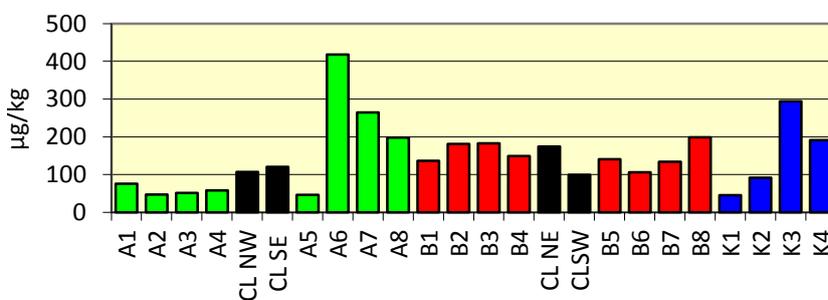


Fig. 3.26 - Concentrazioni (µg/kg s.s.) di IPA nei sedimenti prelevati nell'inverno 2017. Le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in nero.

3.3.3. IDROCARBURI TOTALI

Nell'inverno 2017 le concentrazioni degli idrocarburi leggeri (C<12) sono risultate inferiori al limite di quantificazione come in tutti i survey precedenti (Fabi *et al.*, 2017e).

Per quanto riguarda gli idrocarburi pesanti (C>12; Tab. 3-VII e fig. 3.27), invece, le analisi testimoniano la presenza di basse concentrazioni ovunque.

Lungo il transetto A è stata riscontrata una maggiore variabilità rispetto agli gruppi di stazioni causata dal particolare comportamento dei siti A1 e A2 dove sono stati registrati i

tenori maggiori di questo survey. Concentrazioni leggermente superiori a quelli dei controlli sono state rilevate un po' in tutte le stazioni dei transetti e in quelli a ridosso della struttura. Comunque, in generale i valori sono notevolmente diminuiti o rimasti confrontabili con quelli del pre-survey, escludendo un effetto di Clara NW sulla dinamica di questi contaminanti.

Tab. 3-VII – Idrocarburi pesanti C>12 (mg/kg) rilevati nei sedimenti prelevati nell'inverno 2017 (3° survey post lavori di installazione). In rosso i siti corrispondenti alla piattaforma.

A1	21,5
A2	23,8
A3	13,6
A4	12,4
CL NW	15,0
CL SE	12,6
A5	14,8
A6	13,9
A7	14,7
A8	14,5
B1	13,8
B2	11,1
B3	12,2
B4	10,3
CL NE	15,2
CL SW	16,9
B5	10,7
B6	13,4
B7	13,8
B8	16,7
K1	9,7
K2	11,5
K3	12,3
K4	9,9

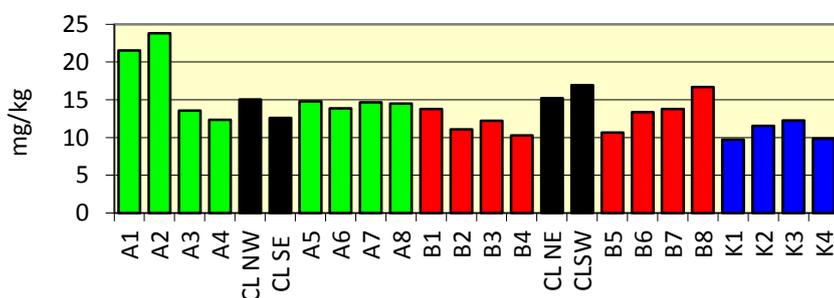


Fig. 3.27 - Concentrazioni (mg/kg s.s.) di idrocarburi totali pesanti (C>12) nei sedimenti prelevati nell'inverno 2017. Le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in nero.

3.3.4. METALLI PESANTI

I contenuti dei metalli pesanti rilevati nel 3° survey post lavori di installazione sono riportati in fig. 3.28 e in Tab. 3-VIII. Nella discussione che segue vengono considerati come riferimento i Livelli Chimici di Riferimento Nazionali (di seguito LNCR) 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 – Le percentuali di alluminio sono risultate basse e mediamente paragonabili tra transetti, siti prossimi a Clara NW e controlli (A: $2,35 \pm 0,49$; B: $2,73 \pm 0,33$; CL: $2,08 \pm 0,28$; K: $2,59 \pm 0,13$). Non ci sono anomalie da segnalare, neanche rispetto ai survey precedenti (Fabi *et al.*, 2017e).

Arsenico – Le concentrazioni di arsenico determinate lungo i transetti e nei siti prossimi a Clara NW sono risultate tutte inferiori rispetto a quelle dei riferimenti. Particolarmente modesti i tenori nel tratto CL SE - A6 e in CL SW, dove sono risultati inferiori anche a quelli del pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e). Negli altri siti campionati anche prima della messa in opera della piattaforma eccetto B3 l'arsenico è aumentato, raggiungendo tenori maggiori del LCRN. Questo pattern è stato osservato anche ai controlli e pertanto risulta indipendente dalla presenza della piattaforma.

Bario – Nel 3° post lavori è stata evidenziata una tendenza all'aumento di bario presso Clara NW e a breve distanza da essa, in particolare in A4, dove è stato raggiunto un picco ($324,34$ mg/kg) pari a circa 4 volte la media dei riferimenti ($85,36 \pm 48,3$ mg/kg). Nelle altre stazioni dei transetti i tenori sono risultati inferiori o simili a quello registrato in K3, il controllo con il più alto contenuto del metallo, mentre in piattaforma ad esclusione di CL SE sono risultati superiori. Questi risultati, oltre al fatto che rispetto al pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e) l'area prossima alla struttura ha incrementato le concentrazioni, sembrano una conseguenza della presenza di Clara NW.

Cadmio – Le concentrazioni di cadmio sono risultate diffusamente basse e molto omogenee tra loro. Solo nei siti CL NW e CLSE i tenori sono apparsi superiori a quelli dei controlli, ma anche questi due valori sono inferiori a quelli registrati nel pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e). Inoltre, tutte le concentrazioni sono apparse ampiamente inferiori al LCRN.

Tab. 3-VIII - Concentrazioni (mg/kg s.s.; Al e Fe espressi in %) dei metalli in tracce presenti nei sedimenti prelevati nel 3° survey post lavori. In rosso le stazioni corrispondenti a Clara NW.

	Alluminio	Arsenico	Bario	Cadmio	Cromo	Rame	Ferro	Indio	Mercurio	Nichel	Piombo	Silicio	Vanadio	Zinco
A1	2,53	12,24	66,39	0,049	68,98	13,63	2,35	< 0,02	0,037	53,08	12,40	18,98	60,82	67,27
A2	2,72	13,03	89,21	0,055	72,12	14,34	2,38	< 0,02	0,036	53,04	12,99	41,42	64,55	67,03
A3	2,58	14,93	142,59	0,059	73,18	18,46	2,60	< 0,02	0,037	58,52	13,20	49,87	64,44	77,12
A4	2,52	13,79	324,34	0,053	70,66	14,70	2,35	< 0,02	0,040	52,59	13,76	17,71	61,77	73,85
CL NW	1,89	11,92	185,25	0,085	66,43	12,54	2,06	< 0,02	0,034	49,45	10,38	93,24	50,50	63,22
CL SE	1,89	8,50	117,54	0,080	62,48	16,53	2,33	< 0,02	0,020	52,32	8,29	97,26	49,24	137,10
A5	1,87	9,56	103,80	0,059	55,30	11,54	1,92	< 0,02	0,029	42,00	10,40	17,40	47,67	55,00
A6	1,34	8,74	97,60	0,045	47,28	7,16	1,52	< 0,02	0,013	32,65	5,60	38,16	34,71	43,44
A7	2,50	13,52	89,34	0,047	70,29	14,71	2,42	< 0,02	0,035	54,57	13,93	23,36	61,58	72,31
A8	2,71	14,14	85,23	0,051	73,65	14,48	2,44	< 0,02	0,039	55,96	13,17	25,98	65,35	70,34
B1	3,32	13,67	116,21	0,055	81,22	16,20	2,65	< 0,02	0,038	57,49	13,63	22,66	76,22	75,15
B2	2,63	14,05	81,11	0,053	73,14	14,96	2,51	< 0,02	0,038	58,33	12,36	<5	64,87	71,79
B3	2,93	10,54	94,30	0,052	74,21	13,43	2,36	< 0,02	0,037	50,85	13,33	28,91	67,87	66,04
B4	2,18	13,53	144,86	0,049	64,75	12,63	2,15	< 0,02	0,035	48,51	10,00	19,28	54,78	62,69
CL NE	2,48	12,77	179,43	0,052	71,95	14,40	2,47	< 0,02	0,033	55,58	11,21	60,97	62,85	72,60
CL SW	2,06	7,30	165,16	0,052	65,45	15,13	2,30	< 0,02	0,035	52,45	11,36	57,29	54,11	67,54
B5	2,53	13,62	95,03	0,051	70,23	13,26	2,27	< 0,02	0,036	49,98	12,72	<5	61,49	64,95
B6	2,58	15,20	76,28	0,047	69,09	13,81	2,35	< 0,02	0,039	51,65	14,09	13,20	61,55	67,25
B7	2,82	12,79	82,74	0,049	70,72	13,59	2,31	< 0,02	0,038	51,02	11,67	<5	65,20	65,86
B8	2,83	14,46	73,55	0,047	72,23	14,17	2,37	< 0,02	0,037	52,64	14,09	11,88	65,72	67,79
K1	2,41	15,00	52,99	0,046	69,82	14,51	2,36	< 0,02	0,038	54,97	12,79	42,30	59,26	68,97
K2	2,64	14,68	56,51	0,043	75,42	15,15	2,62	< 0,02	0,039	59,01	11,30	73,98	66,21	74,81
K3	2,61	15,98	156,24	0,049	74,96	16,26	2,63	< 0,02	0,043	61,04	13,76	33,98	64,47	76,87
K4	2,72	14,99	75,70	0,049	80,44	18,43	2,93	< 0,02	0,042	66,93	15,34	74,55	67,19	87,09

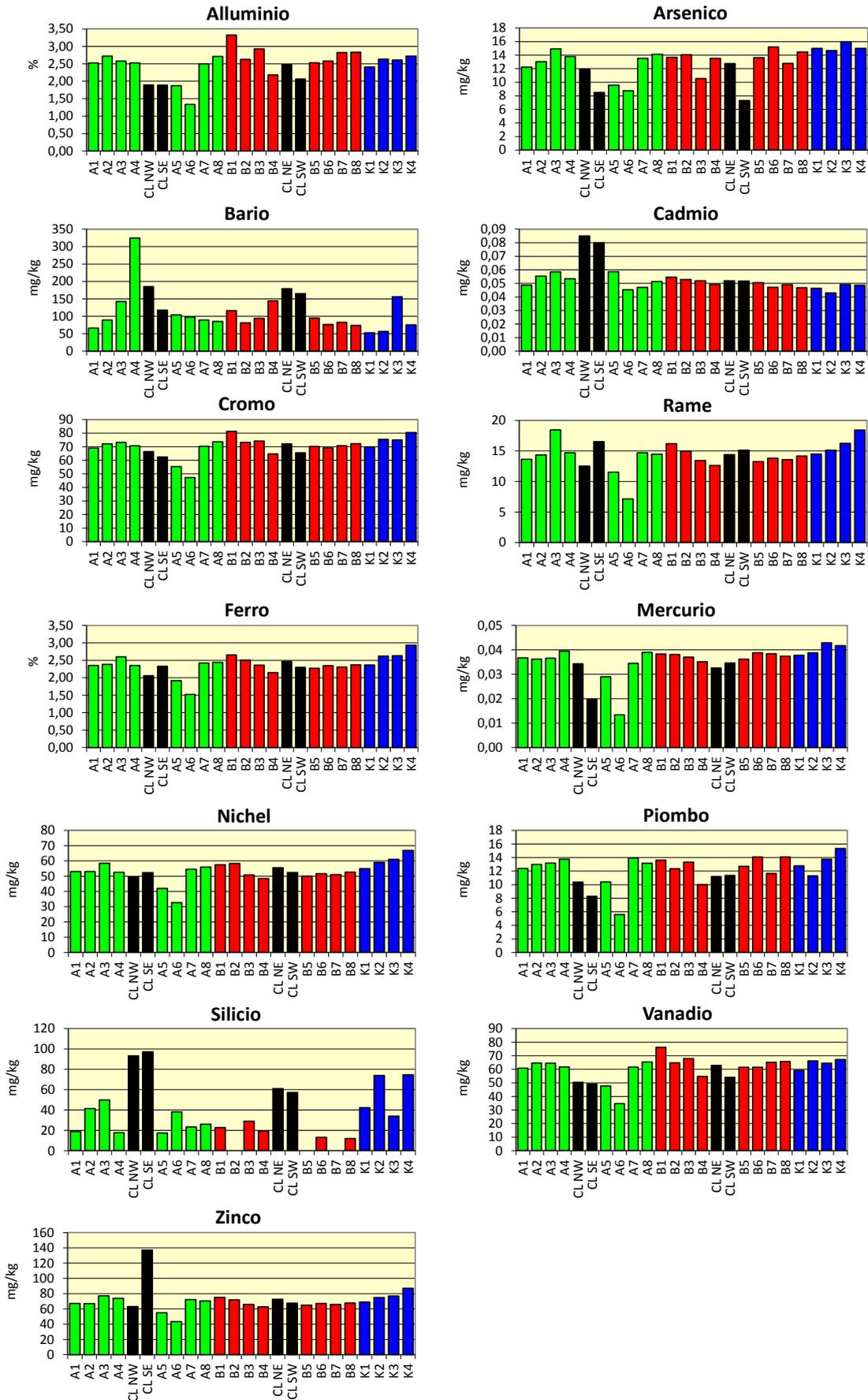


Fig. 3.28 - Concentrazioni (mg/kg; Al e Fe in %) dei metalli pesanti registrate nell'inverno 2017. L'indio non è riportato in quanto non rilevabile ovunque. In nero le stazioni corrispondenti alla piattaforma

Cromo – Tutte le concentrazioni rilevate nell’inverno 2017 nei siti A, B e CL sono risultate inferiori o in linea con i riferimenti, e paragonabili con quelle rilevate nel pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e). Il superamento del LCRN osservato in tutti i siti (inclusi i controlli) eccetto A6 non è imputabile alla piattaforma essendo stato osservato anche prima della sua installazione.

Rame – Tutte le concentrazioni registrate nei siti A, B e CL sono risultate inferiori o in linea con i controlli. Tutte sono apparse inoltre paragonabili al pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e) e inferiori all’LCRN.

Ferro – Le considerazioni fatte per cromo e rame valgono anche per il ferro.

Indio – L’indio è risultato inferiore al limite di quantificazione (0,02 mg/kg) in tutte le stazioni.

Mercurio – Anche il contenuto di mercurio rilevato lungo i transetti e in corrispondenza della piattaforma è apparso inferiore o in linea con quello dei controlli. Non si rilevano inoltre discrepanze con i risultati del pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e). Tutte le concentrazioni sono notevolmente inferiori al LCRN.

Nichel – Per il nichel valgono le medesime considerazioni fatte per il mercurio. In questo caso è avvenuto il superamento del LCRN in tutti i siti eccetto A6, ma ciò non è imputabile alla piattaforma poiché è avvenuto anche ai controlli ed è stato osservato prima della sua installazione (Fabi *et al.*, 2017e).

Piombo – Anche le concentrazioni di piombo rilevate nell’inverno 2017 lungo i transetti e in corrispondenza di Clara NW sono risultate inferiori o in linea con quelle dei controlli. Tutte sono inoltre apparse paragonabili al pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e) e molto inferiori al LCRN.

Silicio – Come emerso in precedenza (Fabi *et al.*, 2017e), il silicio è caratterizzato da un’elevata variabilità spaziale. Nell’inverno 2017 i valori maggiori sono stati rilevati presso la piattaforma, in particolare in CL NW (93,2 mg/kg) e in CL SE (97,26 mg/kg); queste due concentrazioni risultano comunque di poco maggiori aei controlli K2 e K4 (73,98 e 74,55 mg/kg rispettivamente). Anche nei restanti siti CL le concentrazioni sono apparse maggiori rispetto a quelle dei transetti. Rispetto al pre survey (Fabi *et al.*, 2017e) il silicio è aumentato presso Clara NW e ai controlli, fenomeno da imputare alla variabilità naturale.

Vanadio – Tutte le concentrazioni rilevate nell’inverno 2017 lungo i transetti e presso la piattaforma sono risultate inferiori o in linea sia con i controlli, sia con i tenori registrati nel pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e).

Zinco – Anche le concentrazioni di zinco lungo A e B e nei siti CL sono apparse inferiori o in linea con i riferimenti e con il pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e) eccetto quella in CL SE (137,1 mg/kg), corrispondente a 1,8 volte la media dei controlli (79,94±7,55 mg/kg) e superiore al LCRN; si tratta di un tenore ancora modesto, ma potrebbe indicare l’inizio di un fenomeno di accumulo nei sedimenti imputabile alla presenza della piattaforma.

3.3.5. SOSTANZA ORGANICA

Le concentrazioni di sostanza organica rilevate nell’inverno 2017 (Tab. 3-IX e fig. 3.29) sono risultate mediamente confrontabili tra transetti, siti prossimi a Clara NW e controlli (A: 20263±3503; B: 23328±1397; CL: 19354±3568; K: 22893±1396 mg/kg).

Il massimo è stato osservato in B8, comunque confrontabile anch’esso con i riferimenti.

Rispetto al pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e) è avvenuto un diffuso decremento di questa variabile.

Tab. 3-IX – Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell’inverno 2017. In rosso le stazioni corrispondenti alla piattaforma.

A1	21.367	B1	23.732	K1	22.855
A2	22.553	B2	23.053	K2	20.951
A3	21.921	B3	23.737	K3	24.120
A4	20.962	B4	22.590	K4	23.648
CL NW	24.421	CL NE	19.287		
CL SE	16.871	CL SW	16.836		
A5	18.866	B5	20.877		
A6	12.090	B6	22.624		
A7	21.896	B7	24.475		
A8	22.445	B8	25.540		

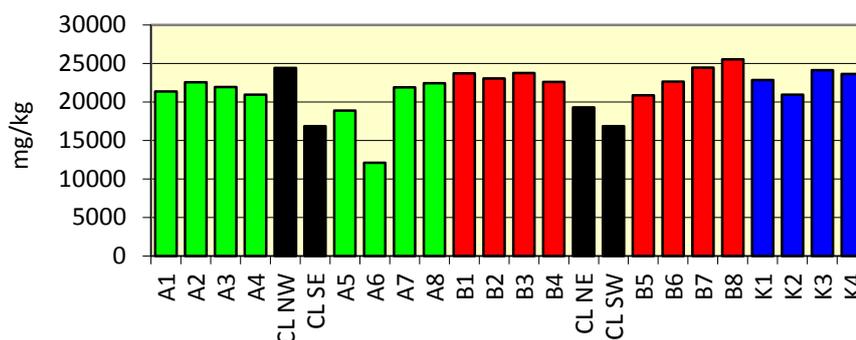


Fig. 3.29 - Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell’inverno 2017. In nero le stazioni campionate nel sito in cui è installata la piattaforma.

3.3.6. TOTAL ORGANIC CARBON (TOC)

Le concentrazioni di TOC rilevate durante il 3° survey post lavori (Tab. 3-X e fig. 3.30) sono risultate mediamente confrontabili tra i vari gruppi di stazioni (A: 4799±909; B:

5731±347; CL: 4638±540; K: 6148±408mg/kg). Analizzando le singole stazioni si evince un andamento crescente dalla piattaforma verso i siti più lontani lungo B, mentre lungo A le concentrazioni in CL NW e CL SE sono risultate inferiori a quelle del tratto A1-A4 e comparabili con quelle a SE (eccetto A6 in cui è stato registrato il minimo stagionale).

Rispetto al pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e) il TOC è aumentato un po' ovunque in maniera confrontabile tra i gruppi di siti, escludendo pertanto un ruolo della piattaforma nel determinare tale pattern.

Tab. 3-X – Total Organic Carbon (TOC) espresso in mg/kg s.s. rilevato nei sedimenti prelevati nell'inverno 2017. In rosso le stazioni corrispondenti a Clara NW.

A1	5.310
A2	5.270
A3	5.810
A4	5.470
CL NW	4.160
CL SE	4.180
A5	4.610
A6	2.930
A7	4.260
A8	4.730

B1	5.880
B2	5.790
B3	5.290
B4	5.460
CL NE	5.090
CL SW	5.120
B5	5.330
B6	5.770
B7	6.090
B8	6.240

K1	6.490
K2	5.580
K3	6.390
K4	6.130

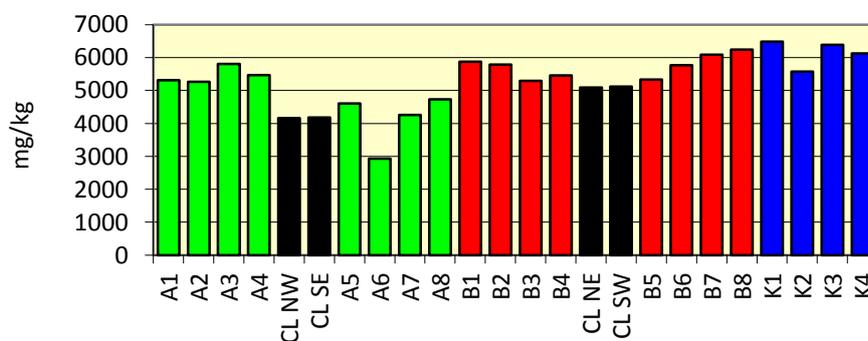


Fig. 3.30 - Total Organic Carbon (TOC) espresso in mg/kg s.s. rilevato nei sedimenti prelevati nel 3° survey post lavori di installazione. In nero le stazioni corrispondenti alla piattaforma.

3.4. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

3.4.1. *DUNALIELLA TERTIOLECTA*

QA-QC - I due test eseguiti nell'inverno 2017 come controllo positivo con $K_2Cr_2O_7$ (9,52 mg/l come cromo) sono rientrati nei limiti della carta di controllo intralaboratorio (LC=9,32 e UC=9,74 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 ≥ 16).

Risultati del saggio - I risultati del saggio applicato agli elutriati estratti dai sedimenti prelevati nel 3° 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-XI). Ciò conferma i risultati precedenti (Fabi *et al.*, 2017e).

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

campione	pH	Salinità (‰)	ΔG (%) 72 h	EC50 % (L.C. 95%)	EC20 % (L.C. 95%)	Tossicità
CL SE	8,07	34	16,75	≥ 90	>100%	Assente
A3	8,15	34	4,87	≥ 90	>100%	Assente
A6	8,07	34	2,50	≥ 90	>100%	Assente
B3	8,03	34	2,31	≥ 90	>100%	Assente
B6	8,01	34	11,08	≥ 90	>100%	Assente
K1	8,08	34	3,59	≥ 90	>100%	Assente
K2	8,13	34	0,30	≥ 90	>100%	Assente
K3	8,12	34	7,98	≥ 90	>100%	Assente
K4	8,20	34	12,00	≥ 90	>100%	Assente

3.4.2. *VIBRIO FISCHERI* (SISTEMA MICROTOX®)

QA-QC – Nell'inverno il valore della EC50(15') = 8,13 mg/l (LC=6,49 e UC=10,19) è rientrato nei limiti della carta di controllo del laboratorio (3,65-12,55).

Risultati del test – Tutti gli elutriati estratti dai sedimenti campionati nel 3° survey post lavori sono risultati privi di tossicità acuta (Tab. 3-XI) come nel periodo di indagine precedente (Fabi *et al.*, 2017e).

Tab. 3-XI - Risultati del saggio biologico *V. fischeri* applicato agli elutriati estratti dai sedimenti prelevati nel 3° 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	8,07	34	3,92	4,79	≥90	≥90	Assente
A3	8,15	34	2,75	4,42	≥90	≥90	Assente
A6	8,07	34	6,61	6,08	≥90	≥90	Assente
B3	8,03	34	4,52	4,61	≥90	≥90	Assente
B6	8,01	34	6,31	6,48	≥90	≥90	Assente
K1	8,08	34	6,18	6,22	≥90	≥90	Assente
K2	8,13	34	1,92	2,92	≥90	≥90	Assente
K3	8,12	34	-0,87	-1,33	≥90	≥90	Assente
K4	8,20	34	7,52	9,55	≥90	≥90	Assente

3.4.3. COROPHIUM ORIENTALE

Nell'inverno 2017 la sensibilità rilevata degli organismi verso il tossico di riferimento (CdCl₂) LC50 = 3,37 (LC = 3,07 mg/l e UC = 3,70 mg/l) è rientrata nella carta di controllo di laboratorio. La sopravvivenza degli anfipodi sul sedimento di controllo dopo 10 gg è risultata conforme, in quanto superiore al 85%. In Tab. 3-XII sono indicati i principali parametri chimici e fisici misurati all'inizio e alla fine del test eseguito nel 3° survey post lavori.

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

campione	Inizio del test					Fine del test				
	T (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)	T (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)
Controllo	15 ± 2	36	8,18	0	> 85	15 ± 1	36	8,18	0	> 85
CL SE		36	8,02	0,5			37	8,10	0,5	
A3		36	7,95	0			38	8,05	0	
A6		36	8,02	0			37	8,09	0	
B3		36	7,92	0			38	8,06	0,5	
B6		36	8,01	0			38	8,14	0,5	
K1		37	8,01	0			38	8,12	0	
K2		37	8,03	0			37	8,08	0	
K3		36	7,94	0			38	8,11	0	
K4		37	8,00	0			37	8,04	0	

Risultati del test - Nel 3° 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 nel controllo K4 (tossicità bassa; Tab. 3-XIII). Per quest'ultimo sito si confermano i risultati conseguiti nel monitoraggio precedente (estate 2016; Fabi *et al.*, 2017e), rispetto al quale è avvenuto un miglioramento in corrispondenza della struttura dove era stata rilevata una tossicità bassa.

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

Campione	N. organismi esposti	% organismi morti (\pm dev. st. %)	% (corretta) organismi morti	Tossicità
Controllo	100	1 \pm 3,18	0	-
CL SE	100	13 \pm 8,00	12	Assente
A3	100	9 \pm 6,09	8	Assente
A6	100	8 \pm 5,19	7	Assente
B3	100	14 \pm 8,21	13	Assente
B6	100	6 \pm 3,67	5	Assente
K1	100	5 \pm 3,18	4	Assente
K2	100	6 \pm 3,67	5	Assente
K3	100	10 \pm 3,67	9	Assente
K4	100	18 \pm 6,36	17	Bassa

3.4.4. *CRASSOSTREA GIGAS*

QA-QC - Nell'inverno 2017 il test eseguito con la sostanza di riferimento ha prodotto una EC_{50} di 10,95 μ g/l di Cu (LC=10,17 e UC=11,79) che rientra nei limiti della carta di controllo intra-laboratorio; la % di larve D-shape normalmente sviluppate nel controllo (85,00 \pm 0,58%) è risultata superiore al limite del 70%.

Risultati del saggio - Negli elutriati estratti dai sedimenti B3 e K2 sono avvenute riduzioni significative di larve D-shape che hanno determinato valori dell'EC20 equivalenti a un livello di tossicità cronica bassa (Tab. 3-XIV). Altrove non è stata rilevata alcuna tossicità. Questi risultati indicano un generale miglioramento rispetto al monitoraggio precedente (Fabi *et al.*, 2017e) sia lungo i transetti che nel controllo K1 e un lieve peggioramento in K2.

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 3° survey post lavori sono riportati in Tab. 3-XV, mentre in Tab. 3-XVI sono indicate le mortalità degli organismi osservate nel test di bioaccumulo. Le mortalità riscontrate nei sedimenti da testare sono state tutte percentualmente simili a quella del controllo negativo eccetto in A6 (inferiore) e K3 (superiore).

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

campione	Concentrazione	% media di larve normali ± dev.st	% media di larve malformate	Correzione Abbott larve malformate	EC 20 (%)	EC 50 (%)	Tossicità
Controllo		85 ± 0,58	15	0			
CL SE	100	72 ± 2,08	28	15	≥90	≥100	Assente
	50	77 ± 1,73	23	10			
	25	84 ± 1,53	16	2			
A3	100	73 ± 1,15	27	14	≥90	≥100	Assente
	50	77 ± 1,53	23	10			
	25	84 ± 0,58	16	2			
A6	100	75 ± 1,53	25	13	≥90	≥100	Assente
	50	78 ± 1,53	22	9			
	25	83 ± 1,15	17	3			
B3	100	60 ± 2,52	40	30	69,7	≥100	Bassa
	50	74 ± 1,53	26	13			
	25	82 ± 1,53	18	4			
B6	100	73 ± 1,53	27	14	≥90	≥100	Assente
	50	77 ± 1,53	23	9			
	25	84 ± 0,58	16	2			
K1	100	72 ± 2,08	28	16	≥90	≥100	Assente
	50	77 ± 1,15	23	9			
	25	83 ± 1,53	17	2			
K2	100	60 ± 1,53	40	30	64,6	≥100	Bassa
	50	72 ± 1,53	28	16			
	25	82 ± 0,58	18	4			
K3	100	72 ± 1,53	28	15	≥90	≥100	Assente
	50	77 ± 1,15	23	10			
	25	83 ± 2,00	17	3			
K4	100	72 ± 1,53	28	16	≥90	≥100	Assente
	50	78 ± 1,53	22	9			
	25	82 ± 2,08	18	4			

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

campione	Inizio del test					Fine del test				
	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)
Controllo	16 ± 1	34	7,80	2	> 85	16 ± 1	34	8,05	3	> 85
CL SE		38	8,09	0,5			37	8,03	1	
A3		36	8,07	0-0,5			35	8,13	0,5	
A6		36	8,05	0			36	8,09	0	
B3		36	8,00	0			36	8,03	0	
B6		36	8,11	0			35	8,01	0	
K1		36	8,05	0			35	8,00	0	
K2		36	8,12	0			35	8,12	0	
K3		36	8,05	0			35	8,07	0,5	
K4		36	8,04	0			35	8,05	0	

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

Campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (\pm dev.st %)
Controllo	18	14 \pm 0,00
CL SE	18	14 \pm 0,00
A3	18	19 \pm 8,25
A6	18	0 \pm 0,00
B3	18	19 \pm 8,25
B6	18	14 \pm 8,25
K1	18	14 \pm 0,00
K2	18	19 \pm 8,25
K3	18	38 \pm 8,25
K4	18	5 \pm 8,25

Risultati del saggio - In Tab. 3-XVII 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-XVIII 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').

Tab. 3-XVII - Concentrazioni (mg/kg; Al espresso in %) dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* nel survey condotto nel 3° 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.	2,15	n.r.	0,11	n.r.	16,24	357,21	3,32	n.r.	0,31	204,17	n.r.	129,93	0,062
Controllo	n.r.	2,59	n.r.	0,11	n.r.	15,84	306,65	1,91	n.r.	0,34	72,64	n.r.	139,93	0,137
CL SE	n.r.	2,11	n.r.	0,08	n.r.	8,60	274,56	2,84	n.r.	0,58	134,67	n.r.	108,72	0,069
A3	n.r.	2,34	n.r.	0,13	n.r.	10,63	246,08	3,58	n.r.	0,30	95,34	n.r.	119,73	0,088
A6	n.r.	2,00	n.r.	0,08	n.r.	10,27	258,53	4,39	n.r.	0,34	123,41	n.r.	119,35	0,082
B3	n.r.	2,27	n.r.	0,08	n.r.	8,19	259,22	2,74	n.r.	0,34	97,98	n.r.	118,84	0,086
B6	n.r.	2,26	n.r.	0,10	n.r.	7,80	255,42	3,27	n.r.	0,27	110,04	n.r.	114,87	0,090
K1	n.r.	2,29	n.r.	0,09	n.r.	8,45	249,29	3,83	n.r.	0,27	111,07	n.r.	117,74	0,080
K2	n.r.	2,54	n.r.	0,07	n.r.	9,68	259,87	3,29	n.r.	0,44	118,68	n.r.	117,54	0,086
K3	n.r.	2,17	n.r.	0,07	n.r.	8,56	249,44	2,50	n.r.	0,27	118,48	n.r.	104,16	0,082
K4	n.r.	2,52	n.r.	0,10	n.r.	28,79	269,04	3,25	n.r.	0,35	125,65	n.r.	128,49	0,075

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.	0,44	n.c.	0	n.c.	-0,4	-50,56	-1,41	n.c.	0,03	-131,53	n.c.	10	0,075
CL SE	n.c.	-0,04	n.c.	-0,03	n.c.	-7,64	-82,65	-0,48	n.c.	0,27	-69,50	n.c.	-21,21	0,007
A3	n.c.	0,19	n.c.	0,02	n.c.	-5,61	-111,13	0,26	n.c.	-0,01	-108,83	n.c.	-10,20	0,026
A6	n.c.	-0,15	n.c.	-0,03	n.c.	-5,97	-98,68	1,07	n.c.	0,03	-80,76	n.c.	-10,58	0,020
B3	n.c.	0,12	n.c.	-0,03	n.c.	-8,05	-97,99	-0,58	n.c.	0,03	-106,19	n.c.	-11,09	0,024
B6	n.c.	0,11	n.c.	-0,01	n.c.	-8,44	-101,79	-0,05	n.c.	-0,04	-94,13	n.c.	-15,06	0,028
K1	n.c.	0,14	n.c.	-0,02	n.c.	-7,79	-107,92	0,51	n.c.	-0,04	-93,10	n.c.	-12,19	0,018
K2	n.c.	0,39	n.c.	-0,04	n.c.	-6,56	-97,34	-0,03	n.c.	0,13	-85,49	n.c.	-12,39	0,024
K3	n.c.	0,02	n.c.	-0,04	n.c.	-7,68	-107,77	-0,82	n.c.	-0,04	-85,69	n.c.	-25,77	0,020
K4	n.c.	0,37	n.c.	-0,01	n.c.	12,55	-88,17	-0,07	n.c.	0,04	-78,52	n.c.	-1,44	0,013

E' stato riscontrato un bioaccumulo di **rame** nel controllo K4, di **piombo** nel controllo K2 e un bioaccumulo diffuso di **mercurio** che ha coinvolto tutte le stazioni.

Questi risultati, comparati con i precedenti (Fabi *et al.*, 2017e), confermano l'assenza di bioaccumulo per la maggior parte dei metalli pesanti ricercati. Inoltre, indicano un miglioramento per quanto concerne il nichel (accumulato nell'estate 2016 in piattaforma e in due siti a 60 m di distanza), il silicio (che era stato accumulato in due controlli) e zinco (accumulato, sempre nell'estate 2016, in piattaforma, in due siti a 60 m e in un controllo). Evidenziano invece un peggioramento per il mercurio che, precedentemente, era apparso accumulato in piattaforma, in una stazione a 60 m di distanza e in tre controlli.

3.5. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

3.5.1. DENSITÀ (N) E BIOMASSA (P)

La comunità bentonica rinvenuta nei siti campionati nel 3° survey post lavori (fig. 3.31) è risultata abbastanza povera in termini di numero di individui come già precedentemente (Fabi *et al.*, 2017e). Gli andamenti della densità sono apparsi ben definiti relativamente alla presenza della piattaforma: infatti lungo entrambi i transetti i valori maggiori sono stati registrati in CL SE e CL SW ($65,67 \pm 30,02$ e $61,33 \pm 8,84$ ind/0,095 m² rispettivamente), con una netta riduzione a 30 m di distanza verso Sud e negli altri due siti corrispondenti a Clara NW verso Nord. I due transetti hanno presentato andamenti e valori molto simili nelle porzioni NW e NE. A Sud, invece, è stato notato un lieve decremento a 60 m a SE non presente a SW e i valori a SE sono apparsi superiori rispetto agli altri. Le densità relative ai controlli, oscillanti tra $14,33 \pm 2,33$ (K3) e $24,00 \pm 0,11$ ind/0,095 m² (K4), hanno compreso tutte le altre eccetto le due più alte (CL SE e CL SW) e le due più basse, registrate in B6 ($6,33 \pm 0,0,88$ ind/0,095 m²) e B7 ($8,33 \pm 1,86$ ind/0,095 m²).

Rispetto al monitoraggio precedente (Fabi *et al.*, 2017e), le variazioni non sono state univoche, ma i valori sono rimasti quasi tutti simili. Sono da segnalare i notevoli aumenti nei due siti di Clara NW e quelli, meno accentuati, in A7 e A8.

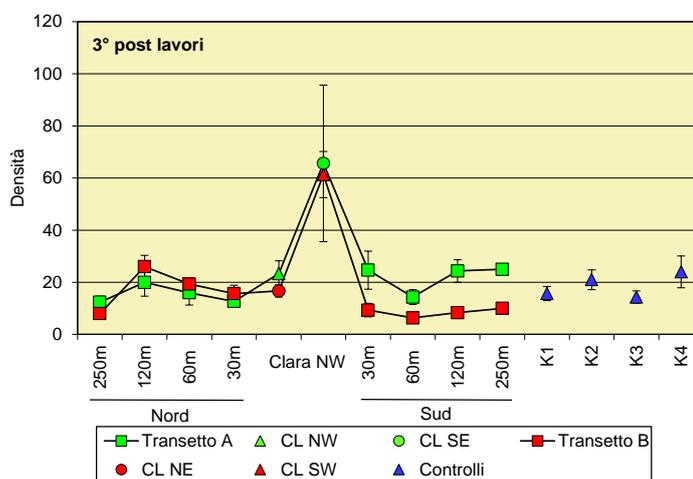


Fig. 3.31 – Densità (\pm e.s.) registrate presso i siti monitorati nell'inverno 2017.

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 *Callianassa subterranea* (Tab. 3-XXVII), confermando i risultati precedenti (Fabi *et al.*, 2017e). A questi si aggiungono i policheti appartenenti alla famiglia Spionidae nel sito CL SE.

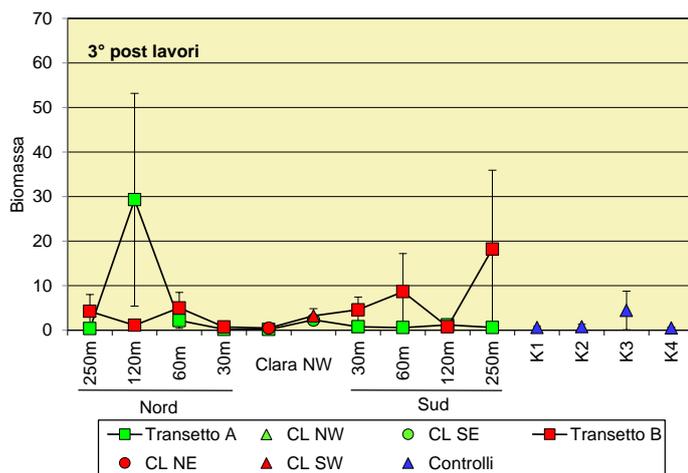
Tab. 3-XXVII – Lista e densità (n. ind/0,095 m²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 3° survey post lavori di installazione. Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. C = Biocenosi del Coralligeno; DC = Bioc. del Detritico Costiero; DE = Bioc. del Detritico infangato; HP = Bioc. delle Praterie di Posidonia; Lim = limicolo; Lre = Larga Ripartizione Ecologica; MI = Bioc. dei Fondi Mobili Installabili; Minut = minuticolo; Mixt = misticolo; Sd = substrato duro; Sab = sabulicolo; SFBC = Bioc. delle Sabbie Fini Ben Calibrate; VTC = Bioc. dei Fanghi Terrigeni Costieri; VB = Bioc. dei Fanghi Batiali.

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 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
Briozoi																									
	<i>Aetea truncata</i>	HP				0,33					0,33														
	<i>Amathia semiconvoluta</i>	Sd												0,33											
	Briozoa nd							0,33																	
	<i>Schizoporella errata</i>	Lre						0,33						0,33	0,33			0,33							
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Sd		0,33				0,67	0,33		0,33														
	<i>Triticella flava</i>		0,33							0,33	0,33								0,67						
Cnidari																									
	Antozoi																								
	<i>Actiniaria nd</i>							1,33																	
	<i>Anthozoa nd</i>							0,33			0,33														
	<i>Edwardsia clapedii</i>	SFBC		0,33			0,33	0,33	0,33			1,00							0,33			0,33	0,33		
	<i>Epizoanthus sp</i>							2,33																	
	<i>Funiculina quadrangularis</i>	Lim										0,33									0,33				
	<i>Hydroidea nd</i>			0,33			0,67	0,67	0,33			0,67	0,33				0,33	0,67						0,33	0,33
Crostacei																									
	Anfipodi																								
	<i>Ampelisca diadema</i>	DE										0,33						0,33							
	<i>Aora sp</i>																								0,67
	<i>Corophium acherusicum</i>	Sd										0,33							0,33						
	<i>Corophium sp</i>								0,33																
	<i>Eriopisa elongata</i>	VB			0,67					0,33															
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC								0,33	0,33											0,33		0,33	0,33
	<i>Leucothoe liljeborgi</i>	MO																			0,33		0,33		0,33
	<i>Leucothoe oboa</i>	Lim								0,33															0,33
	<i>Liljeborgia psaltrica</i>	DC										0,33													
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC																0,33							
	<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt								0,33	0,33														0,33
	<i>Pardaliscella boeckii</i>	VTC																					0,33		0,33
	<i>Urothoe sp</i>				0,33																				0,33
	Cumacei																								0,33
	<i>Eudarella truncatula</i>	Mixt		0,33																		0,33		0,33	0,33
	Decapodi																								
	<i>Alpheus glaber</i>	VTC				0,33	0,33											0,33							
	<i>Athanas nitescens</i>	C						0,67																	
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	1,00	3,67	2,33		0,33	1,67	0,33	0,67	1,67	2,00	0,67	4,00	1,67	0,33	0,33				0,33	1,67	3,33	4,00	2,67
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,33		0,33		0,67	1,00	3,33	0,33	0,33	0,67				0,33	0,67	0,33			0,33				
	<i>Jaxea nocturna</i>	VTC		0,33																					
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab						0,33																	
	<i>Paguridae nd</i>																								
	<i>Processa sp</i>																								
	Misidacei																								
	<i>Misidiacea nd</i>									0,33															
	Ostracodi																								
	<i>Ostracoda nd</i>																								
	Tanaidacei																								
	<i>Apseudes spinosus</i>	HP		0,33										0,33										0,33	0,33
Echinodermi																									
	Echinoidei																								
	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB		1,00	0,33																				
	Ofiuroidi																								
	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC					0,67	0,67	0,33	0,33						0,33	0,67				0,33	0,33		0,33	
	<i>Ophiura albida</i>	DC								0,33															
	<i>Ophiura albida</i>	DC								0,33															
	Oloturoidei																								
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC								0,33			0,67		0,33	0,33						0,33	0,67		
Molluschi																									
	Bivalvi																								
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre																							
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt																							
	<i>Corbula gibba</i>	MI																					0,33		
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd																							
	<i>Kelliella abyssicola</i>	Sm																							
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC								0,33														0,33	
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	0,33																						
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim										0,33													0,33

Tab. 3-XXVII – 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 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
Policheti																									
Sabellidae nd					0,33	0,33																			
<i>Scoletoma fragilis</i>	Lim				0,33																				
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt					0,33		0,33																	
<i>Scoletoma</i> sp						1,33		0,33									0,33	0,33	0,33	0,33		0,33		0,33	
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre											0,33	1,00				0,33	0,33	0,33	0,33		0,33		0,33	
<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt																				0,33				
Spionidae nd			0,33	1,33	0,67	13,67	4,33			0,33	0,33			0,33	0,67		0,33	1,00	0,33				0,33		
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC																					1,67	0,67		
<i>Sternaspis scutata</i>	VTC								0,33																
<i>Syllis</i> sp															0,33									0,33	
Terebellidae nd																									
Sipunculidi																									
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO									0,67					0,33										
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	0,33		0,33		1,67				1,33	0,33		0,67	0,33	0,67					0,33	0,33	1,00		0,33	
<i>Sipuncula</i> nd		1,00	0,67		0,67	0,67	0,33	0,67	1,33	0,33			1,00	1,00	0,67	1,33	0,33		0,67	1,33	0,33		0,33	0,33	
Densità totale		12,33	20,00	16,00	12,67	23,33	65,67	24,67	14,33	24,33	25,00	8,00	26,00	19,33	15,67	16,67	61,33	9,33	6,33	8,33	10,00	15,67	21,00	14,33	24,00
Ricchezza specifica totale		12	23	21	13	26	48	28	19	29	32	13	22	30	21	25	21	15	13	14	22	19	25	21	26

Per quanto riguarda la biomassa (fig. 3.32; Tab. 3-XXVIII), analogamente ai survey già effettuati (Fabi *et al.*, 2017e) nell'inverno 2017 sono stati rilevati in generale valori piuttosto bassi e confrontabili sia nell'area circostante la piattaforma, sia ai controlli, con alcuni picchi. Questi ultimi hanno riguardato i siti A2 ($29,28 \pm 23,87$ gr/0,095 m²), B8 e B6 ($18,24 \pm 17,67$ e $8,64 \pm 8,57$ gr/0,095 m² rispettivamente), e sono stati determinati dal rinvenimento di un esemplare del riccio di mare *Brissopsis atlantica mediterranea* (fig. 3.33).



Tab. 3-XXVIII – Lista e biomassa (gr. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel nel 3° survey post lavori. * = <0,001 gr/0,095 m².

		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
Briozoi	<i>Aetea truncata</i>					*					*														
	<i>Amathia semiconvoluta</i>							*							*										
	Briozoa nd								*						0,002		*								
	<i>Schizoporella errata</i>						0,011								0,022	0,001									
	<i>Scrupocellaria scruposa</i>			*			0,003	*			0,001							*							
	<i>Triticella flava</i>	*								*							*			*					
Cnidari	Antozoi																								
	<i>Actiniaria</i> nd						0,009																		
	<i>Anthozoa</i> nd						0,001		0,157		*														
	<i>Edwardsia clapedii</i>		0,177			0,009	0,341	0,233												0,146		0,092	0,170	0,613	
	<i>Epizoanthus</i> sp						0,012											0,007							
Idrozoi											0,023	3,913									0,354				
Crostacei	Hydroidea nd			*		0,001	0,004	*			*					0,001	0,001					*	*		
	Anfipodi						*		*									*						*	
	<i>Ampelisca diadema</i>																							*	
	<i>Aora</i> sp																							*	
	<i>Corophium acherusicum</i>								*															*	
	<i>Corophium</i> sp							*																*	
	<i>Eriopisa elongata</i>				0,001						*												*	*	
	<i>Harpinia dellavallei</i>										*											*	*	*	
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>										*										*	*	*	*	
	<i>Leucothoe oboa</i>										*											*	*	*	
	<i>Liljeborgia psaltrica</i>										*							*						*	
	<i>Orchomene grimaldii</i>										*												*	*	
	<i>Paraphoxus oculatus</i>										*	*											*	*	
	<i>Pardaliscella boeckii</i>										*	*											*	*	
	<i>Urothoe</i> sp			*							*	*											*	*	
	Cumacei	<i>Eudorella truncatula</i>		*																			*	*	
	Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>				0,097	0,025												0,073					*	
		<i>Athanas nitescens</i>					0,012																	*	
		<i>Callinassa subterranea</i>	0,015	0,064	0,022		*	0,008	*	0,008	0,015	0,011	0,003	0,021	0,004	0,004	*		*		*	0,032	0,034	0,056	0,023
		<i>Goneplax rhomboides</i>	0,214		0,011		0,057	0,008	0,046	0,005	0,231	0,278			0,625	0,208	0,201	0,247	1,170		0,070				
	<i>Jaxea nocturna</i>		0,003																						
	<i>Liocarcinus maculatus</i>						0,007																		
	Paguridae nd															0,001									
	<i>Processa</i> sp													0,005											
Misidacei	Misidiacea nd							0,003																	
Ostracodi	Ostracoda nd																*								
Tanaidacei	<i>Apseudes spinosus</i>		*									*											0,001	0,001	
Echinodermi	Echinoidei		28,687	1,875																					
	Ofiuroidei					0,030	0,043	0,014	*						0,018	0,020	3,040	7,375		17,583			3,752		
							*																		
	Oloturoidei	<i>Labidoplax digitata</i>					0,037				0,220		0,136	0,037						0,072	0,226				
Molluschi	Bivalvi							*																	
	<i>Anomia ephippium</i>																								
	<i>Azorinus chamasolen</i>																		1,215	0,668			0,492		
	<i>Corbula gibba</i>														*										
	<i>Hiatella arctica</i>													0,063											
	<i>Kelliella abyssicola</i>														*										
	<i>Kurtiella bidentata</i>						*																*		
	<i>Nucula nitidosa</i>	0,020																	0,021						
	<i>Nucula sulcata</i>						0,484					0,259											0,270		

Tab. 3-XXVIII – 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
Molluschi																									
	<i>Thyasira biplicata</i>		*				*			0,005															
	<i>Timoclea ovata</i>					*																			
	<i>Bela brachystoma</i>					0,001		0,001					*												
	<i>Bittium latreillii</i>							0,003																	
	<i>Hyala vitrea</i>		0,001	0,003	0,004	0,007	0,004		0,002	0,002	0,003	*	0,005	0,001	0,003		0,012	*		0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002
	<i>Polinices nitida</i>						0,005																		
	<i>Turritella communis</i>		0,327							0,590				0,284											
Nemertini																									
	<i>Nemertea nd</i>		0,001	*	*	0,016	0,002	0,011	*	0,001	*	0,001		0,000		0,001	0,009		*	*		0,003		0,013	
Policheti																									
	<i>Ampharete acutifrons</i>						0,005																		
	<i>Ampharetidae nd</i>																								
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>					*					*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*
	<i>Aphelochaeta marioni</i>					0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Aquilaspio sexoculata</i>			*																				*	
	<i>Capitellidae nd</i>		*													0,004								*	
	<i>Chaetozone caputesocis</i>				0,001						*			0,003	0,001								0,006		
	<i>Chloeia venusta</i>						0,835	0,439															0,006		
	<i>Cirratulidae nd</i>		0,002			0,001	0,294	*	*	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	*	
	<i>Cossura soyeri</i>					*																		*	
	<i>Ditrupa arietina</i>				*	*					0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Dorvillea rudolphii</i>						*													*	*	*	*	*	
	<i>Filograna sp</i>													*										*	
	<i>Glycera alba</i>					0,002								0,008							*	*	*	*	
	<i>Glycera rouxii</i>						0,097	0,026		0,284	0,049			0,200			2,764	0,123			0,021	0,023	*	*	
	<i>Glycera sp</i>			0,001	0,002		0,001	*						*		*	0,002				0,021	*	*	*	
	<i>Glycera tessellata</i>					0,001					0,002	*		0,001							*	*	*	*	
	<i>Harmothoe sp</i>					0,001		*		*	*	*	*	*	*	*	0,004				0,001	*	*	*	
	<i>Labioleanira yhleni</i>								0,086															*	
	<i>Lumbrineris gracilis</i>					0,001																		*	
	<i>Macroclymene santanderensis</i>														0,007									*	
	<i>Magelona alleni</i>									0,001														*	
	<i>Maldanidae nd</i>							*																*	
	<i>Marphysa bellii</i>	0,075	0,006	0,249	0,029		0,041		0,317	0,051	0,002	0,052	0,004	0,083	0,016	0,190		0,189	0,014	0,102	0,038	0,274	*	0,130	
	<i>Melinna palmata</i>																							*	
	<i>Nephtys hystrix</i>			0,003		0,005				0,011														*	
	<i>Nereididae nd</i>															0,147								0,002	
	<i>Ninoe sp</i>	0,004	0,007	0,005		0,001						0,002	0,004	0,003	0,003	0,023	*		0,001	0,001	0,005	0,009	0,002		
	<i>Notomastus aberans</i>	0,006							*	0,009	0,010	0,013	*	0,002	*	*		0,010		0,001	0,018	0,002	0,001	*	
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Ophiadromus flexuosus</i>		*								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Owenia fusiformis</i>						*																	*	
	<i>Panthalis oerstedii</i>																						0,083	*	
	<i>Paradiopatra calliopae</i>	*	0,001		0,001		0,016	*	0,003	0,006	0,002	*	*	*	0,011	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>		*			0,001	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Paraonidae nd</i>	0,001	0,001	*	*	0,003	0,001	*	*	0,002	*	*	*	*	0,001	0,005	*	*	*	*	0,001	*	*	0,001	
	<i>Pectinaria koreni</i>								0,009															*	
	<i>Phylo norvegica</i>																					0,009	0,003	0,043	
	<i>Pilargidae nd</i>		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Pilargis verrucosa</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	
	<i>Prionospio ehlersi</i>					0,001																		*	
	<i>Prionospio sp</i>			0,001		*			0,002	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

Tab. 3-XXVIII – 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
Policheti						*																			
	<i>Sabellidae</i> nd				0,010	*																			
	<i>Scoletoma fragilis</i>						*										*	*	*	*	*	*	*	*	
	<i>Scoletoma impatiens</i>						0,006	*					0,018			*	*	*	*	*	*	*	*		
	<i>Scoletoma</i> sp															*	*	*	*	*	*	*	*		
	<i>Scoloplos armiger</i>											*		*						*	*	*	*		
	<i>Sigambra tentaculata</i>						*				*			*		*	*	*	*	*	*	*	*		
	Spionidae nd		*	*		*	0,006	*			*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	<i>Spiophanes bombyx</i>																				*	*	*		
	<i>Sternaspis scutata</i>								*												*	*	*		
	<i>Syllis</i> sp													0,001											
	Terebellidae nd																						0,001		
Sipunculidi																									
	<i>Aspidosiphon muelleri</i>																								
	<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	*		*		0,003				0,001				0,002	0,001	*			0,001	0,001	0,002		*		
	<i>Sipuncula</i> nd	0,005	0,004		0,024	0,004	*	0,001	0,005	0,001			0,010	0,004	0,026	0,031	*	*	0,002	*		*	*		
Densità totale		0,340	29,283	2,172	0,169	0,164	2,300	0,780	0,592	1,207	0,603	4,240	1,109	5,012	0,720	0,480	3,232	4,596	8,637	0,776	18,242	0,586	0,805	4,430	0,487

3.5.2. AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE

I taxa di fondo mobile sono risultati i più rappresentati anche nell'inverno 2017 (Tab. 3-XXIXa e 3-XXIXb) come in tutti i precedenti monitoraggi (Fabi *et al.*, 2017e). Tra questi, le specie limicole (legate alla presenza di fango) hanno costituito il raggruppamento biocenotico più importante in tutte le stazioni sia in termini di numero di specie che di densità, seguiti dagli indicatori di materia organica nei sedimenti (rinvenuti in tutte le stazioni campionate), dai sabulicoli e/o misticoli.

Tutte le altre categorie ecologiche sono apparse, ove presenti, meno rappresentative.

Tab. 3-XXIX – Numero di taxa (a) e di individui (b) rinvenuti nel 3° 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-XXVII.

	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
a) Substrato mobile non in letter. (Sm)	1														1									
Limicoli (Lim, VTC, VB)	6	9	9	6	10	13	5	7	13	11	6	8	10	8	7	4	6	5	4	10	6	11	8	8
Sabulicoli (Sab, SFBC)		2			2	5	1	1	1	1		1		2						1	1	2	1	2
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)		1				6	1	2	1	2			1					1	1		1	1	2	1
Indicatori di Materia Organica (MO)	2	2	3	1	3	4	4	2	5	5	1	4	3	3	4	3	4	2	1	3	5	3	2	2
Minuticoli (Minut)																								1
Fondi mobili instabili (MI)				1	1					1		1			1					1				
Substrato duro (Sd, HP, C)		1	1		1	4	2	1	1	2	1	1	2								1		1	1
Larga ripartizione ecologica (Lre)					2	2	1				1		2	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
b) Substrato mobile non in letter. (Sm)	0,33														0,33									
Limicoli (Lim, VTC, VB)	3,67	8,00	8,00	5,00	7,00	14,67	5,00	5,00	10,67	8,67	3,00	13,00	5,67	5,33	3,33	10,00	3,33	2,00	2,00	4,33	5,00	9,33	7,00	7,33
Sabulicoli (Sab, SFBC)		0,67			0,67	1,67	0,33	0,33	0,33	0,33		1,33		1,00						0,33	1,67	1,00	0,33	1,33
Misticoli (Mixt, DC, DE, SGCF)		0,33				2,33	0,33	0,67	0,33	0,67			0,33					0,33	0,33		0,33	0,33	0,67	0,33
Indicatori di Materia Organica (MO)	2,00	1,67	2,33	1,00	2,00	2,33	3,00	1,33	3,33	3,00	1,00	2,33	1,67	1,33	2,33	3,33	2,00	1,00	0,67	1,33	3,33	2,00	1,33	2,33
Minuticoli (Minut)																								0,33
Fondi mobili instabili (MI)				0,33	0,33					1,33		0,33			0,33					0,33				
Substrato duro (Sd, HP, C)		0,33	0,33		0,33	2,00	0,67	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,67								0,33		0,33	0,33
Larga ripartizione ecologica (Lre)					0,67	0,67	0,33				0,33		0,67	0,67	0,33					0,33		0,33		

3.5.3. DOMINANZA

Per la rappresentazione grafica delle dominanze sono stati evidenziati i 16 taxa che complessivamente hanno costituito il 67% delle comunità rinvenute nell'inverno 2017, includendo i rimanenti nella categoria "altro" (fig. 3.34).

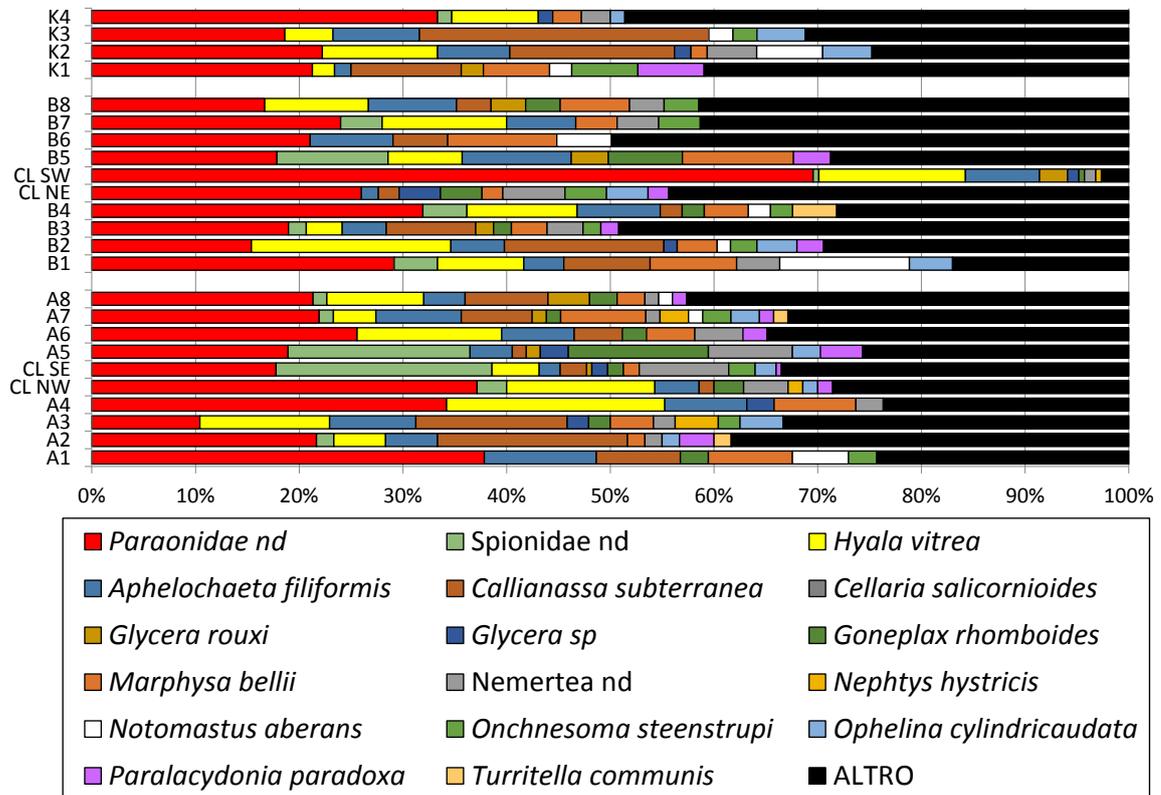


Fig. 3.34 - Valori percentuali di dominanza delle specie principali ottenuti nelle stazioni campionate nel 3° survey post lavori di installazione di Clara NW (inverno 2017).

Come anticipato nel Cap. 3.5.1. i policheti paraonidi hanno rappresentato il taxon più importante nella maggior parte delle stazioni come già precedentemente (Fabi *et al.*, 2017e), con un massimo in CL SW (69,57%). Essi sono risultati al secondo posto solo in CL SE dopo i policheti spionidi (17,77% e 20,81% rispettivamente), in B2 dopo *H. vitrea* (15,38% e 19,23%) e in K3 dopo *C. subterranea* (18,60% e 27,91%). Gli altri taxa riportati in fig. 3.44 raramente hanno raggiunto o superato il 10%.

In generale, la ripartizione degli organismi tra le specie è risultata simile tra i siti campionati, come evidenziato dalle curve di dominanza cumulativa che appaiono piuttosto raggruppate le une alle altre (fig. 3.35). Appaiono discostate solo le due curve relative a CL SE e CL SW, la prima per la maggiore quantità di specie di secondaria importanza, la seconda per la netta dominanza dei paraonidi.

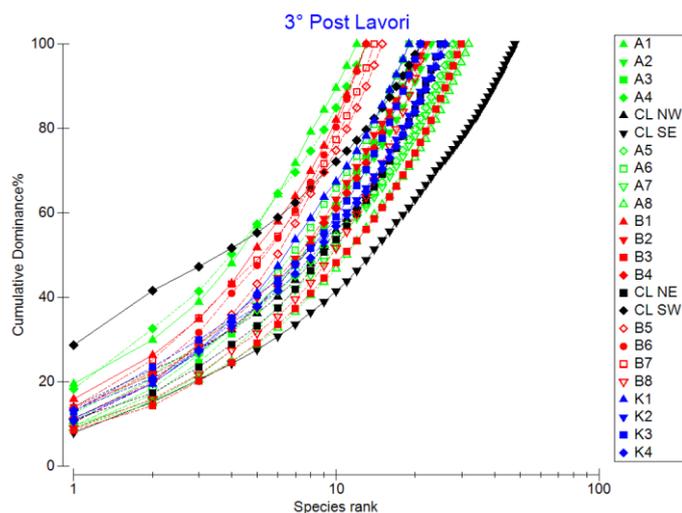


Fig. 3.35 - Curve di dominanza cumulativa ottenute per le stazioni campionate nell'inverno 2017.

3.5.4. RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S)

Nel 3° survey post lavori nell'area indagata sono stati rinvenuti complessivamente 114 taxa rappresentati principalmente da policheti (54), crostacei (25) e molluschi (15; Tab. 3-XXVII). Quanto registrato indica, sino ad ora, un progressivo arricchimento delle comunità nella fase di produzione della piattaforma (Fabi *et al.*, 2017e).

Per quanto concerne le singole stazioni (fig. 3.36), nell'inverno 2017 il massimo assoluto è stato osservato in CL SE (48), corrispondente anche al massimo assoluto dell'intero periodo di indagine (Fabi *et al.*, 2017e), valore decisamente superiore anche agli altri siti posizionati nelle immediate vicinanze della piattaforma dove l'indice è risultato compreso tra 21 e 26. Anche lungo i transetti, caratterizzati da trend non ben definiti, e ai controlli i range di valori sono apparsi piuttosto ampi essendo compresi quello di A tra 12 e 29, quello di B tra 13 e 30 e quello dei siti K tra 19 e 26.

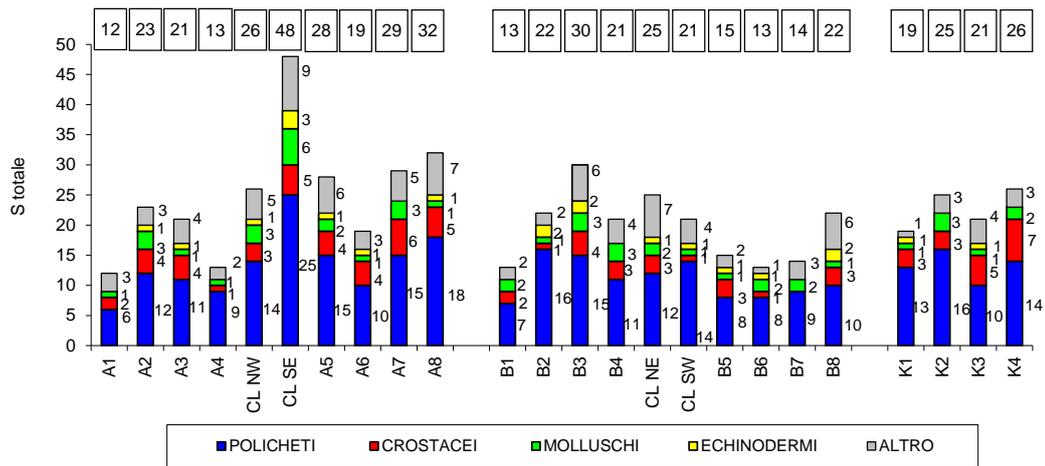


Fig. 3.36 - Ripartizione secondo il phylum di appartenenza dei taxa rinvenuti nelle singole stazioni campionate nell'inverno 2017. Sono anche riportati i valori di S ottenuti per i vari siti (riquadri).

3.5.5. RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA (S_m)

S_m ha presentato nell'inverno 2017 trend molto simili a quelli della Ricchezza specifica totale (fig. 3.37), mostrando anche una certa variabilità tra le repliche prelevate da ciascun sito. Il massimo è stato rilevato ancora una volta in CL SE ($24,00 \pm 6,00$), corrispondente al massimo assoluto dell'intero periodo di monitoraggio (Fabi *et al.*, 2017e).

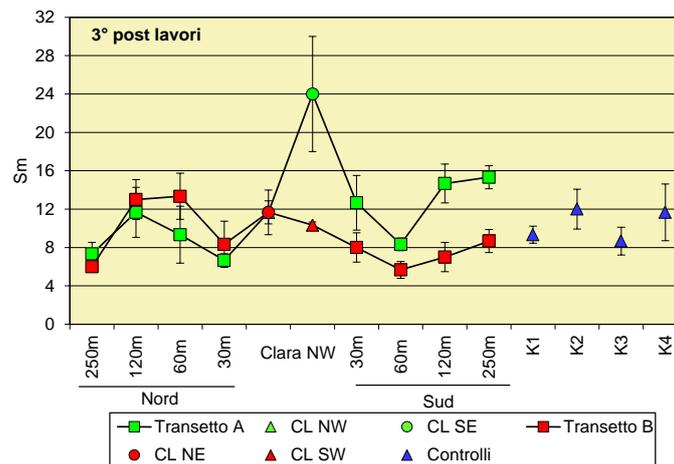


Fig. 3.37 – Ricchezza specifica media (\pm e.s.) registrata nell'inverno 2017.

Nelle altre stazioni CL i valori sono risultati decisamente inferiori e compresi tra $10,33 \pm 0,33$ (CL SW) $11,67 \pm 1,20$ (CL NW). Lungo i transetti gli andamenti sono apparsi simili sia nelle porzioni a Nord che in quelle a Sud, ma i valori sono risultati comparabili solo a Nord. Il range dei controlli ($8,67 \pm 1,45 \leq S_m \leq 12,00 \pm 2,08$) ha

compreso la maggior parte dei siti A e B.

Le variazioni rispetto al survey precedente non sono state univoche, ma i valori nella maggior parte delle stazioni sono rimasti simili. Si evidenziano solo il netto incremento in CL SE e nei siti A7 e A8 e l'altrettanto netta riduzione in CL SW.

3.5.6. DIVERSITÀ SPECIFICA (H')

I trend dei due transetti ottenuti nell'inverno 2017 sono stati caratterizzati da molte oscillazioni (fig. 3.38) come già precedentemente (Fabi *et al.*, 2017e). Minimo e massimo sono stati rispettivamente rinvenuti in CL SW (1,04±0,11) e CL SE (2,62±0,05), determinati nel primo caso dalla forte dominanza dei paraonidi e, nel secondo, dall'elevata quantità di specie secondarie. Nelle altre stazioni CL e lungo i transetti le variazioni sono state determinate dagli andamenti delle specie principali. Anche in questo caso, non sono state rilevate discrepanze tra i controlli e la maggior parte degli altri siti. Rispetto al survey condotto nell'estate 2016 (Fabi *et al.*, 2017e) si evidenziano, come per gli altri indici, aumenti in CL SE e nei siti A7 e A8 e un decremento in CL SW.

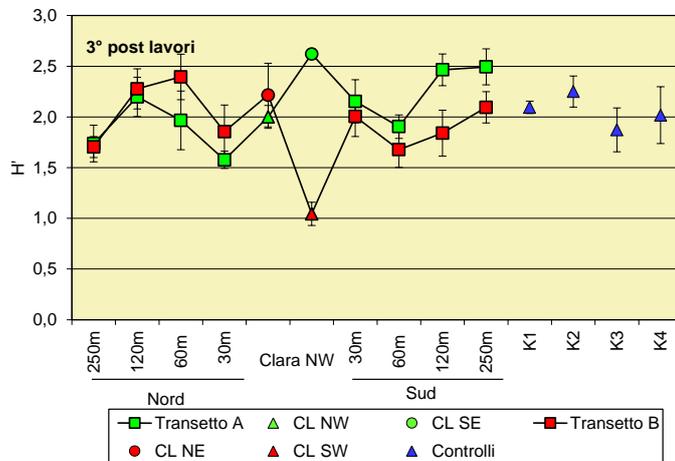


Fig. 3.38 - Diversità specifica (\pm e.s.) registrata nell'inverno 2017.

3.5.7. MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS)

Il MultiDimensional Scaling applicato ai dati di densità delle singole specie campionate nell'inverno 2017 ha evidenziato un'apparente distribuzione casuale delle stazioni nel plot (fig. 3.39a). In realtà tale distribuzione è stata determinata, almeno in parte, dalle abbondanze dei taxa principali. Ad esempio, i policheti Paraonidae tendono ad aumentare dai siti posti in alto del piano verso quelli in basso (fig. 3.39b), mentre *C. subterranea* è risultata più abbondante in quelli

posizionati al centro (fig. 3.39c). Il sito CL SE è quello più in basso per le maggiori densità di molti taxa e per il rinvenimento esclusivo di altri, come ad esempio il bivalve *Anomia ehippium* (fig. 3.39d), e la sua vicinanza con A5 dipende dalla presenza di alcuni taxa solo in questi due siti (es.: *Chloeia venusta*; fig. 3.39e).

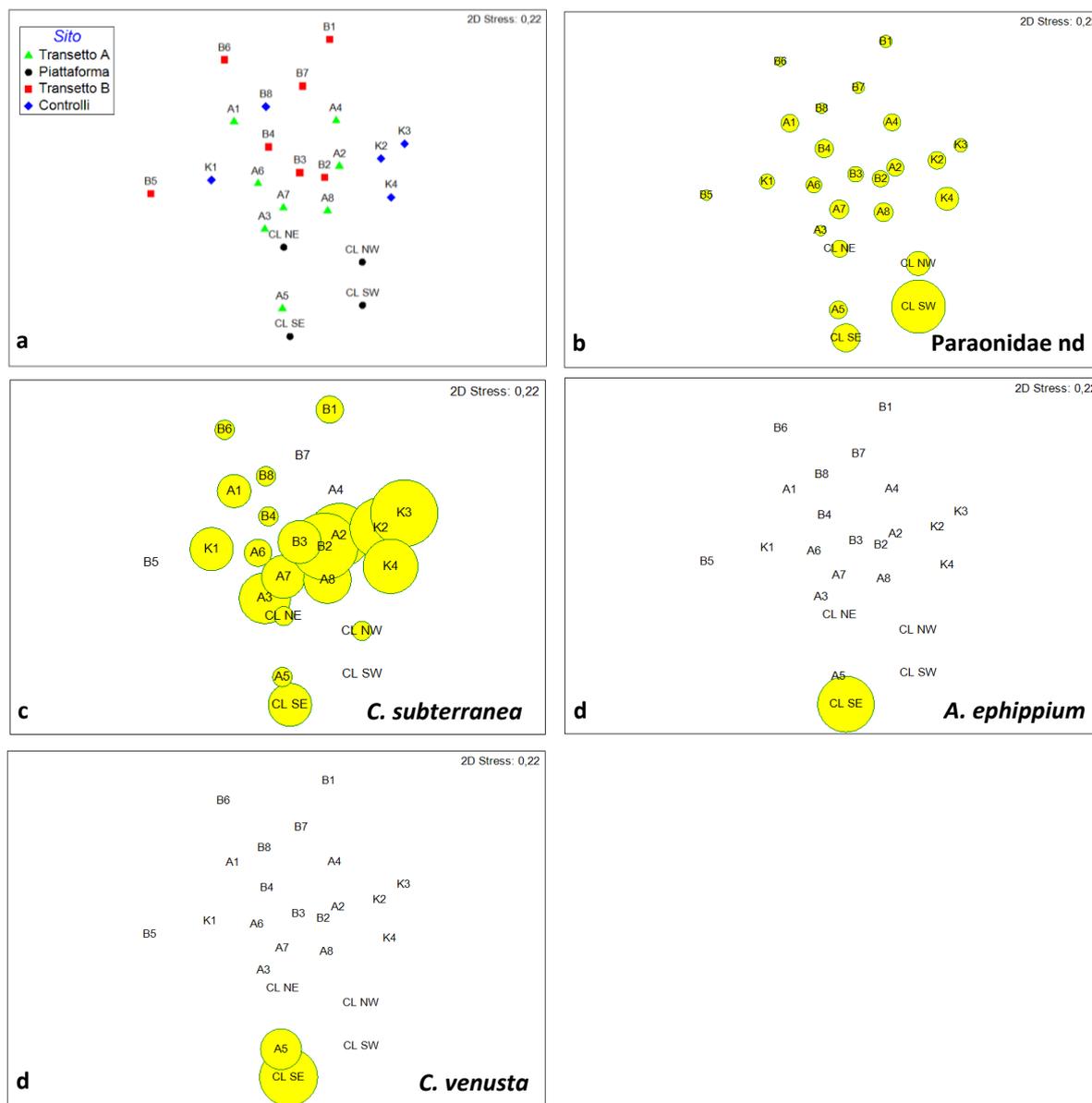


Fig. 3.39 – Rappresentazione bidimensionale dei siti campionati nell’inverno 2017 tramite il metodo del MultiDimensional Scaling. I cerchi gialli indicano i quantitativi in termini di densità delle singole specie.

3.5.8. VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE

3.5.8.1 Indice W di Clarke

Nel 3° survey post lavori questo indice ha evidenziato una situazione piuttosto simile a quella registrata in precedenza (Fabi *et al.*, 2017e), 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, fatto che conferma il risultato ottenuto nell'estate 2016, e di B8, dove è avvenuto un lieve miglioramento (Tab. 3-XXX).

Tab. 3-XXX – Valori dell'indice W di Clarke ottenuti per i siti campinati nell'inverno 2017. In rosso le stazioni corrispondenti a Clara NW.

Stazione	W	Classificazione ambientale
A1	0,406	Leggermente disturbato
A2	0,680	Leggermente disturbato
A3	0,631	Leggermente disturbato
A4	0,346	Leggermente disturbato
CL NW	0,347	Leggermente disturbato
CL SE	0,381	Leggermente disturbato
A5	0,528	Leggermente disturbato
A6	0,520	Leggermente disturbato
A7	0,514	Leggermente disturbato
A8	0,519	Leggermente disturbato
B1	0,690	Leggermente disturbato
B2	0,493	Leggermente disturbato
B3	0,625	Leggermente disturbato
B4	0,437	Leggermente disturbato
CL NE	0,518	Leggermente disturbato
CL SW	0,363	Leggermente disturbato
B5	0,666	Leggermente disturbato
B6	0,762	Non disturbato
B7	0,667	Leggermente disturbato
B8	0,774	Non disturbato
K1	0,501	Leggermente disturbato
K2	0,530	Leggermente disturbato
K3	0,684	Leggermente disturbato
K4	0,518	Leggermente disturbato

3.5.8.2 Indice AMBI

L'indice AMBI (Tab. 3-XXXI) ha evidenziato una situazione di leggero disturbo ovunque, suggerendo un lieve peggioramento nei siti A6, A7 e B5 che, nell'estate 2016 (Fabi *et al.*, 2017e), erano risultati non disturbati. Nella maggior parte delle stazioni campionate sono risultate più importanti percentualmente le specie appartenenti al III gruppo ecologico (specie tolleranti a un eccessivo arricchimento organico nei sedimenti).

3.5.8.3 Indice BENTIX

Anche nell'inverno 2017 l'indice BENTIX (Tab. 3-XXXII) ha fornito risultati più negativi rispetto agli altri due indici. In questo caso, infatti, metà transetto A, due siti CL, due del transetto B e un controllo sono risultati moderatamente disturbati e CL SW fortemente disturbato; quest'ultimo caso è stato determinato dalla quasi totalità di taxa classificati dal BENTIX come "tolleranti" (93,5% dei taxa totali) tra i quali

sono inseriti *H. vitrea* e i policheti paraonidi (fortemente dominanti in questo sito); il primo di questi due taxa è classificato dall'indice AMBI come specie sensibile.

Rispetto all'estate 2016 (Fabi *et al.*, 2017e) questi risultati indicano un lieve peggioramento sia in alcuni siti dei transetti che nel controllo K4, un peggioramento più marcato in CL SW e un miglioramento in altre stazioni, ma in molti siti la situazione è rimasta invariata.

3.5.8.4 Stato ecologico

In Tab. 3-XXXIII è riportato lo stato ecologico relativo alle diverse stazioni derivato dalla combinazione dei tre indici durante il 3° survey post lavori, che è risultato compreso tra il buono e il buono/moderato lungo i transetti e ai controlli e tra il buono e il moderato nei pressi della piattaforma. Sette stazioni posizionate lungo i transetti, anche nelle immediate vicinanze della piattaforma, e il controllo K4 hanno evidenziato un lieve peggioramento rispetto all'estate 2016 e 4 un lieve miglioramento (A3, A8, K1 e K3); tutte le altre sono rimaste invariate (Fabi *et al.*, 2017e). Rispetto al pre-survey è da segnalare un lieve peggioramento in due siti della struttura e nel controllo K4 e uno più accentuato in CL SW dove lo stato è passato da buono a moderato. Nelle due stazioni a 60 m di distanza verso Nord (A3 e B3) e nel controllo K2 è invece avvenuto un lieve miglioramento.

Tab. 3-XXXI – 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 campionati nell’inverno 2017 e classificazione del disturbo ambientale secondo l’indice AMBI. In giallo è evidenziato il gruppo ecologico più rappresentativo in ciascuna stazione. In rosso i siti corrispondenti alla piattaforma.

Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale
A1	22,2	13,9	63,9	0,0	0,0	2,125	Leggermente disturbato
A2	28,3	16,7	51,7	1,7	1,7	1,975	Leggermente disturbato
A3	34,8	15,2	45,7	4,3	0,0	1,793	Leggermente disturbato
A4	36,8	15,8	44,7	2,6	0,0	1,697	Leggermente disturbato
CL NW	31,9	7,2	53,6	7,2	0,0	2,043	Leggermente disturbato
CL SE	25,5	17,9	53,1	3,6	0,0	2,020	Leggermente disturbato
A5	27,4	13,7	53,4	5,5	0,0	2,055	Leggermente disturbato
A6	30,0	15,0	50,0	5,0	0,0	1,950	Leggermente disturbato
A7	35,2	19,7	40,8	4,2	0,0	1,711	Leggermente disturbato
A8	37,0	19,2	39,7	4,1	0,0	1,664	Leggermente disturbato
B1	20,8	12,5	66,7	0,0	0,0	2,188	Leggermente disturbato
B2	38,5	20,5	38,5	2,6	0,0	1,577	Leggermente disturbato
B3	39,7	12,1	39,7	6,9	1,7	1,784	Leggermente disturbato
B4	33,3	13,3	48,9	4,4	0,0	1,867	Leggermente disturbato
CL NE	34,7	16,3	44,9	4,1	0,0	1,776	Leggermente disturbato
CL SW	17,5	7,1	73,8	1,1	0,5	2,402	Leggermente disturbato
B5	19,2	34,6	38,5	7,7	0,0	2,019	Leggermente disturbato
B6	36,8	21,1	42,1	0,0	0,0	1,579	Leggermente disturbato
B7	44,0	12,0	44,0	0,0	0,0	1,500	Leggermente disturbato
B8	34,5	17,2	44,8	3,4	0,0	1,759	Leggermente disturbato
K1	17,4	23,9	54,3	4,3	0,0	2,185	Leggermente disturbato
K2	30,0	3,3	63,3	3,3	0,0	2,100	Leggermente disturbato
K3	31,0	2,4	66,7	0,0	0,0	2,036	Leggermente disturbato
K4	27,8	8,3	61,1	1,4	1,4	2,104	Leggermente disturbato

Tab. 3-XXXII – Risultati dell’indice BENTIX e relativa classificazione del disturbo ambientale i siti campionati nell’inverno 2017. In rosso i siti corrispondenti alla piattaforma.

Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale
A1	0,58	Moderatamente disturbato
A2	0,69	Leggermente disturbato
A3	0,65	Leggermente disturbato
A4	0,53	Moderatamente disturbato
CL NW	0,46	Moderatamente disturbato
CL SE	0,57	Moderatamente disturbato
A5	0,49	Moderatamente disturbato
A6	0,50	Moderatamente disturbato
A7	0,68	Leggermente disturbato
A8	0,59	Leggermente disturbato
B1	0,53	Moderatamente disturbato
B2	0,63	Leggermente disturbato
B3	0,66	Leggermente disturbato
B4	0,59	Leggermente disturbato
CL NE	0,64	Leggermente disturbato
CL SW	0,38	Fortemente disturbato
B5	0,48	Moderatamente disturbato
B6	0,68	Leggermente disturbato
B7	0,60	Leggermente disturbato
B8	0,59	Leggermente disturbato
K1	0,59	Leggermente disturbato
K2	0,59	Leggermente disturbato
K3	0,71	Leggermente disturbato
K4	0,56	Moderatamente disturbato

Tab. 3-XXXIII – Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione dei tre differenti indici nell’inverno 2017. In rosso i siti corrispondenti alla piattaforma.

	W	AMBI	BENTIX	Stato ecologico
Stazione	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	
A1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
A2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
A3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
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	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
A5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
A6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
A7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
A8	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
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	Leggermente disturbato	Buono
CL SW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Fortemente disturbato	Moderato
B5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato
B6	Non disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
B7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
B8	Non disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
K1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
K2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
K3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Buono
K4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	Buono/moderato

3.6. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

3.6.1. CAMPIONAMENTI DI PESCA

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

Nel 1° semestre 2017 sono state censite 27 specie (22 pesci, 2 molluschi e 3 crostacei). Di queste, 21 sono state catturate attorno a Clara NW (16 pesci, 2 molluschi e 3 crostacei; Tab. 3-XXXIV). Presso il controllo C1 sono state censite 11 specie (9 pesci, 1 mollusco e 1 crostaceo), mentre in C2 ne sono state catturate 8, tutte pesci (Tabb. 3-XXXV e 3-XXXVI).

Oltre al mollusco *Octopus vulgaris*, esclusivamente presso la piattaforma sono stati catturati i crostacei *Squilla mantis* e *Nephrops norvegicus* e 11 specie ittiche (*Boops boops*, *Pagellus acarne*, *Pagellus bogaraveo*, *Scomber japonicus*, *Scomber scombrus*, *Scorpaena notata*, *Scorpaena porcus*, *Scorpaena scrofa*, *Trachinus draco*, *Trisopterus minutus capelanus* e *Trachurus mediterraneus*).

Chelidonichthys lucerna è risultata l'unica specie catturata esclusivamente in C1, mentre *Mullus barbatus* e *Psetta maxima* sono state censite solo in C2.

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

Tab. 3-XXXIV - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso la **piattaforma Clara NW** nel 1° semestre 2017.

			Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno	
			N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)
Crostacei														
<i>Nephrops norvegicus</i>	B	NA			3,64	0,31	1,28	0,17			2,54	0,21	1,13	0,18
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	NA	2,35	0,02					4,00	0,03				
<i>Squilla mantis</i>	B	NA	3,53	0,16									3,38	0,23
Crostacei Totale			5,88	0,18	3,64	0,31	1,28	0,17	4,00	0,03	2,54	0,21	4,51	0,41
Molluschi														
<i>Octopus vulgaris</i>	B	AT											1,13	1,92
<i>Illex coindetii</i>	P	NA	1,18	0,09										
Molluschi Totale			1,18	0,09									1,13	1,92
Pesci														
<i>Scorpaena notata</i>	B	AT			1,82	0,10	1,28	0,08	1,33	0,04	1,27	0,04	1,13	0,07
<i>Scorpaena porcus</i>	B	AT			1,82	0,38	1,28	0,71	2,67	0,18	3,81	0,64		
<i>Scorpaena scrofa</i>	B	AT	2,35	0,78										
<i>Raja asterias</i>	B	NA					1,28	1,14			1,27	0,61	2,25	1,97
<i>Solea solea</i>	B	NA			1,82	0,32	3,85	0,69	5,33	0,84			2,25	0,29
<i>Trachinus draco</i>	B	NA											1,13	0,06
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	1,18	0,30	14,55	5,83	7,70	2,87	4,00	1,82	1,27	0,27	2,25	0,49
<i>Pagellus acarne</i>	NB	NA	1,18	0,06					1,33	0,10			2,25	0,13
<i>Pagellus bogaraveo</i>	NB	PA	3,53	0,14	12,73	0,49			14,67	0,45	13,97	0,63	49,58	2,03
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA	2,35	0,12	1,82	0,04	1,28	0,04	2,67	0,13			1,13	0,04
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA	4,71	0,05									7,89	0,08
<i>Boops boops</i>	P	PA	37,65	2,24	41,82	2,47	7,70	0,51	10,67	0,24	3,81	0,17		
<i>Scomber japonicus</i>	P	PA	2,35	0,29					9,33	1,26	6,35	0,93	45,07	3,27
<i>Scomber scombrus</i>	P	PA					1,28	0,28						
<i>Trachurus mediterraneus</i>	P	PA			1,82	0,13								
<i>Trachurus trachurus</i>	P	PA	15,29	0,82	49,09	3,51			1,33	0,11				
Pesci Totale			70,59	4,79	127,27	13,26	25,67	6,31	53,33	5,16	31,75	3,29	114,93	8,43

Tab. 3-XXXV - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca effettuati nel 1° semestre 2017 presso il **controllo C1**.

			Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno	
			N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)
Crostacei														
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	NA	1,19	0,02										
Crostacei Totale			1,19	0,02										
Molluschi														
<i>Illex coindetii</i>	P	NA	1,19	0,21										
Molluschi Totale			1,19	0,21										
Pesci														
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA	1,19	0,08							1,19	0,23		
<i>Lophius budegassa</i>	B	NA	1,19	0,19										
<i>Raja asterias</i>	B	NA					2,35	1,28					2,34	2,13
<i>Solea solea</i>	B	NA			3,29	0,45							4,68	0,87
<i>Merlangius merlangus</i>	NB	NA							2,61	0,04				
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA					2,35	0,95	1,30	0,69				
<i>Alosa fallax fallax</i>	P	NA					3,53	1,18	1,30	0,42				
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA	2,38	0,02										
<i>Trachurus trachurus</i>	P	PA			8,22	0,70								
Pesci Totale			4,75	0,29	11,51	1,14	8,24	3,41	5,22	1,14	1,19	0,23	7,02	3,00

Tab. 3-XXXVI - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca effettuati nel 1° semestre 2017 presso il controllo C2.

	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno	
	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)
Pesci												
<i>Lophius budegassa</i>	B	NA	1,19	0,11								
<i>Mullus barbatus</i>	B	NA					2,70	0,07				
<i>Psetta maxima</i>	B	NA	1,19	2,33								
<i>Raja asterias</i>	B	NA			5,45	4,28	2,70	1,93			3,67	3,70
<i>Solea solea</i>	B	NA	1,19	0,18	1,82	0,20	1,35	0,23	4,92	0,77	1,33	0,23
<i>Merlangius merlangus</i>	NB	NA	1,19	0,01							2,45	0,54
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA			1,82	0,61	1,35	0,42			1,22	0,68
<i>Alosa fallax fallax</i>	P	NA									1,22	0,39
Pesci Totale			4,78	2,63	9,09	5,09	8,09	2,65	4,92	0,77	1,33	0,23
					8,57	5,31						

Tab. 3-XXXVII – Valori medi (\pm e.s.) ottenuti per i vari indici nel 1° semestre 2017 presso la piattaforma ClaraNW e le due aree di controllo. N = n. ind/500m/12h; P = kg/500m/12h.

	Clara NW	Cont Clara NW 1	Cont Clara NW 2
S_m	10,50 \pm 0,76	2,67 \pm 0,56	2,84 \pm 0,60
H'	0,76 \pm 0,04	0,36 \pm 0,09	0,36 \pm 0,11
N	74,61 \pm 17,78	6,72 \pm 1,39	6,13 \pm 1,22
P	7,42 \pm 1,59	1,57 \pm 0,54	2,78 \pm 0,86

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

	Clara NW	C2
S_m		
C1	<0,001**	0,843
C2	<0,001**	
H'	Clara NW	C2
C1	0,008**	0,936
C2	0,016*	
N	Clara NW	C2
C1	<0,001**	0,758
C2	<0,001**	
P	Clara NW	C2
C1	0,001**	0,268
C2	0,034*	

La Ricchezza specifica (S) relativa al sito di estrazione ha avuto un andamento decrescente da gennaio a marzo e altalenante nei tre mesi successivi (fig. 3.40), risultando sempre superiore rispetto ai controlli. Questi ultimi hanno avuto trend confrontabili fra loro eccetto tra marzo e maggio, periodo in cui S è rimasta dapprima stabile e poi è diminuita in C1 mentre in C2 ha avuto un comportamento opposto.

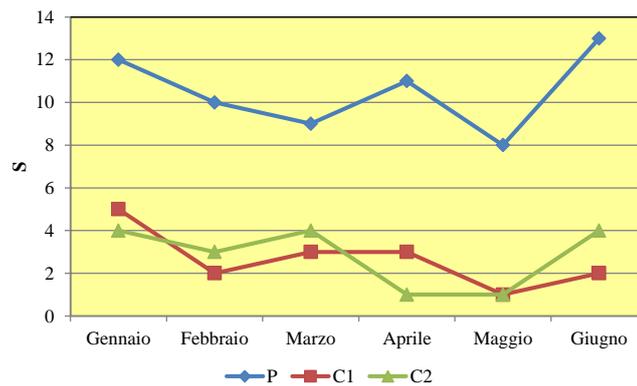


Fig. 3.40 - Ricchezza specifica ottenuta per la piattaforma Clara NW e per i due siti di controllo nel 1° semestre 2017.

Anche la Diversità specifica nell'intero periodo è risultata significativamente superiore in piattaforma rispetto ai riferimenti (Tabb. 3-XXXVII e 3-XXXVIII). Presso Clara NW l'indice si è lievemente ridotto in febbraio, è aumentato sino ad aprile raggiungendo il massimo assoluto (0,91) ed è nuovamente diminuito sino ad giugno (minimo per questo sito: 0,66; fig. 3.41). Per quel che riguarda i due controlli, H'è risultato nullo ad aprile e maggio per C2 e a maggio per C1 per la presenza di una sola specie nelle catture. Nei restanti mesi i trend sono apparsi confrontabili.

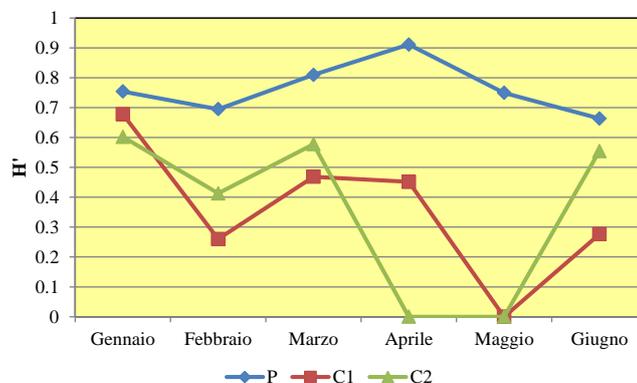


Fig. 3.41 - Diversità specifica ottenuta per la piattaforma Clara NW e per i due siti di controllo nel 1° semestre 2017.

3.6.1.2 Rendimenti di pesca e composizione delle catture

Anche i rendimenti di pesca totali sono risultati significativamente più alti presso il sito di estrazione rispetto alle aree di controllo sia in termini numerici che ponderali (Tabb. 3-XXXVII e 3-XXXVIII).

In piattaforma i trend sia in numero che in peso sono apparsi molto simili tra loro eccetto tra marzo ed aprile (fig. 3.42), quando il primo è risultato crescente e il secondo decrescente. In numero il minimo è stato raggiunto in marzo (26,95 ind/500m/12h) e il massimo in febbraio (130,91 ind/500m/12h). In termini ponderali,

invece, minimo e massimo sono stati registrati rispettivamente in maggio e febbraio (3,49 kg/500/12h e 13,57 kg/500/12h).

Ai controlli gli andamenti in numero sono apparsi molto lineari e sovrapponibili. In peso, invece, sono risultati opposti tra febbraio e marzo, ma in generale sono apparsi molto simili a quello della piattaforma dal punto di vista temporale.

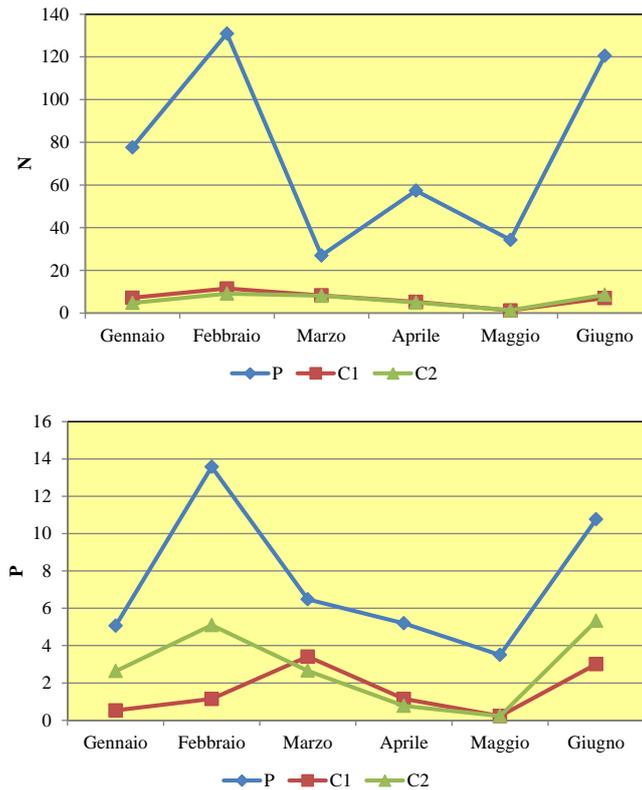


Fig. 3.42 - Rendimenti di pesca in termini numerici (N; n. ind/500m/12h) e ponderali (kg/500m/12h) registrati presso Clara NW e nelle zone di controllo nel 1° semestre 2017.

I pesci hanno costituito la frazione dominante (l'unica in C2) delle catture sia in termini numerici che ponderali (fig. 3.43).

Pesci bentonici – In totale sono state censite 10 specie ittiche appartenenti a questo gruppo, di cui 6 nel sito di estrazione, 4 in C1 4 e 5 in C2 (Tabb. 3-XXXIV e 3-XXXVI). Presso Clara NW i pesci bentonici sono risultati sia numericamente (8%) che in termini ponderali (20%) i meno importanti rispetto agli altri gruppi, ma è interessante la presenza nelle catture delle specie AT *S. notata*, *S. porcus* e *S. scrofa*. Sia in C1 che in C2 i bentonici hanno rappresentato il primo gruppo in termini numerici (C1: 40%; C2: 82%) ed in peso (C1: 55%; C2: 87%) per le catture di *Solea solea* e *Raja asterias* in entrambi i siti.

Pesci necto-bentonic – Complessivamente sono state catturate 5 specie ittiche necto-bentoniche di cui 4 in piattaforma, 2 in C1 e 2 in C2 (Tabb. 3-XXXIV e 3-XXXVI). Sia numericamente che ponderalmente la componente necto-bentonica è risultata la seconda nei pressi di Clara NW e C2 e la meno importante in C1. Da evidenziare nel sito di estrazione l'abbondante presenza di questa componente nelle catture ottenute in quasi tutti i mesi, con la preponderanza della specie PA *Pagellus bogaraveo* in numero e della specie NA *Merluccius merluccius* in peso.

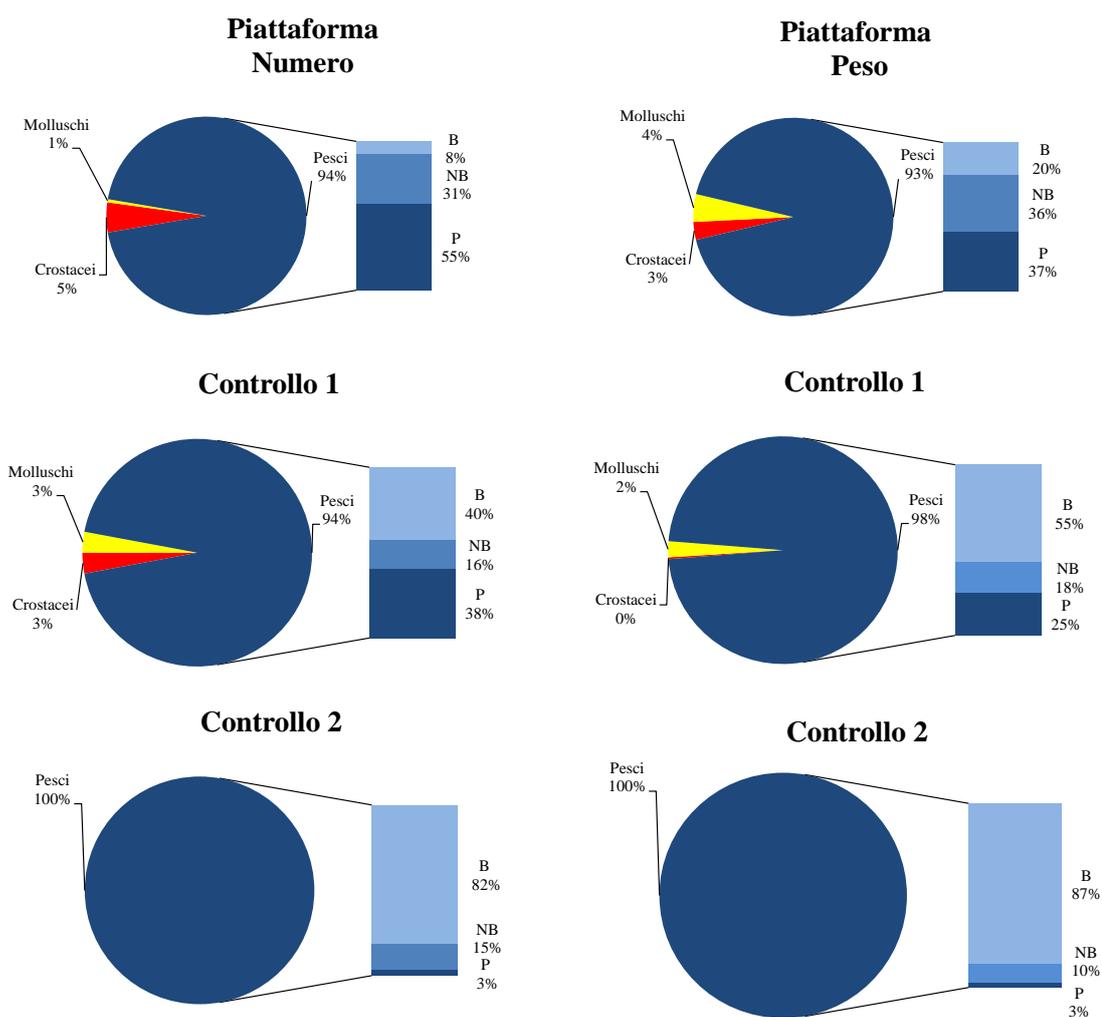


Fig. 3.43 - Composizione percentuale delle catture in numero e in peso nel 1° semestre 2017 presso Clara NW e nei due siti di controllo. B = bentonico; NB = necto-bentonic; P = pelagico.

Pesci pelagici - In totale sono state censite 7 specie di cui 6 presso la struttura, 3 in C1 e 1 in C2 (Tabb. 3-XXXIV e 3-XXXVI). I pelagici hanno rappresentato il gruppo più importante in numero e in peso in piattaforma costituendo rispettivamente il 55% e il 37%, grazie alle abbondanti e pressoché costanti catture delle specie PA *B. boops*, *S. japonicus* e *Trachurus trachurus*. Presso i controlli, invece, i pelagici si

sono collocati al secondo posto in C1 (N: 38%; P: 25%) e al terzo in C2 (N: 3%; P: 3%).

Crostacei - I crostacei sono comparsi solo nelle catture relative alla piattaforma e a C1 (Tabb. 3-XXXIV e 3-XXXVI). Mentre al controllo sono risultati poco rilevanti essendo presenti con un'unica specie (*Parapenaeus longirostris*) catturata solo a gennaio, presso il sito di estrazione hanno rappresentato il secondo gruppo dopo i pesci in numero (5%) e il terzo in peso (3%).

Molluschi – Anche questo gruppo è stato riscontrato esclusivamente nelle catture effettuate in piattaforma e in C1 (Tabb. 3-XXXIV e 3-XXXVI). Presso il primo sito i molluschi sono stati poco rilevanti (1%) in numero, mentre in peso hanno costituito il secondo gruppo dopo i pesci (4%) grazie alla presenza nella cattura di giugno del mollusco cefalopode *Octopus vulgaris*. In C1 l'unica specie campionata è stata *Illex coindetii* (a giugno); qui i molluschi hanno rappresentato il 3% delle catture in termini numerici e il 2% in peso.

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. 3.44) ha evidenziato una prevalenza numerica presso Clara NW di specie ittiche pelagiche e necto-bentoniche PA, rappresentate soprattutto da *B. boops* e *P. bogaraveo*. Tutti gli altri gruppi sono risultati confrontabili tra loro. In termini ponderali sono risultati meglio rappresentati i pesci pelagici PA, i necto-bentonici e i bentonici NA e i molluschi bentonici AT, grazie alla presenza nelle catture di *B.boops*, *S. japonicus*, *M. merluccius* e *O. vulgaris*.

In C1 a livello numerico sono apparsi nettamente preponderanti i pelagici PA rappresentati esclusivamente da *T. trachurus*. Gli altri gruppi di pesci (esclusivamente specie NA) sono risultati paragonabili fra loro e più abbondanti rispetto a crostacei e molluschi. In termini ponderali, invece, a parte i crostacei bentonici NA e i molluschi pelagici NA che sono risultati nettamente inferiori, tutti i gruppi di pesci (bentonici NA, necto-bentonici NA e pelagici sia PA che NA) sono risultati paragonabili.

In C2 sono state catturate esclusivamente specie ittiche NA; tra queste i bentonici sono risultati prevalenti per le catture di *S. solea* e *R. asterias*.

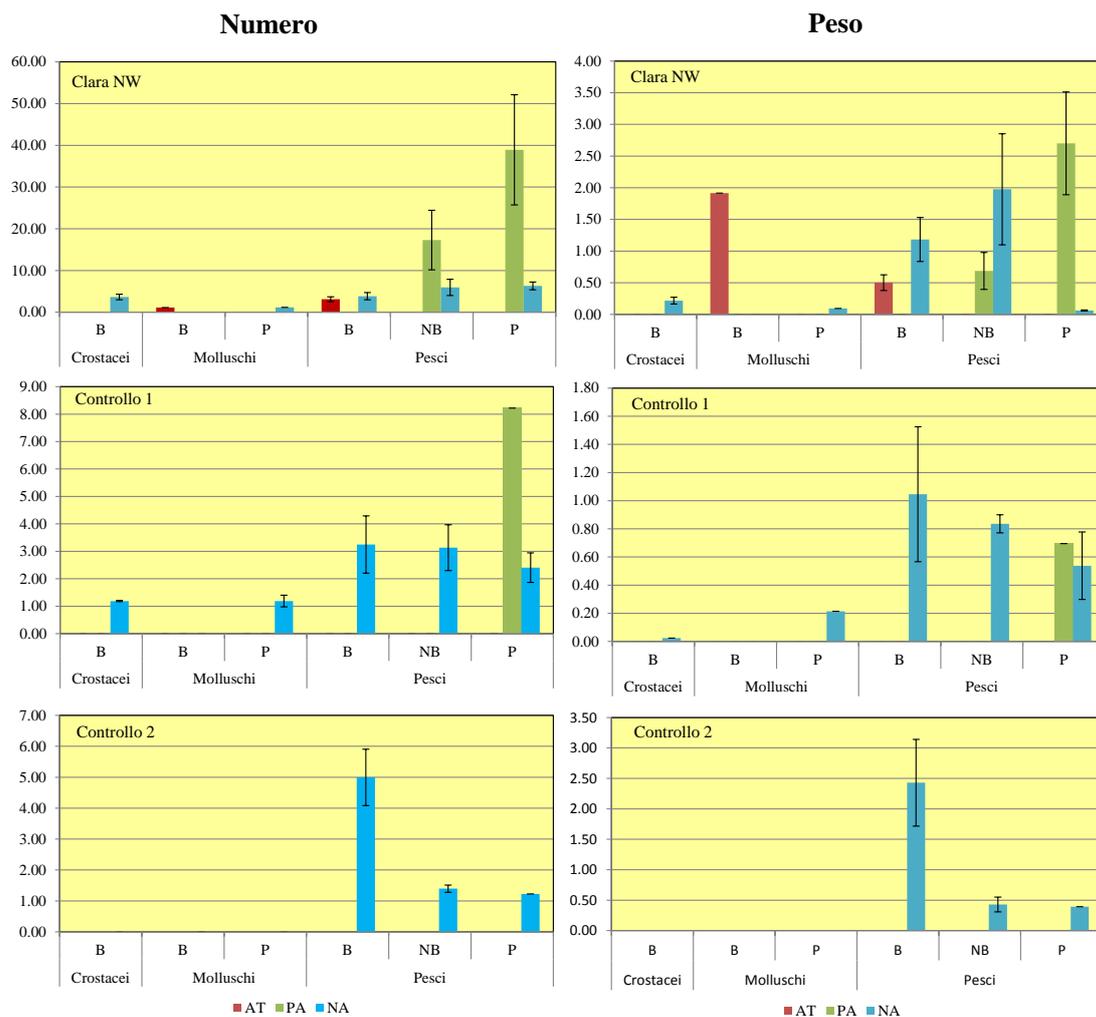


Fig. 3.44 - Numero (n. ind./500m/12h) e peso (kg/500m/12h) medi (\pm e.s.) delle specie attratte (AT), parzialmente attratte (PA) e non attratte (NA) ottenuti nelle catture effettuate nel 1° semestre 2017 nei tre siti. B = bentonico; NB = necto-bentonico; P = pelagico.

3.6.2. INVESTIGAZIONI ACUSTICHE

Nel **gennaio** 2017 sono stati rilevati 4 banchi di pesce, distribuiti per lo più nella zona a S di Clara NW (fig. 3.45) e tutti lontani da essa più di 300 m (Tab. 3-XXXIX).

Le caratteristiche metriche massime misurate sono state, per la superficie, 565,787 m² (banco n. 2), per il volume 228,948 m³ (banco n. 1), per la lunghezza NS 16,247 m (banco n. 3) e per la lunghezza EW 36,601 (banco n. 4; Tab. 3-XL). Tutte le aggregazioni sono state sondate nei primi 5 m dal fondo, sino a un massimo di 73,774 m (banco n. 1). Le variabili acustiche sono riportate in Tab. 3-XLI.

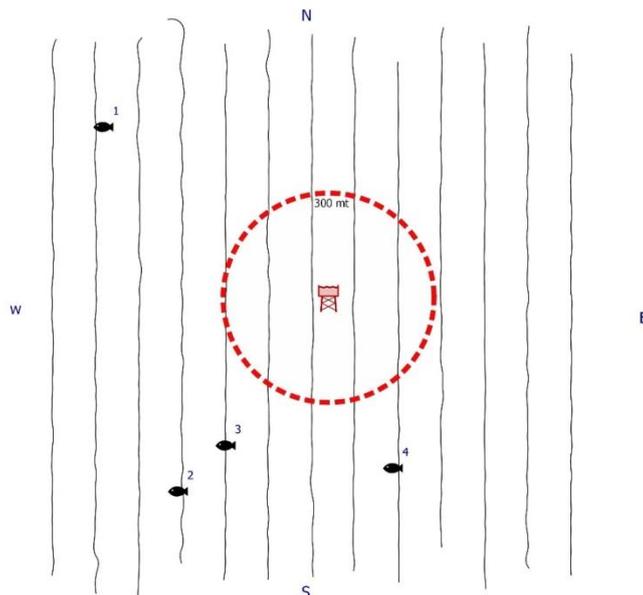


Fig. 3.45 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel gennaio 2017. Figura non in scala.

Tab. 3-XXXIX – Distanza (m) dalla piattaforma Clara NW dei banchi di pesce individuati nel gennaio 2017.

Banco	Distanza da Clara NW (m)
1	804,87
2	698,78
3	512,85
4	520,79

Tab. 3-XL - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel campionamento di gennaio 2017. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	552,397	14,491	18,447	69,805	75,854	6,049	228,948	43°48,423'	14°0,910'	73,774	2,413	2	1
2	565,787	14,580	14,545	70,450	75,483	5,033	220,486	43°47,860'	14°1,078'	73,022	2,566	0	0
3	454,051	16,247	9,295	67,823	74,565	6,742	155,806	43°47,932'	14°1,178'	70,497	2,552	0	0
4	519,153	12,676	36,601	69,455	75,212	5,757	124,063	43°47,900'	14°1,533'	72,706	3,988	0	0

Tab. 3-XLI - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel gennaio 2017.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-29,621	1143	12	451	-41,966	-19,235	10,911
2	-27,881	1090	17	350	-41,735	-16,583	16,290
3	-29,831	552	19	178	-41,966	-19,045	10,398
4	-24,468	415	14	261	-41,698	-12,698	35,741

*Sv = Volume backscattering strength

A **febbraio** sono state individuate 8 aggregazioni di pesce di cui 2 all'interno del raggio di 300 m da Clara NW (fig. 3.46) e una (banco n. 2) poco fuori dall'area

(320,71 m). Il banco più vicino è stato il n.5 a 92,32 m e il più lontano il n. 7 a 736,55 m (Tab. 3-XLII).

Il banco con superficie, volume e lunghezza NS maggiori è stato il n. 7 (Ta. 3-XLIII), mentre la massima lunghezza EW è stata misurata per il n. 1 (25,820 m). La posizione delle aggregazioni lungo la colonna d'acqua è risultata molto varia in quanto le profondità dei centri geometrici dei banchi rilevati sono oscillate tra 54,547 m (banco n. 8) e 74,180 m (banco n. 6).

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

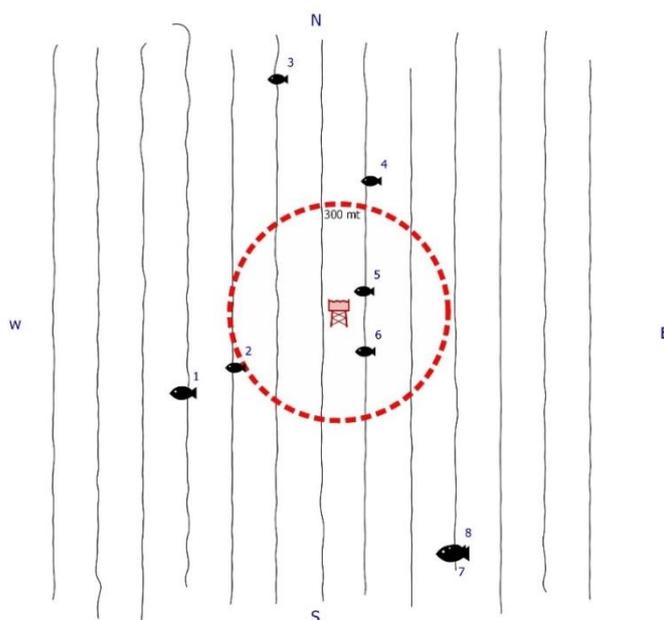


Fig. 3-46 - Schema planare della posizione delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel febbraio 2017. Figura non in scala.

Tab. 3-XLII - Distanza (m) dalla struttura Clara NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel febbraio 2017; in verde sono evidenziati i banchi individuati entro i 300 m dalla struttura.

Banco	Distanza da Clara NW (m)
1	480,07
2	320,71
3	668,73
4	376,39
5	92,32
6	130,05
7	736,55
8	730,00

Tab. 3-XLIII - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel febbraio 2017. 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 ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	1813,486	29,359	25,820	67,809	75,854	8,045	788,494	43°48,039'	14°1,075'	72,623	2,300	0	0
2	650,966	16,635	14,251	69,397	74,882	5,485	214,296	43°48,078'	14°1,182'	72,039	3,022	0	0
3	183,368	10,797	7,211	61,082	74,972	13,890	59,956	43°48,510'	14°1,261'	73,802	2,830	0	0
4	136,458	8,421	10,214	72,113	74,687	2,574	31,570	43°48,359'	14°1,455'	73,348	4,322	0	0
5	374,570	9,432	6,810	62,231	70,719	8,488	129,815	43°48,194'	14°1,443'	68,470	2,456	0	0
6	765,421	25,376	22,552	71,884	75,854	3,970	245,418	43°48,104'	14°1,447'	74,180	3,119	0	0
7	3029,456	44,494	22,307	68,631	75,854	7,223	1283,202	43°47,804'	14°1,632'	72,919	2,361	2	1
8	27,601	1,825	3,337	53,296	55,928	2,632	6,771	43°47,810'	14°1,637'	54,547	4,076	0	0

Tab. 3-XLIV - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento di febbraio 2017; i banchi individuati entro i 300 m da Clara NW sono evidenziati in verde.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-23,222	3599	32	1148	-41,966	-7,583	47,620
2	-25,667	1185	22	448	-41,966	-11,622	27,118
3	-33,499	163	7	73	-41,660	-23,122	4,468
4	-26,646	156	10	129	-41,698	-16,235	21,647
5	-25,797	370	11	106	-41,886	-13,386	26,320
6	-25,199	1134	29	526	-41,735	-10,660	30,208
7	-30,297	6155	50	1852	-41,966	-14,583	9,338
8	-35,932	44	2	20	-41,892	-31,289	2,551

A **marzo** sono stati individuati 10 banchi, sparsi nell'area indagata (fig. 3.47), di cui 3 entro 300 m da Clara NW. L'associazione più prossima alla piattaforma è stata rinvenuta a 188,73 m (banco n. 6), la più lontana (n. 9) a 827,07 m (Tab. 3-XLV).

Le dimensioni dei banchi rilevati vicino alla piattaforma e quelli lontani non sono apparse molto differenti (fig. 3.48): il banco più rilevante per superficie (4229,165 m²), volume (1722,169 m³) e lunghezza EW (40,136 m) è stato il n. 4, mentre il n. 1 ha registrato la massima lunghezza NS (49,717 m; Tab. 3-XLVI). I valori di profondità registrati sono variati da un minimo di 28,404 m (banco n. 6) a un massimo di 75,602 (banco n. 9).

Nella Tab. 3-XLVII sono riportate le variabili acustiche delle aggregazioni.

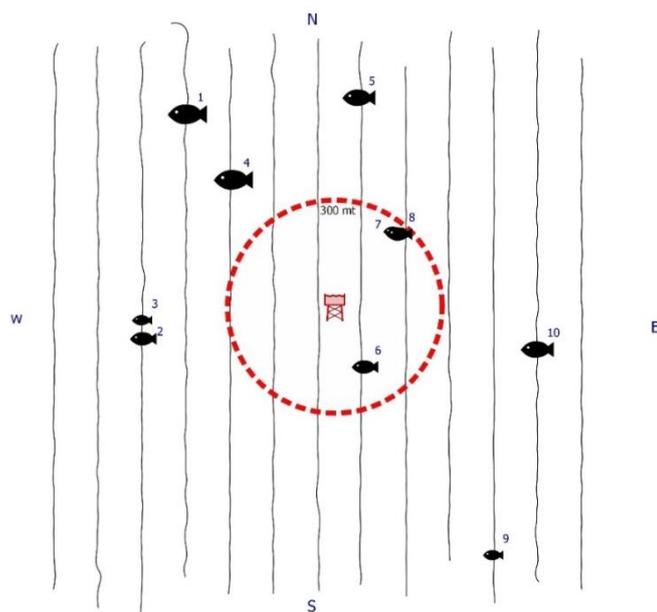


Fig. 3.47 - Schema planare della posizione delle aggregazione di pesce individuate durante il campionamento condotto nel marzo 2017. Figura non in scala.

Tab. 3-LV - Distanza (m) dalla struttura Clara NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di marzo 2017. I banchi individuati entro i 300 m da Clara NW sono evidenziati in verde.

Banco	Distanza da Clara NW (m)
1	681,30
2	539,51
3	537,16
4	456,54
5	595,44
6	188,73
7	269,61
8	274,92
9	827,07
10	579,05

Tab. 3-XLVI - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel marzo 2017. 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 ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	4100,901	49,717	26,785	66,573	75,982	9,409	1667,988	43°48,453'	14°1,081'	71,680	2,459	9	5
2	2666,634	26,878	30,731	68,290	75,982	7,692	1004,764	43°48,110'	14°0,994'	72,202	2,587	1	0
3	276,055	8,127	11,098	69,954	74,692	4,738	97,644	43°48,138'	14°0,991'	72,197	2,827	0	0
4	4229,165	44,546	40,136	66,529	75,982	9,453	1722,169	43°48,354'	14°1,179'	71,115	2,456	9	3
5	3413,402	20,307	32,955	66,487	75,982	9,495	1257,084	43°48,481'	14°1,438'	72,951	2,643	1	1
6	3006,179	18,458	38,701	8,026	48,875	40,849	618,266	43°48,071'	14°1,457'	28,404	4,440	0	0
7	409,988	11,735	10,136	64,735	70,981	6,246	213,251	43°48,278'	14°1,513'	67,607	1,923	1	0
8	2173,979	32,460	21,688	65,361	75,070	9,709	878,589	43°48,274'	14°1,525'	70,134	2,431	2	1
9	449,550	10,449	14,239	74,972	75,982	1,010	105,554	43°47,787'	14°1,728'	75,602	4,158	0	0
10	2118,069	24,140	23,387	57,960	71,473	13,513	1110,441	43°48,101'	14°1,816'	65,300	1,879	5	1

Tab. 3-XLVII - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel nel marzo 2017. I banchi individuati entro i 300 m da Clara NW sono evidenziati in verde.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-29,274	7963	55	1895	-41,973	-11,312	11,818
2	-26,394	4938	33	1318	-41,973	-8,667	22,938
3	-30,997	546	10	178	-41,973	-19,091	7,949
4	-28,585	9054	54	2262	-41,973	-10,591	13,853
5	-30,705	2339	20	819	-41,973	-15,473	8,501
6	-36,765	5879	20	1593	-41,999	-25,472	2,106
7	-29,423	766	10	202	-41,743	-20,243	11,422
8	-29,645	4587	39	1169	-41,973	-13,591	10,853
9	-35,243	280	12	280	-41,743	-27,243	2,990
10	-12,586	5764	27	1029	-26,973	2,121	551,261

*Sv = Volume backscattering strength

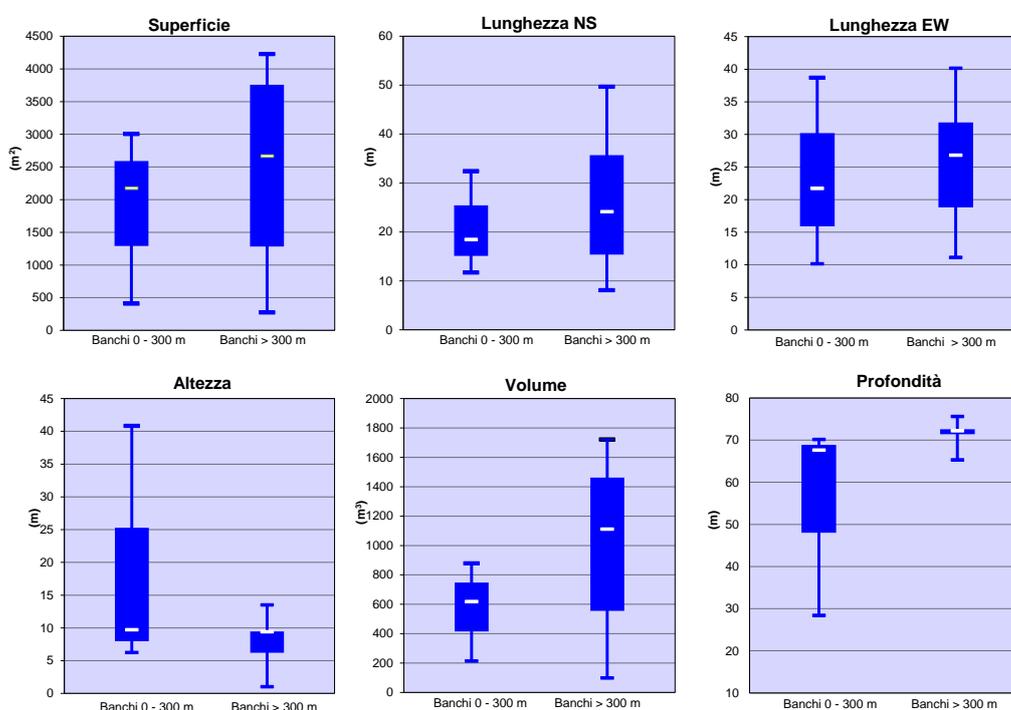


Fig. 3.48 – Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni rilevate nel marzo 2017. Sono mostrati il 50% dei campioni (box), il primo e il terzo quartile e la mediana. Sv = Volume backscatter strength.

Ad **aprile** sono state individuate 11 aggregazioni di pesce di cui 2 all'interno del raggio di 300 m da Clara NW (fig. 3.49) e una (banco n. 6) poco fuori dall'area (329,43 m). Il banco più vicino è stato il n. 4 a 68,04 m e il più lontano il n. 2 a 736,55 m (Tab. 3-XLVIII). Il n. 4 ha presentato le dimensioni maggiori (superficie: 38389,57 m²; volume: 9523,608 m³; lunghezza NS: 118,447 m; lunghezza EW: 65,111 m; Tab. 3-XLIX). L'aggregazione n. 4 è anche risultata la più superficiale essendo stata rilevata a 20,839 m, mentre la più profonda è stata il n. 7 (75,725 m). Nella Tab. 3-L sono riportate le variabili acustiche dei banchi sondati.

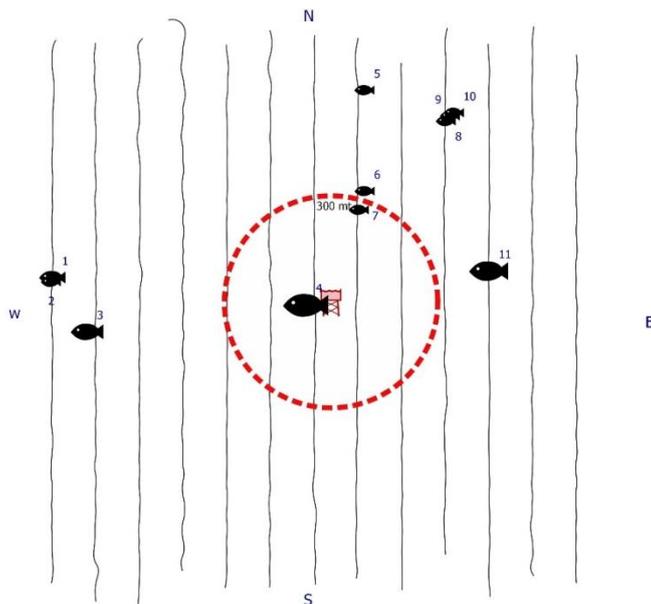


Fig. 3.49 - Schema planare della posizione delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nell'aprile 2017. Figura non in scala.

Tab. 3-XLVIII - Distanza (m) dalla struttura Clara NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di aprile 2017. In verde le aggregazioni rilevate entro 300 m dalla piattaforma.

Banco	Distanza da Clara NW (m)
1	783,30
2	786,96
3	687,14
4	68,04
5	608,67
6	329,43
7	273,94
8	606,88
9	625,14
10	638,93
11	454,19

Tab. 3-LXIX - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nell'aprile 2017. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume. In verde le aggregazioni rilevate entro 300 m dalla piattaforma.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	996,014	19,610	16,453	60,625	72,839	12,214	486,007	43°48,195'	14°0,807'	66,401	1,960	0	0
2	202,299	11,012	13,123	75,163	76,084	0,921	50,284	43°48,188'	14°0,804'	75,699	4,023	0	0
3	4185,758	41,818	36,924	36,766	76,733	39,967	1246,405	43°48,113'	14°0,882'	57,923	2,337	3	1
4	38389,572	118,447	65,111	6,486	45,202	38,716	9523,608	43°48,158'	14°1,341'	20,839	4,066	2	0
5	573,397	19,754	19,001	67,546	72,418	4,872	198,615	43°48,486'	14°1,457'	70,075	2,834	0	0
6	190,329	8,657	8,844	72,321	75,673	3,352	65,100	43°48,332'	14°1,460'	74,240	2,924	0	0
7	134,336	9,108	9,920	75,255	76,084	0,829	30,757	43°48,303'	14°1,448'	75,725	4,368	0	0
8	505,539	8,259	12,532	75,129	76,084	0,955	120,662	43°48,441'	14°1,629'	75,702	3,891	0	0
9	182,961	10,834	7,592	71,846	75,395	3,549	53,477	43°48,449'	14°1,637'	73,737	3,421	0	0
10	150,557	6,764	4,864	66,700	71,388	4,688	35,020	43°48,454'	14°1,645'	69,707	4,578	0	0
11	4228,190	34,768	28,079	51,026	64,400	13,374	2739,924	43°48,213'	14°1,723'	57,685	1,543	33	14

Tab. 3-L - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nell'aprile 2017. In verde le aggregazioni rilevate entro 300 m dalla piattaforma.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-35,493	2586	24	673	-41,977	-21,513	2,823
2	-34,215	244	13	244	-41,748	-26,248	3,789
3	-27,110	2831	13	675	-35,968	-15,831	19,454
4	-28,647	123298	141	20906	-41,993	-3,833	13,655
5	-28,281	966	23	399	-41,977	-14,477	14,857
6	-29,375	301	9	136	-41,748	-19,172	11,547
7	-36,211	154	11	154	-41,748	-29,748	2,393
8	-32,018	200	8	200	-41,748	-23,248	6,284
9	-33,006	268	13	128	-41,711	-23,211	5,005
10	-38,221	99	8	56	-41,711	-32,634	1,506
11	-29,627	16260	39	2344	-41,993	-15,287	10,896

*Sv = Volume backscattering strength

A **maggio** sono stati individuati 14 banchi di cui 4 all'interno dei 300 m da Clara NW e 1 nel limite del raggio di attrattività della piattaforma (fig. 3.50). La distanza minima individuata è stata di 50,46 m (banco n. 5; Tab. 3-LI). L'aggregazione n. 5 ha presentato il maggior sviluppo superficiale (3865,93 m²) e maggiore lunghezza EW (32,639 m) mentre la massima lunghezza NS è stata misurata per il banco n. 15 (30,684 m) e il massimo volume per il n. 10 (1510,075 m³, Tab. 3-LII). Le aggregazioni sono state rinvenute lungo tutta la colonna d'acqua, da una profondità minima di 12,283 m (banco n. 5) a una massima di 73,973 (banco n. 8). Non sono state osservate differenze importanti tra i banchi vicini e lontani dalla piattaforma (fig. 3.51). Nella Tab. 3-LIII sono riportate le variabili acustiche dei banchi sondati.

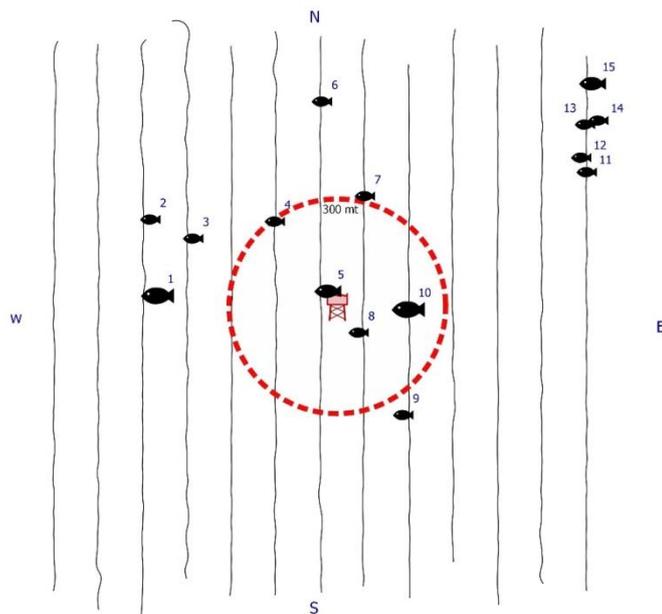


Fig. 3.50 - Schema planare della posizione delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel maggio 2017. Figura non in scala.

Tab. 3-LI - Distanza (m) dalla struttura Clara NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di maggio 2017. In verde sono evidenziati i banchi entro 300 m da Clara NW.

Banco	Distanza da Clara NW (m)	Banco	Distanza da Clara NW (m)	Banco	Distanza da Clara NW (m)
1	495,64	6	575,91	11	786,72
2	570,42	7	319,37	12	793,92
3	440,65	8	94,04	13	854,62
4	293,87	9	353,89	14	890,92
5	50,46	10	198,50	15	943,68

Tab. 3-LII - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel maggio 2017. 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 ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	2812,518	25,703	19,157	52,199	65,707	13,508	1168,614	43°48,176'	14°1,021'	58,177	2,407	3	1
2	80,380	4,780	5,541	69,302	72,250	2,948	31,422	43°48,290'	14°1,004'	70,709	2,558	0	0
3	459,757	16,339	14,631	68,690	74,391	5,701	155,296	43°48,262'	14°1,093'	71,623	2,961	0	0
4	131,832	8,470	5,821	70,828	73,488	2,660	45,056	43°48,289'	14°1,261'	71,929	2,926	0	0
5	3865,930	29,594	32,639	6,694	17,896	11,202	915,513	43°48,185'	14°1,373'	12,283	4,223	0	0
6	178,040	5,900	7,536	70,677	74,786	4,109	63,604	43°48,471'	14°1,355'	72,520	2,799	0	0
7	268,793	17,271	8,815	69,432	74,701	5,269	79,665	43°48,329'	14°1,446'	71,848	3,374	0	0
8	839,298	16,268	5,739	64,037	75,739	11,702	281,620	43°48,123'	14°1,437'	73,973	2,356	0	0
9	370,083	9,436	8,778	69,155	75,341	6,186	106,863	43°47,999'	14°1,531'	72,581	3,366	0	0
10	2615,388	24,022	29,076	57,150	75,749	18,599	1510,075	43°48,159'	14°1,540'	64,202	1,607	41	12
11	135,213	5,629	7,534	71,536	74,660	3,124	41,888	43°48,369'	14°1,904'	73,034	3,228	0	0
12	79,579	5,141	5,805	72,340	74,974	2,634	28,738	43°48,391'	14°1,893'	73,626	2,769	0	0
13	112,765	3,422	6,558	70,189	72,839	2,650	29,170	43°48,441'	14°1,899'	71,567	4,012	0	0
14	200,840	6,947	6,191	63,092	75,362	12,270	54,284	43°48,447'	14°1,927'	64,950	3,443	0	0
15	1929,238	30,684	14,477	55,533	72,435	16,902	915,122	43°48,503'	14°1,914'	62,848	2,108	5	2

Tab. 3-LIII - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel maggio 2017. In verde sono evidenziati i banchi entro 300 m da Clara NW.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-33,057	6344	34	1399	-41,977	-20,937	4,947
2	-33,705	194	7	82	-41,748	-26,172	4,261
3	-26,650	705	18	296	-41,748	-14,634	21,626
4	-30,759	210	9	98	-41,977	-22,017	8,396
5	-18,601	12882	36	1810	-25,986	-3,106	138,021
6	-21,040	301	7	98	-33,977	-10,056	78,697
7	-35,516	340	17	173	-41,977	-26,396	2,808
8	-23,318	381	16	167	-41,748	-9,172	46,577
9	-37,201	523	12	173	-41,977	-29,595	1,905
10	-27,579	9113	32	1108	-41,977	-12,172	17,462
11	-24,767	230	7	95	-33,672	-16,595	33,367
12	-24,380	159	7	70	-33,711	-17,172	36,479
13	-26,388	97	4	42	-33,936	-18,976	22,971
14	-26,812	180	9	82	-33,748	-18,134	20,833
15	-24,287	5667	42	916	-33,977	-7,095	37,265

*Sv = Volume backscattering strength

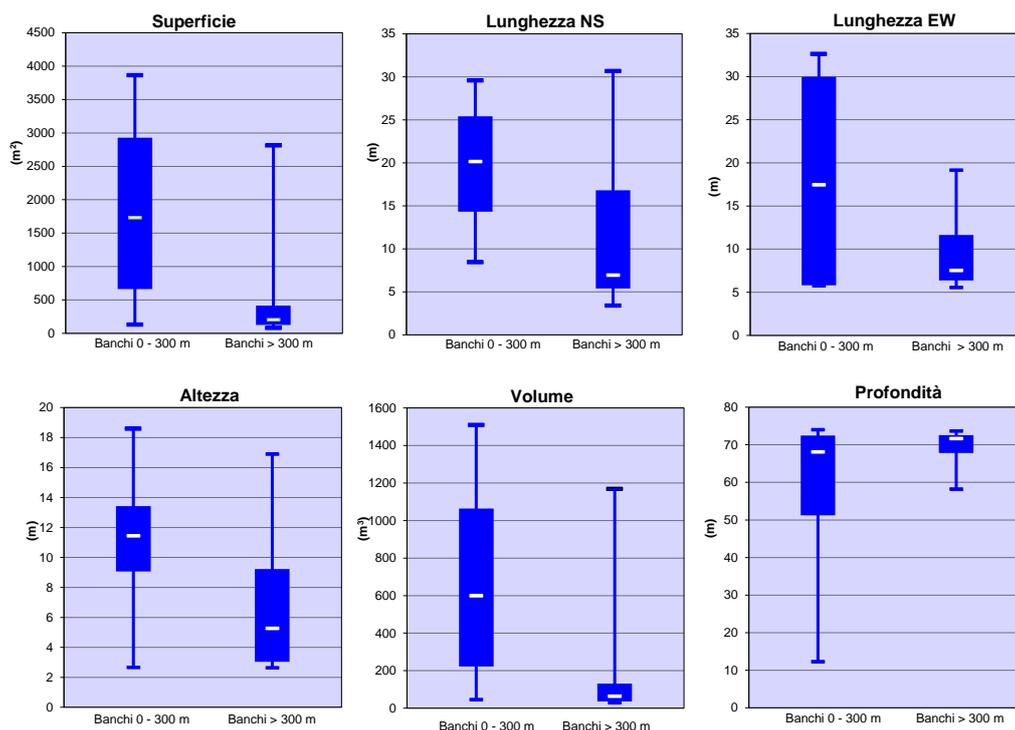


Fig. 3.51 – Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni rilevate nel maggio 2017. Sono mostrati il 50% dei campioni (box), il primo e il terzo quartile e la mediana. Sv = Volume backscatter strength.

Nel **giugno** 2017 sono stati individuati 5 banchi, tutti nella parte orientale dell'area monitorata (fig. 3.52) e tutti oltre i 300 m da Clara NW eccetto il n. 2 rinvenuto a 64,22 m (Tab. 3-LIV).

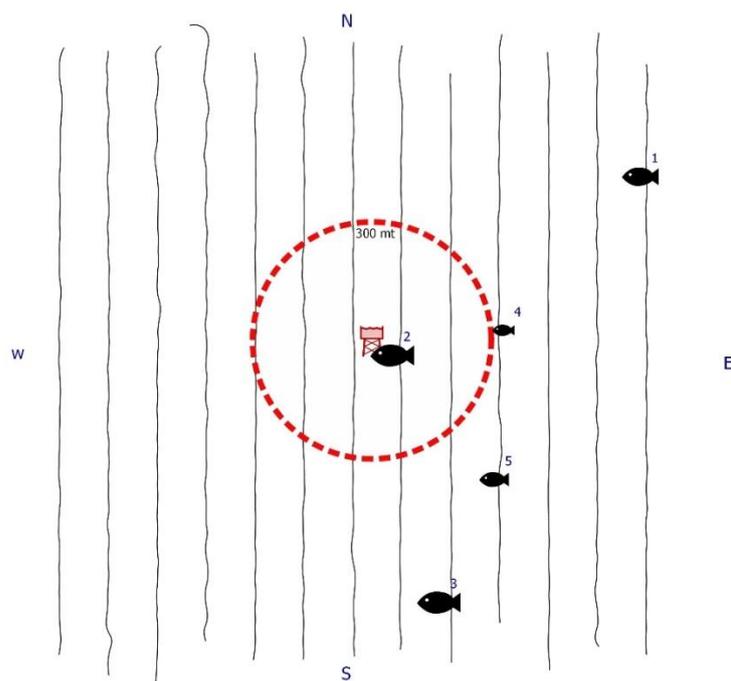


Fig. 3.52 - Schema planare della posizione delle aggregazione di pesce individuate durante il campionamento condotto nel giugno 2017. Figura non in scala.

Tab. 3-LIV - Distanza (m) dalla struttura Clara NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di giugno 2017; in verde il banco individuato entro i 300 m dalla struttura.

Banco	Distanza da Clara NW (m)
1	793,92
2	64,22
3	682,94
4	332,17
5	466,61

Quest'ultimo ha presentato le dimensioni maggiori (superficie: 8491,307 m²; volume: 1835,437 m³; lunghezza NS: 105,948; lunghezza EW: 67,981 m; Tab. 3-LV). I banchi sono stati registrati tra una profondità minima di 28,221 m (banco n. 2) a una massima di 68,703 m (banco n. 4).

Nella Tab. 3-LVI sono riportate le variabili acustiche dei banchi sondati.

Tab. 3-LV - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel maggio 2017. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume. In verde è evidenziato il banco entro 300 m da Clara NW.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	2853,529	30,392	20,508	54,487	74,974	20,487	1472,084	43°48,391'	14°1,893'	61,034	1,877	16	5
2	8491,307	105,948	67,981	10,231	33,838	23,607	1835,437	43°48,143'	14°1,432'	28,221	3,480	4	1
3	4756,017	23,919	46,054	24,251	75,296	51,045	2053,620	43°47,806'	14°1,525'	49,124	2,284	13	3
4	386,933	9,666	12,993	66,312	71,476	5,164	160,813	43°48,178'	14°1,639'	68,703	2,276	0	0
5	1508,892	20,366	15,523	55,885	71,427	15,542	754,934	43°47,974'	14°1,625'	61,291	1,999	12	5

Tab. 3-LVI - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel giugno 2017. In verde è evidenziato il banco entro 300 m da Clara NW.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-27,356	7842	38	1112	-41,983	-12,519	18,381
2	-20,328	10201	75	3286	-29,993	-6,831	92,720
3	-32,545	12460	22	2455	-41,999	-17,429	5,566
4	-24,605	729	10	209	-36,983	-13,361	34,633
5	-20,085	4664	24	720	-31,974	-5,695	98,063

*Sv = Volume backscattering strength

Di seguito si riportano alcuni esempi di rappresentazioni tridimensionali delle aggregazioni di pesce rilevate nei campionamenti sopra descritti (figg. 3.53 - 3.58). Tali immagini permettono una percezione spazio-temporale dei singoli banchi nell'ambiente circostante la struttura.

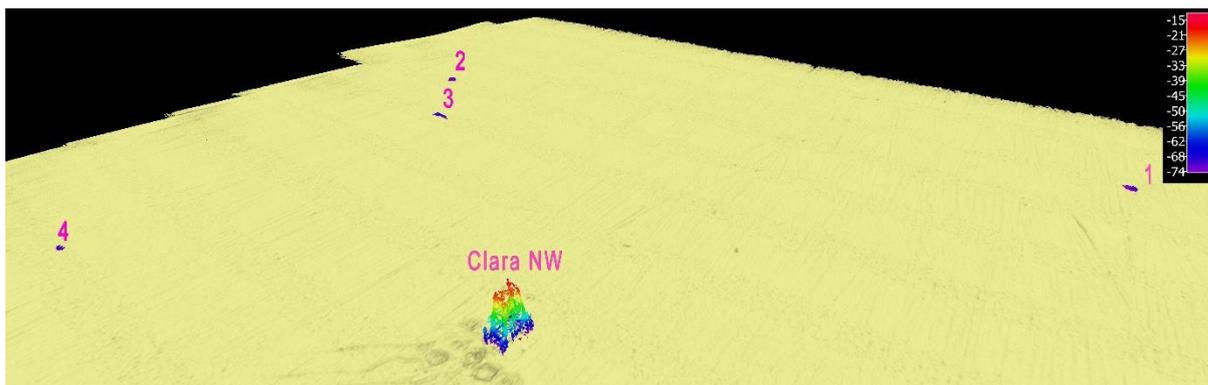


Fig. 3.53 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce di **gennaio 2017**. Al centro dell’immagine è visibile la struttura Clara NW.

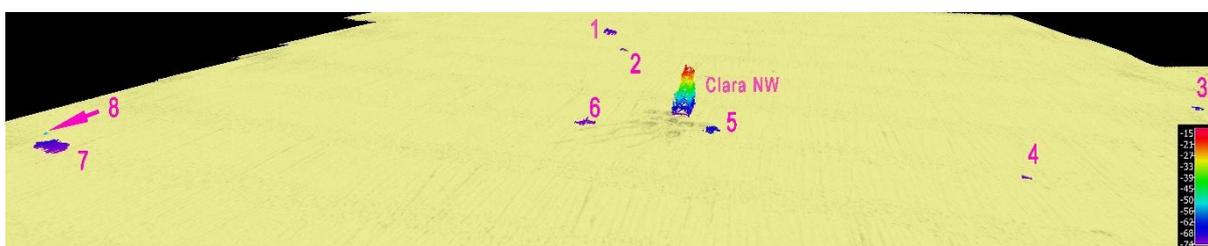


Fig. 3.54 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui sono stati individuati i banchi di pesce di **febbraio 2017**. Visibile la struttura nell’immagine.

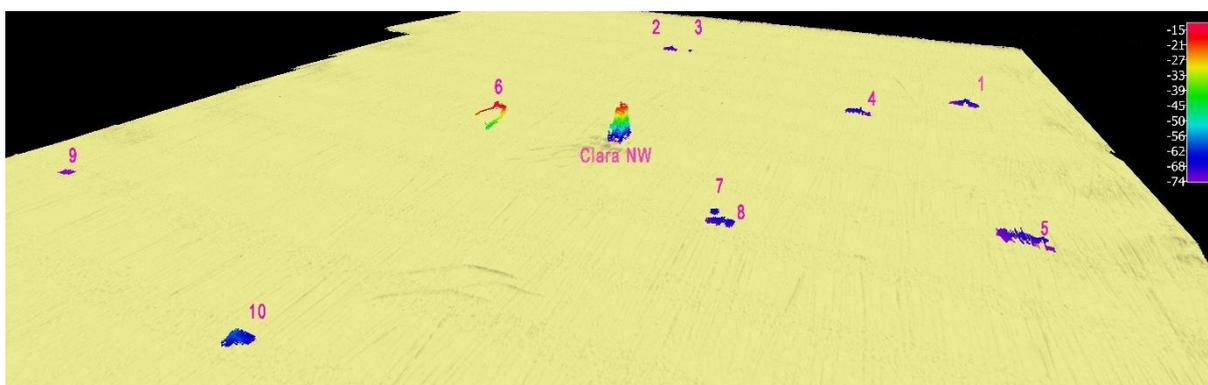


Fig. 3.55 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui è stato individuato il banco di pesce nel **marzo 2017**. Al centro dell’immagine è visibile la struttura Clara NW.

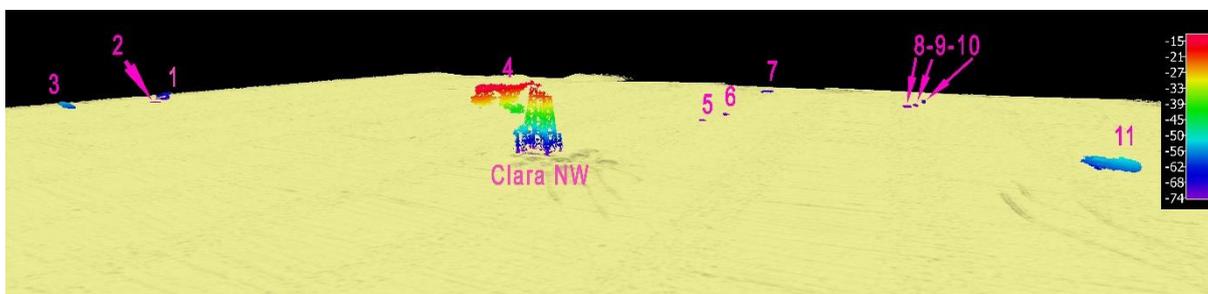


Fig. 3.56 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui è stato individuato il banco di pesce nell’ **aprile 2017**. Al centro dell’immagine è visibile la struttura Clara NW.

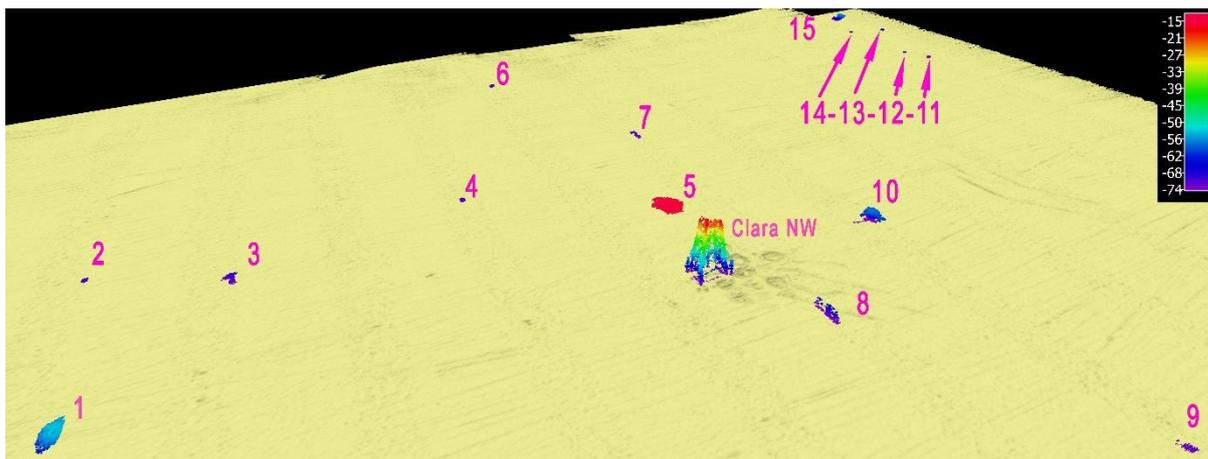


Fig. 3.57 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui è stato individuato il banco di pesce nel **maggio 2017** Al centro dell’immagine è visibile la struttura Clara NW.



Fig. 3.58 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui è stato individuato il banco di pesce nel **giugno 2017** Al centro dell’immagine è visibile la struttura Clara NW.

3.6.3. INDAGINI VIDEO IN PROSSIMITÀ DELLA PIATTAFORMA

Nel gennaio e nel marzo 2017 non sono state acquisite immagini a causa della visibilità troppo limitata.

A **febbraio** in prossimità del fondale sono stati rilevati esemplari di *Spicara maena* (P-PA) e *Pagellus bogaraveo* (NB-PA; fig. 3.59).



Fig 3.59 – Pesce di vario tipo attorno alla piattaforma in prossimità del fondale tra cui sono distinguibili individui di *P. Bogaraveo* e *S. Maena*. **Febbraio 2017**.

Nell'**aprile** 2017 sono stati osservati solo alcuni individui di *Diplodus vulgaris* e di *Sparus aurata* (NB-AT) di piccola taglia a varie profondità, tra i 20 e i 40 m (fig. 3.60).

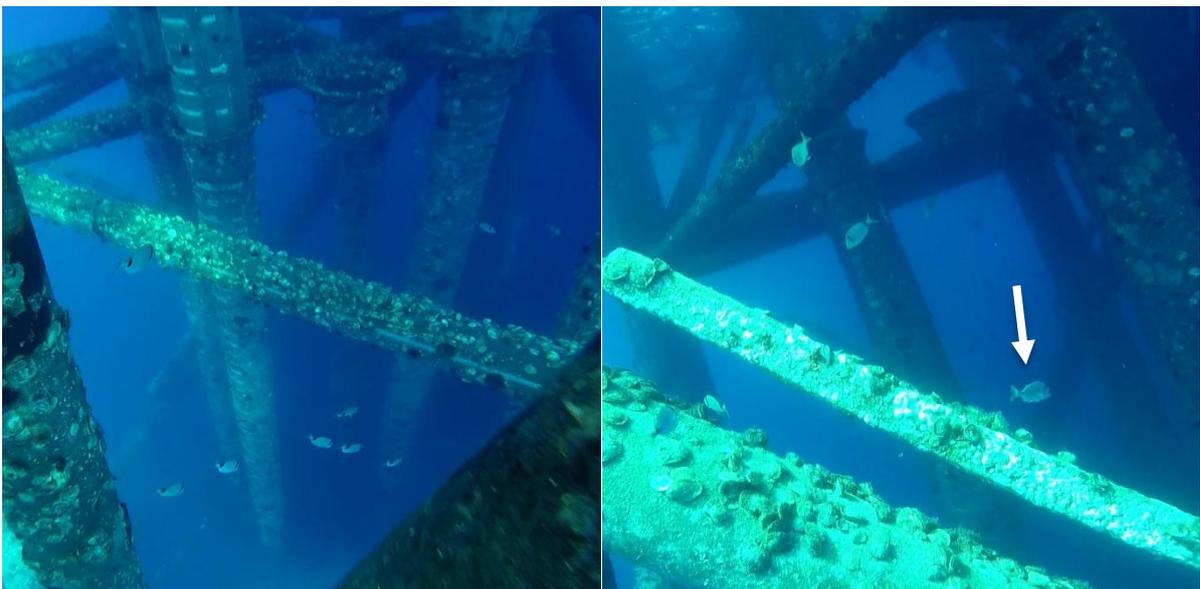


Fig 3.60 – Esemplari di *D. vulgaris* e di *S. aurata* (freccia bianca) rintracciati tra i pali della piattaforma. **Aprile 2017**.

A **maggio** in prossimità dei pali della piattaforma è stato rilevato un grosso banco composto dalle specie pelagiche PA (*Boops boops* e *Trachurus mediterraneus*) a circa 30-40 m di profondità (fig. 3.61). Sui pali della piattaforma, a una decina di m dal fondo, è stato individuato un grosso esemplare di *Scorpana porcus* (bentonico AT).



Fig. 3.61 – Esempolari di *T. mediterraneus* e *B. boops* (a sx) e di *S. porcus* (freccia bianca) individuati durante il campionamento condotto nel **maggio 2017**.

Nel monitoraggio condotto a giugno sono stati invece individuati circa 15 esemplari di *Seriola Dumerili* (pelagico AT) a una profondità di 20 m circa e uno di *Phycis phycis* (bentonico PA) in prossimità dei pali a una profondità di 60 m (fig. 3.62).



Fig. 3.62 - Esempolari di *S. Dumerili* (P-PA) e di *P. phycis* (B-PA; a destra) nel **giugno 2017**.

3.8. RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI

Nel 1° semestre 2017 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 a causa delle operazioni di pulizia condotte da ENI SpA prima del monitoraggio.

Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua - Le caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua durante il 1° semestre 2017 sono in accordo con la climatologia del bacino (Artegiani *et al.*, 1997a, 1997b; Zavatarelli *et al.*, 1998), confermando quanto osservato nel 2016 (Fabi *et al.*, 2017e). La condizione tardo-invernale di gennaio, caratterizzata da instabilità su gran parte della colonna d'acqua, si è mantenuta anche a marzo. A gennaio le temperature medie sono risultate di quasi mezzo grado superiori a quelle di marzo, mentre la salinità è stata più o meno dello stesso ordine di grandezza. In maggio il riscaldamento della colonna d'acqua è apparso ben evidente con una riduzione di valori dalla superficie sino a circa 40 m. Sul fondo le condizioni termo-aline si sono mantenute più stabili rispetto agli strati superficiali per tutto il periodo.

Per quanto riguarda gli aspetti idrochimici considerati, la concentrazione di ossigeno disciolto è risultata presente con percentuali di saturazione tra il 92,07% e il 105,69%, generalmente in diminuzione verso il fondo. Non sono state osservate condizioni ipossiche o anossiche.

Le concentrazioni di nutrienti sono rientrate nei range dei valori noti per l'area (Zavatarelli *et al.*, 1998; Marini *et al.*, 2008). I nitriti e i nitrati hanno avuto mediamente valori più elevati in gennaio mentre i fosfati sono aumentati, anche se di poco, da gennaio a maggio. I silicati hanno presentato la concentrazione massima in maggio.

Considerando i profili di fluorescenza *in situ*, in gennaio e marzo è stata osservata una distribuzione omogenea lungo tutta la colonna, mentre a maggio erano presenti picchi relativi di attività fotosintetica tra i 40 e i 55 m di profondità.

La concentrazione di pigmenti clorofilliani è apparsa mediamente più elevata in maggio.

Il carico solido sospeso ha presentato un aumento nelle acque di fondo sia a gennaio sia a marzo e, in misura inferiore, a maggio, come evidenziato dai profili di torbidità. Questo trend è stato osservato frequentemente in Adriatico ed è probabilmente da

correlare a processi di risospensione e trasporto di sedimenti di fondo (Wang e Pinardi, 2002; Wang *et al.*, 2006).

Nel confronto fra le stazioni in prossimità della piattaforma e le stazioni localizzate a 2000 m, considerate come controllo, in generale non sono emerse differenze importanti per quanto riguarda le condizioni oceanografiche.

Per quanto concerne invece i parametri idrochimici, sono risultate più elevate nei siti a 100 m le concentrazioni di NO₃ e NO₂ a gennaio e marzo, di PO₄ a marzo e maggio e di Si(OH)₄ in tutte le situazioni in esame. L'ammoniaca e, in generale, tutti i pigmenti clorofilliani, sono invece apparsi presenti con valori mediamente più elevati nelle stazioni di controllo a 2000 m. Le differenze tuttavia, sono risultate quasi sempre poco importanti.

La ricerca di metalli pesanti nella colonna d'acqua 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) confermando i risultati del 2016 (Fabi *et al.*, 2017e). Anche piombo, nichel e ferro (e talvolta cromo e zinco) sono risultati molto spesso non rilevabili e, in ogni caso, considerato il loro valore medio, non hanno mostrato differenze temporali. Tra le specie chimiche rilevabili sono stati distinti 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, quando presenti, sono invece apparsi molto più variabili, con valori del coefficiente di variabilità spesso superiore al 50%, pur conservando concentrazioni medie simili nei tre survey. Nel confronto tra le differenti crociere, inoltre, solo l'alluminio e il vanadio hanno mostrato delle differenze temporali e andamenti opposti, con l'alluminio in costante aumento e il vanadio, viceversa, in continua diminuzione.

In ogni caso, va segnalato che i valori medi misurati durante le tre crociere del 2017 sono sempre molto vicini al limite di rilevabilità e non costituiscono pertanto un dato significativo dal punto di vista della contaminazione dell'ambiente marino. Infine, il bario è l'unico elemento che ha presentato, seppur non in tutti i survey, un andamento delle concentrazioni relazionato alla profondità con i valori massimi nei campioni di fondo. I dati medi di questo elemento non hanno mostrato tuttavia alcuna differenza importante nel confronto tra le tre crociere.

Per quanto riguarda gli inquinanti organici, l'unica categoria di composti presente è stata quella degli Idrocarburi alifatici come anche nel 2016 (Fabi *et al.*, 2017e), comunque caratterizzata da valori piuttosto bassi e sempre vicini al limite di rilevabilità.

In generale, tutti i metalli e i microinquinanti organici rilevati sono risultati comunque 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 a quelli di controllo (2000 m), gli unici elementi a presentare delle differenze sono stati l'alluminio, lo zinco e il nichel, anche se non in tutte le stazioni e talvolta con andamenti opposti. Lo zinco, per esempio, a gennaio è risultato più abbondante nelle stazioni più lontane dalla piattaforma, mentre in marzo, alluminio e nichel sono apparsi maggiormente presenti in quelle vicine. Le differenze osservate rientrano tuttavia nei limiti della naturale variabilità di questi elementi (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 alla presenza di Clara NW. Infatti, i trend osservati per alcune specie chimiche sono per lo più da imputare alla loro naturale variabilità e ai cambiamenti delle condizioni idrologiche e meteorologiche della zona.

Misure correntometriche - Le registrazioni ottenute dai correntometri posizionati nelle vicinanze di Clara NW nel 1° semestre 2017 confermano quanto osservato nel corso del 2016 (Fabi *et al.*, 2017e), ovvero la presenza nella zona di correnti di debole intensità (al massimo 0,4 m/s) e soggette a rapide rotazioni, con direzione prevalente NE.

Caratteristiche sedimentologiche - L'area indagata presenta sedimenti a dominanza pelitica con composizione variabile da sito a sito.

Anche rispetto al pre-survey sono stati osservati comportamenti diversi, in particolare un aumento delle frazioni più grossolane presso la struttura e un aumento di quelle più fini presso i controlli. Presso Clara NW, in particolare, i sedimenti sono

stati classificati come Loam mentre prima della sua installazione erano risultati silt-argillosi (Fabi *et al.*, 2017e). Questa variabilità tra i siti e temporale è stata osservata sin dall'inizio della fase di produzione della piattaforma.

Nell'ultimo monitoraggio i contaminanti sono risultati presenti in concentrazioni molto modeste come precedentemente. Gli IPA sono aumentati rispetto al pre-survey (Fabi *et al.*, 2017e), ma tale comportamento non è relazionabile alla presenza della struttura essendo stato evidenziato anche nei siti di controllo. Gli Idrocarburi totali (C>12), invece, sono notevolmente diminuiti o rimasti confrontabili con i valori registrati prima dell'installazione.

Riguardo ai metalli pesanti, i tenori sono risultati in generale bassi, tanto che solo pochi di essi hanno superato il livello chimico di riferimento nazionale (LCRN) riportato nel DM 173/2006. E' questo il caso dell'arsenico, cromo e nichel che, però, hanno presentato lo stesso comportamento sia lungo i transetti che nei controlli.

Situazione diversa riguarda lo zinco che è risultato superiore all'LCRN solo in un sito corrispondente alla piattaforma (CL SE). Pur trattandosi di un valore modesto, potrebbe indicare l'inizio di un fenomeno di accumulo nei sedimenti imputabile alla presenza di Clara NW.

Un cenno merita anche il bario, per il quale è stato rilevato un picco a 30 m di distanza dalla struttura verso NW; al momento il tenore è ancora basso per indicare una contaminazione, ma potrebbe essere foriero di un crescente accumulo di questo elemento nei sedimenti.

Niente da segnalare riguardo alla sostanza organica e al TOC.

Ecotossicologia dei sedimenti - Nell'inverno 2017 i sedimenti circostanti Clara NW si sono rivelati ottimali per la crescita algale di *Dunaliella tertiolecta*, la bioluminescenza di *Vibrio fischeri*, per la sopravvivenza di *Corophium orientale* e per lo sviluppo larvale di *Crassostrea gigas*. Infatti, è stata evidenziata solo una bassa tossicità in un controllo per quanto riguarda l'anfipode e in un sito a 60 m di distanza e in un riferimento per quanto riguarda il bivalve. Questi risultati confermano i precedenti o indicano un miglioramento (Fabi *et al.*, 2017e).

I risultati del test di bioaccumulo eseguito utilizzando esemplari di *Hediste diversicolor* hanno confermato l'assenza di biodisponibilità della maggior parte dei metalli ricercati come in precedenza. Nell'ultimo monitoraggio sono avvenuti alcuni miglioramenti consistenti nella scomparsa del bioaccumulo di nichel, silicio e zinco rispetto all'estate 2016. E' invece avvenuto un peggioramento per quanto concerne il

mercurio. Questo metallo è stato tuttavia bioaccumulato ovunque, controlli inclusi, escludendo la piattaforma come unica fonte di disturbo e indicando un insieme di concause.

Comunità bentonica - Complessivamente anche nel 3° survey post lavori di installazione effettuato nell'inverno 2017 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, in particolar modo nel sito CL posizionato a SE, è avvenuto un notevole incremento di tutti gli indici che hanno raggiunto il massimo assoluto dell'intero periodo di indagine (Fabi *et al.*, 2017e), determinato soprattutto dal rinvenimento di un maggior numero di policheti.

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, di sabulicoli o di misticoli. La maggior parte dei taxa rinvenuti appartiene ai policheti, seguiti dai crostacei e/o dai molluschi, mentre gli echinodermi sono apparsi scarsi ovunque. Comunque, considerando la fase di produzione della piattaforma, si sta assistendo a un progressivo arricchimento delle comunità, anche se le specie principali sono rimaste invariate.

Lo stato ecologico relativo alle diverse stazioni, derivato dalla combinazione dei tre indici W di Clarke, AMBI, BENTIX, è risultato complessivamente compreso tra il buono e il buono/moderato come già precedentemente (solo in CL SW è stato raggiunto uno stato ecologico moderato) 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° semestre 2017 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.*, 2001a; 2003; 2004; 2005a; 2006; 2010b; 2013; 2015a; Scarcella *et al.*, 2011). Anche i rendimenti di pesca sia in numero che in peso sono risultati maggiori nei pressi della piattaforma rispetto a quelli di riferimento confermando il trend osservato nel 1° anno di indagini (Fabi *et al.*, 2017e).

La maggiore presenza di specie attratte (*Octopus vulgaris*, *Scorpaena notata*, *Scorpaena porcus* e *Scorpaena scrofa*) e parzialmente attratte (es.: *Boops boops*, *Pagellus bogaraveo*, *Scomber japonicus*) presso Clara NW e la preponderanza di

specie non attratte presso i siti di controllo evidenziano l'influenza da parte delle strutture offshore nei confronti di organismi altrimenti rari o assenti nell'area.

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.

In riferimento ai dati raccolti nei sei mesi di indagini svolte tramite il sistema MBES, dalle osservazioni fatte sulla base della letteratura e dalle riprese tramite telecamera, oltre che dai campionamenti di pesca, si può ipotizzare che i banchi individuati in prossimità del fondale (76-70 m) e nelle vicinanze della piattaforma, come i banchi n. 6 di febbraio, n. 8 di marzo, n. 7 di aprile, i nn. 4 e 8 di maggio e il n. 2 di giugno fossero rappresentati da specie necto-bentoniche parzialmente attratte come *Trisopterus minutus capelanus* o *Pagellus* spp. Si trattava Probabilmente riconducibile a specie pelagica parzialmente attratta tipo *Trachurus trachurus* o *Boops boops* è il banco n. 6 di marzo, n. 4 di aprile, n. 5 di maggio e n. 2 di giugno, che presentano dimensioni notevoli e un grande sviluppo in altezza.

La presenza di *Scorpaena* spp è testimoniata dalla telecamera di maggio ma anche dai campionamenti di pesca durante l'intero semestre. Nelle zone periferiche rispetto Clara NW sono state rilevate aggregazioni anche di notevoli dimensioni come ad esempio i banchi n. 7 di febbraio, i nn. 5 e 10 di marzo n. 11 di aprile, n. 2 di maggio e n. 4 di giugno 2017 presumibilmente rappresentate da pelagici non attratti quali *S. japonicus*, *Engraulis encrasicolus* o *T. trachurus*. Riconducibili plausibilmente alla specie necto-bentonica *T. minutus capelanus* i banchi rinvenuti ad elevate profondità come quelli sondati nei mesi di gennaio e febbraio ma riscontrabili anche in altri mesi.

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.
- 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.
- 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.
- 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 + xlvii 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., 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.*
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., Kozinkova L., Pellini G., Punzo E. 2017e. *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. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 179 + XLIII 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.
- 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.
- 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. Publ., New York. 424 pp.
- Poppe G.T., Goto Y. 1991. *European Seashells (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda)*. Vol. 1. Publ. 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 sédimentation 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.
- 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.

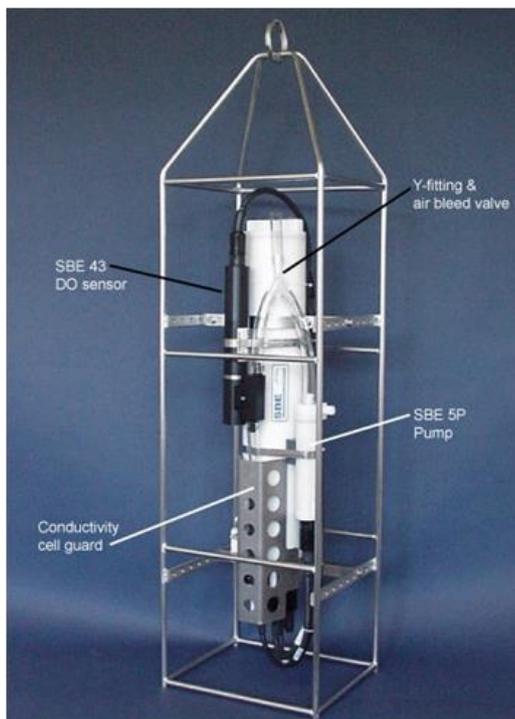
- USEPA. 1995. *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluent and receiving waters to west coast marine and estuarine organisms*. EPA/600/R-95/136. 15 pp.
- Vidussi F., Claustre H., Bustillos-Guzmán J., Cailliau C., Marty J. C. 1996. Determination of Chlorophylls and carotenoids 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	$\pm 0,005 \text{ } ^\circ\text{C}$	-5 : +35 $^\circ\text{C}$	12/02/2014
Conducibilità	Sea Bird Electronics	Interno	$\pm 0,0005 \text{ S m}^{-1}$	0 : 9 S m^{-1}	12/02/2014
Pressione	Sea Bird Electronics	Druck	$\pm 0,1 \text{ \% fondo scala}$	0: 600 m	04/02/2014
Ossigeno	Sea Bird Electronics	SBE 43	$\pm 0,1 \text{ ml L}^{-1}$	0 : 15 ml L^{-1}	calibrazione con Winkler ad ogni campagna
Fluorimetro	Turner Designs	Cyclops-7	$\pm 0,01 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$	0 : 50 $\mu\text{g L}^{-1}$	calibrazione con campioni di Chl ad ogni campagna
Torbidimetro	Turner Designs	Cyclops-7	$\pm 0,01 \text{ NTU}$	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

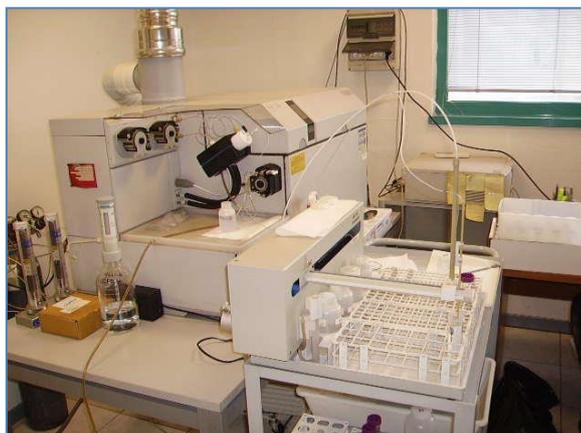
**A1-IV ANALIZZATORE COLORIMETRICO AUTOMATICO
EasyChem Plus™ per l'analisi dei sali nutritivi**



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 ²)
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



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

A4

INDAGINI SULLA COMUNITA' ITTICA

A4-I RETE TREMAGLIO



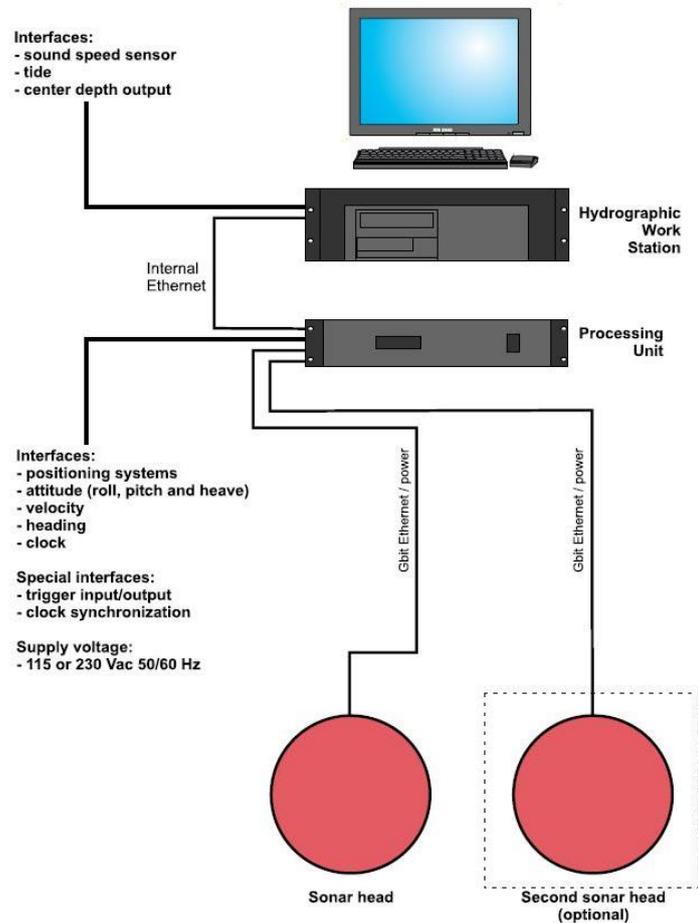
Lunghezza totale:300 m

	Pannello interno	Pannello esterno
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

	Lima dei galleggianti	galleggianti	Lima dei piombi
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 2040C

System diagram



Features

The EM 2040C-D (C for Compact – D for Dual Heads) is a shallow water multibeam echosounder, ideal tool for high-resolution mapping and inspection application that fulfils and even surpasses the IHO-S44 special order and the more stringent LINZ specification.

The EM 2040C system operating frequency range is from 200 to 400 kHz enabling the user to choose on the fly the best operating frequency for the application in base of the depth.

The EM 2040C-D has three units: a sonar head (two for this system) where receiver and transmitter are integrated, a processing unit and a hydrographic workstation. For completeness, data input from a motion sensor and a positioning system is required, as is the sound speed profile of the water column between the transducers and the bottom. Sound speed at the transducer depth is an optional input and is highly recommended, especially for a dual head system.

Further features:

- Wide frequency range
- FM chirp
- Roll and pitch stabilisation
- Yaw stabilisation
- Nearfield focusing both on transmit and receive
- Short pulse lengths, large bandwidth
- Water column display
- Seabed image
- Water column logging
- Dual swath

Technical specifications

Performance specifications

- Frequency range: 200 – 400 kHz
- Maximum detected depth: 490 m
- Minimum detected depth: 0.5 m
- Maximum ping rate: 50 Hz
- Number of soundings per ping (dual head): Up to 1600
- Beam width (TX x RX) at 200 kHz: 2 x 2 degrees
- Beam width (TX x RX) at 300 kHz: 1.3 x 1.3 degrees
- Beam width (TX x RX) at 400 kHz: 1 x 1degrees
- TX source level at 300 kHz: 204.5 dB re 1 μ Pa at 1 m
- RX beam spacing: Equidistant, equiangle and high density
- Coverage sector (dual head): 200 degrees at 200 – 320 kHz,
- Coverage sector (dual head): 170 degrees at 350 kHz,
- Coverage sector (dual head): 140 degrees at 400 kHz
- Transmit beam steering: Stabilised for pitch (+/- 10 degrees)
- Receive beam steering: Stabilised for roll (+/- 15 degrees)
- Range resolution (defined as $cT/2$): 18.8 mm at 25 μ s pulse
- Roll stabilised beams: +/-15 degrees
- Pitch stabilised beams: +/-10 degrees
- Yaw stabilised beams: +/-10 degrees
- Pulse length: 14 μ s -12ms
- System accuracy: better then 10 mm
- Depth resolution: 1 cm
- Transducer geometry: Mills cross

External sensors

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

Environmental and EMC specifications

The system fulfils and even surpasses the IHO-S44 special order and the more stringent LINZ specification.

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

3° SURVEY POST LAVORI DI INSTALLAZIONE

1° semestre 2017



Stazione A1 (250 m NW)

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

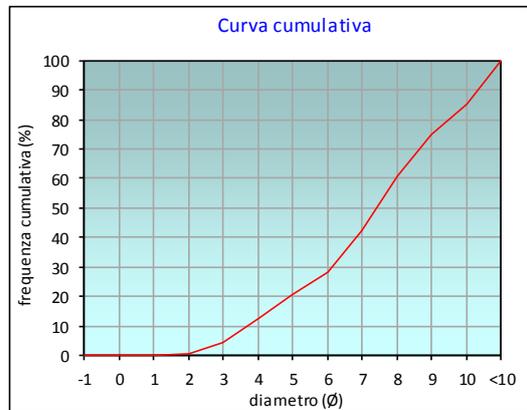
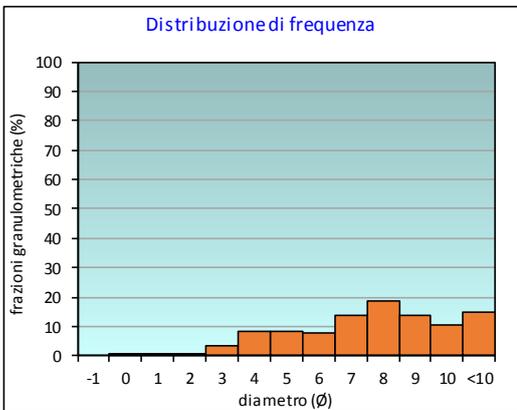
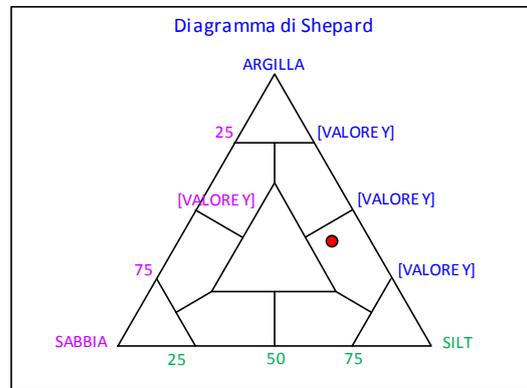
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	7,25	5	3,10
Mediana	M _d	7,42	16	4,44
Classazione	σ	2,51	25	5,56
Asimmetria	S _{ki}	-0,12	50	7,42
Appuntimento	K _c	0,90	75	9,03
			84	9,89
			95	10,66

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,0	0,0
	1	500	0,1	0,1
	2	250	0,6	0,8
	3	125	3,5	4,2
LIMO	4	62,5	8,2	12,4
	5	31,2	8,1	20,5
	6	15,6	7,9	28,4
	7	7,8	13,6	42,1
ARGILLA	8	3,9	18,9	61,0
	9	2	13,8	74,7
	10	0,98	10,4	85,1
	<10	<0,98	14,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	12,4	48,6	39,0

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione A2 (120 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	48,9
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	7,01
Mediana	M _d	7,18
Classazione	σ	2,56
Asimmetria	S _{sk}	-0,10
Appuntimento	K _G	0,89

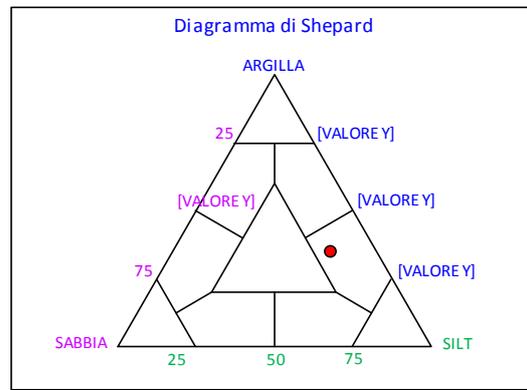
PERCENTILE	∅
5	2,86
16	4,15
25	5,23
50	7,18
75	8,80
84	9,69
95	10,62

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,2	0,2
SABBIA	1	500	0,4	0,6
	2	250	1,3	1,9
	3	125	3,7	5,5
	4	62,5	9,3	14,8
LIMO	5	31,2	8,1	22,9
	6	15,6	9,3	32,2
	7	7,8	14,6	46,8
	8	3,9	17,7	64,6
ARGILLA	9	2	13,0	77,6
	10	0,98	9,3	86,8
	<10	<0,98	13,2	100,0

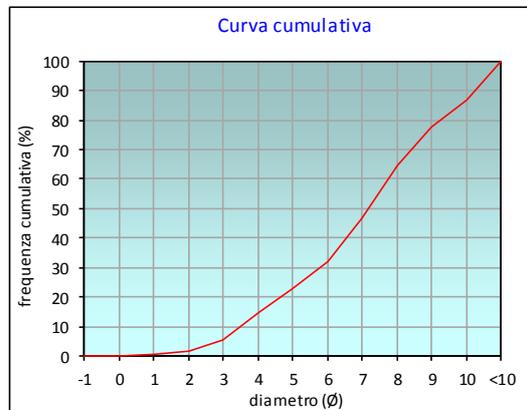
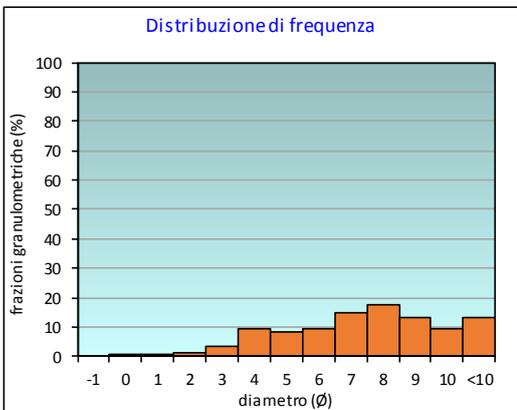
CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	14,8	49,7	35,4

NOTE

2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.



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



Stazione A3 (60 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	49,2
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

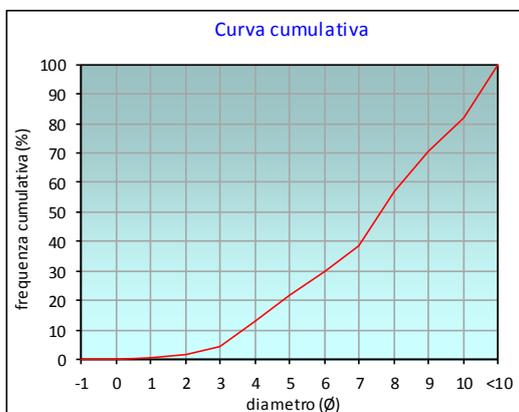
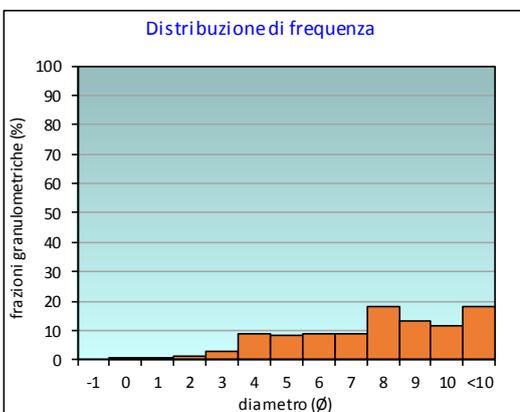
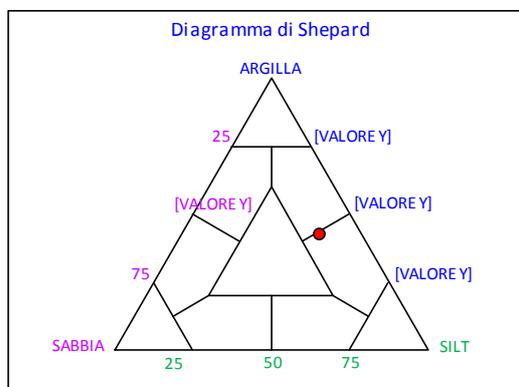
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	7,36	5	3,05
Mediana	Md	7,62	16	4,33
Classazione	σ	2,61	25	5,41
Asimmetria	S _{ki}	-0,16	50	7,62
Appuntimento	K _c	0,79	75	9,41
			84	10,12
			95	10,73

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,2	0,2
SABBIA	1	500	0,3	0,5
	2	250	0,9	1,5
	3	125	3,1	4,6
	4	62,5	8,7	13,3
LIMO	5	31,2	8,2	21,5
	6	15,6	8,6	30,1
	7	7,8	8,6	38,7
	8	3,9	18,1	56,9
ARGILLA	9	2	13,4	70,3
	10	0,98	11,4	81,7
	<10	<0,98	18,3	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	13,3	43,6	43,1

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione A4 (30 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	49,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

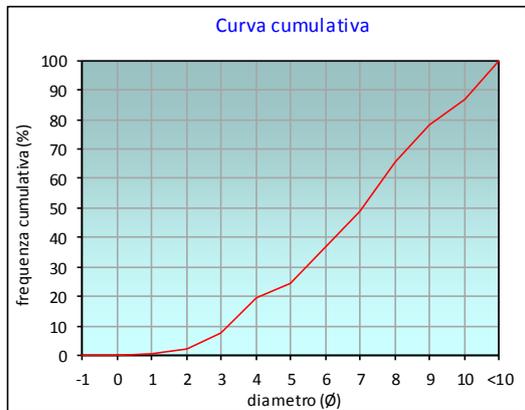
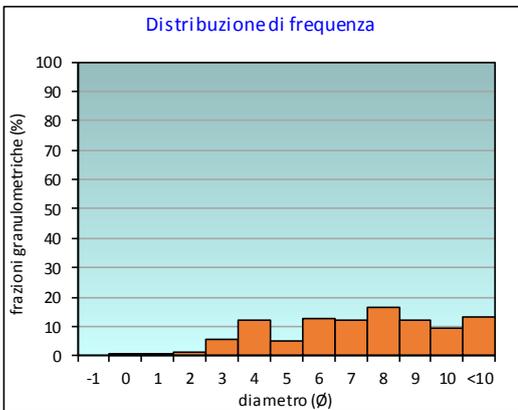
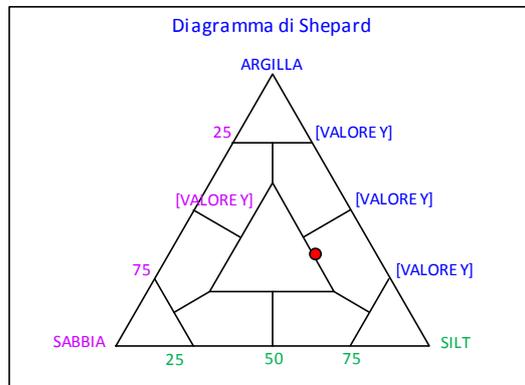
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	6,81	5	2,56
Mediana	Md	7,06	16	3,72
Classazione	σ	2,71	25	5,05
Asimmetria	S _{ki}	-0,12	50	7,06
Appuntimento	K _c	0,89	75	8,76
			84	9,67
			95	10,61

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,2	0,2
	1	500	0,3	0,5
	2	250	1,4	1,9
	3	125	5,4	7,4
LIMO	4	62,5	12,0	19,4
	5	31,2	5,0	24,4
	6	15,6	12,5	36,9
	7	7,8	12,2	49,0
ARGILLA	8	3,9	16,5	65,6
	9	2	12,3	77,9
	10	0,98	9,1	87,1
	<10	<0,98	12,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	19,4	46,2	34,4

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione CL NW

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	44,8
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

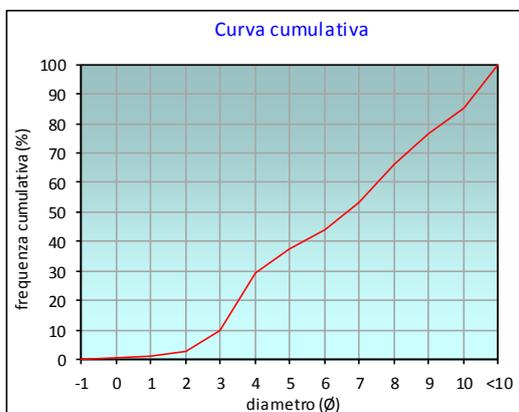
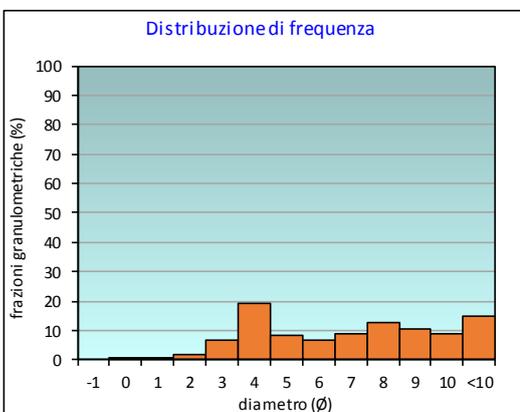
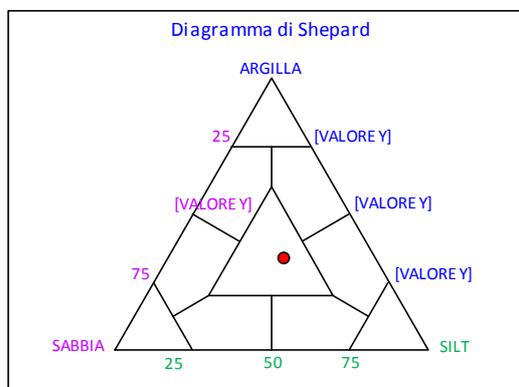
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	6,60	5	2,30
Mediana	Md	6,64	16	3,32
Classazione	σ	2,90	25	3,79
Asimmetria	S _{ki}	-0,03	50	6,64
Appuntimento	K _c	0,67	75	8,87
			84	9,84
			95	10,66

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,4	0,4
	1	500	0,7	1,1
	2	250	1,9	2,9
	3	125	6,9	9,9
LIMO	4	62,5	19,2	29,1
	5	31,2	8,3	37,4
	6	15,6	6,8	44,2
	7	7,8	9,1	53,3
ARGILLA	8	3,9	12,8	66,1
	9	2	10,3	76,3
	10	0,98	9,1	85,4
	<10	<0,98	14,6	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	29,1	37,0	33,9

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Platicurtica



Stazione CL SE

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	40,2
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

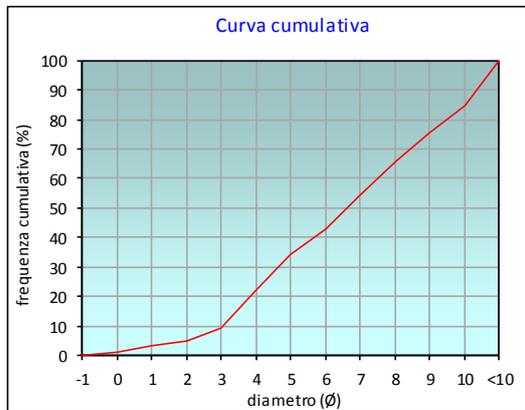
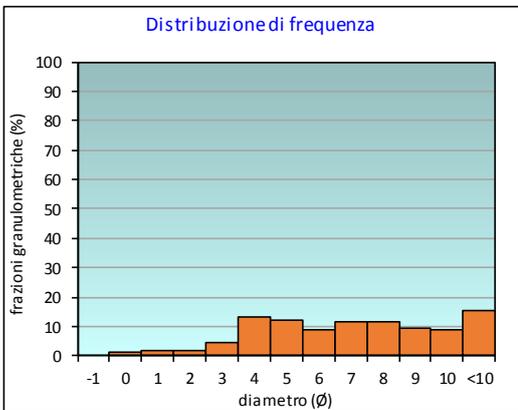
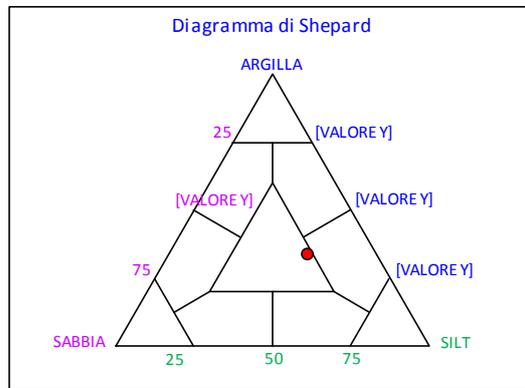
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	6,69	5	2,03
Mediana	Md	6,60	16	3,53
Classazione	σ	2,91	25	4,24
Asimmetria	S _{ki}	-0,01	50	6,60
Appuntimento	K _c	0,75	75	8,95
			84	9,95
			95	10,68

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	1,2	1,2
	1	500	1,9	3,1
	2	250	1,8	4,9
	3	125	4,2	9,1
LIMO	4	62,5	13,0	22,1
	5	31,2	12,1	34,2
	6	15,6	9,0	43,1
	7	7,8	11,4	54,5
ARGILLA	8	3,9	11,4	65,9
	9	2	9,6	75,5
	10	0,98	8,9	84,5
	<10	<0,98	15,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	22,1	43,8	34,1

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Platicurtica



Stazione A5 (30 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	46,6
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

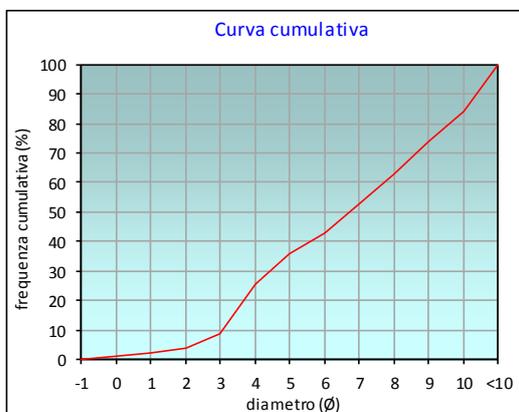
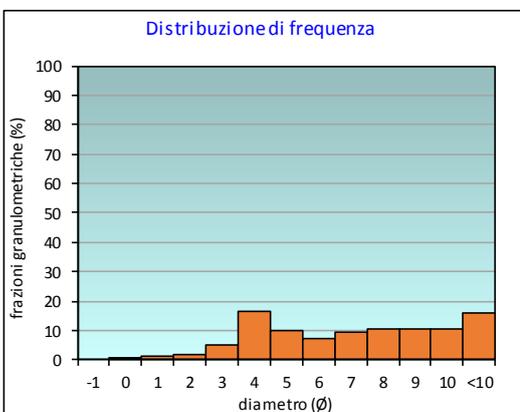
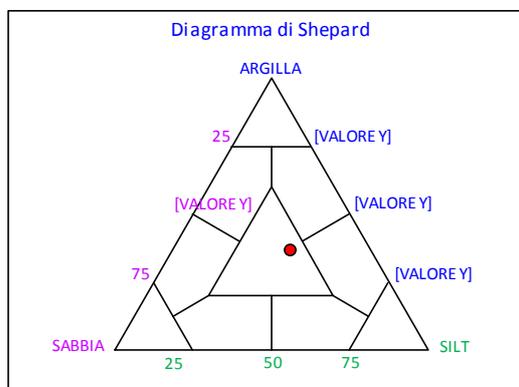
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	6,73	5	2,20
Mediana	Md	6,75	16	3,43
Classazione	σ	2,93	25	3,97
Asimmetria	S _{ki}	-0,04	50	6,75
Appuntimento	K _c	0,67	75	9,14
			84	10,00
			95	10,69

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,9	0,9
	1	500	1,2	2,2
	2	250	1,9	4,0
	3	125	4,8	8,8
LIMO	4	62,5	16,7	25,6
	5	31,2	10,2	35,7
	6	15,6	7,1	42,9
	7	7,8	9,5	52,4
ARGILLA	8	3,9	10,5	62,9
	9	2	10,7	73,6
	10	0,98	10,4	83,9
	<10	<0,98	16,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	25,6	37,3	37,1

NOTE
 2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Simmetrica
Appuntimento	Platicurtica



Stazione A6 (60 m SE)

PARAMETRI FISICI		
Peso specifico (g/cm ³)		n.d.
Umidità (%)		37,7
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	5,99
Mediana	M _d	5,39
Classazione	σ	2,90
Asimmetria	S _{ki}	0,23
Appuntimento	K _a	0,79

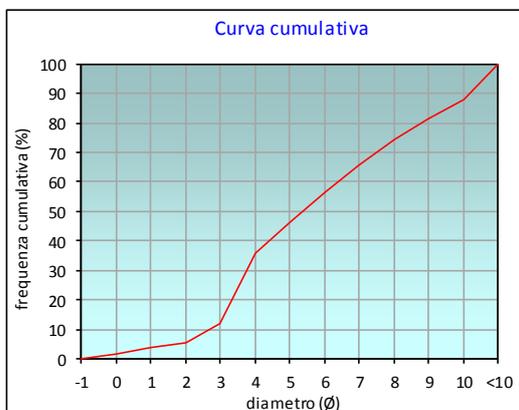
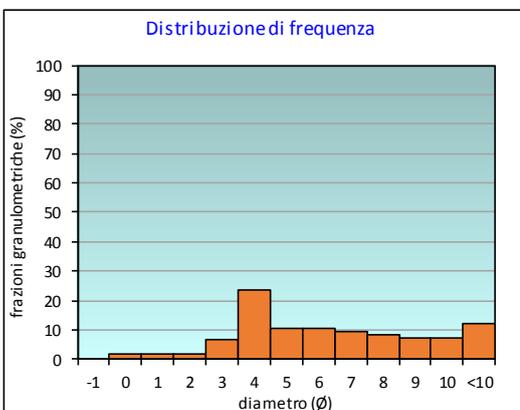
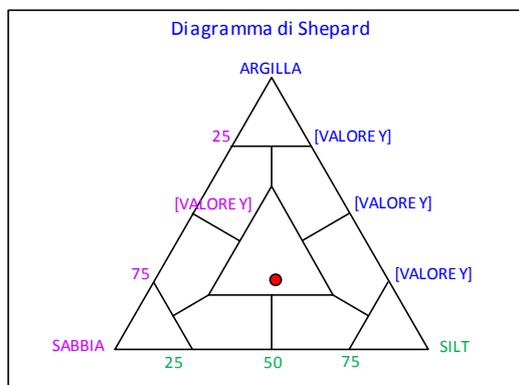
PERCENTILE	φ
5	1,72
16	3,17
25	3,55
50	5,39
75	8,13
84	9,41
95	10,58

	φ	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,7	1,7
SABBIA	1	500	1,9	3,6
	2	250	2,0	5,6
	3	125	6,5	12,1
	4	62,5	23,7	35,8
LIMO	5	31,2	10,2	46,0
	6	15,6	10,4	56,4
	7	7,8	9,3	65,6
	8	3,9	8,5	74,1
ARGILLA	9	2	7,0	81,1
	10	0,98	6,9	88,1
	<10	<0,98	11,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	35,8	38,3	25,9

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonatici organogeni.

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



Stazione A7 (120 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	48,0
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

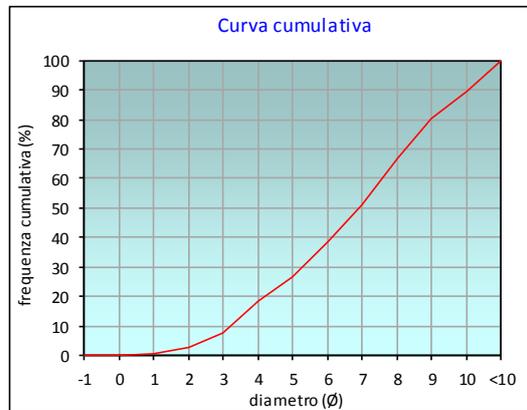
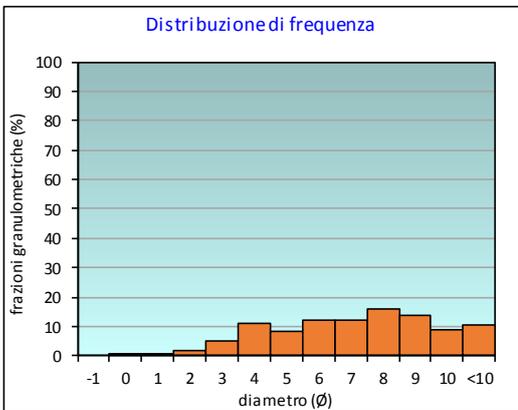
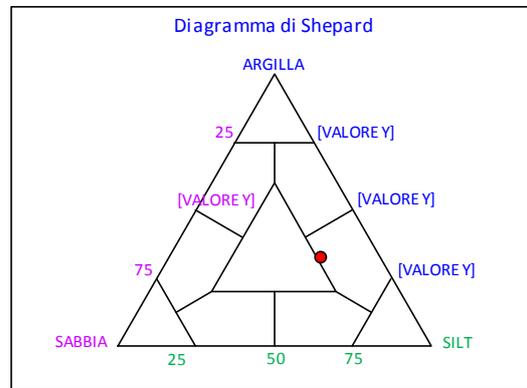
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	6,70	5	2,48
Mediana	Md	6,94	16	3,77
Classazione	σ	2,62	25	4,80
Asimmetria	S _{ki}	-0,12	50	6,94
Appuntimento	K _c	0,87	75	8,60
			84	9,39
			95	10,52

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,2	0,2
	1	500	0,5	0,7
	2	250	2,0	2,7
	3	125	4,8	7,5
LIMO	4	62,5	11,1	18,6
	5	31,2	8,1	26,6
	6	15,6	11,8	38,5
	7	7,8	12,3	50,8
ARGILLA	8	3,9	16,0	66,7
	9	2	13,7	80,4
	10	0,98	9,1	89,5
	<10	<0,98	10,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	18,6	48,2	33,3

NOTE
 2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione A8 (250 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	49,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	7,00
Mediana	M _d	7,23
Classazione	σ	2,55
Asimmetria	S _{sk}	-0,13
Appuntimento	K _G	0,88

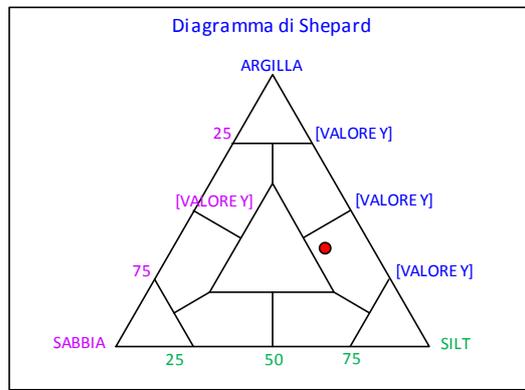
PERCENTILE	Ø
5	2,82
16	4,14
25	5,21
50	7,23
75	8,82
84	9,63
95	10,59

	Ø	µm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,1	0,1
SABBIA	1	500	0,4	0,4
	2	250	1,5	2,0
	3	125	3,7	5,7
	4	62,5	9,2	14,9
LIMO	5	31,2	8,1	23,0
	6	15,6	9,6	32,6
	7	7,8	13,5	46,1
	8	3,9	17,3	63,3
ARGILLA	9	2	14,2	77,6
	10	0,98	10,2	87,7
	<10	<0,98	12,3	100,0

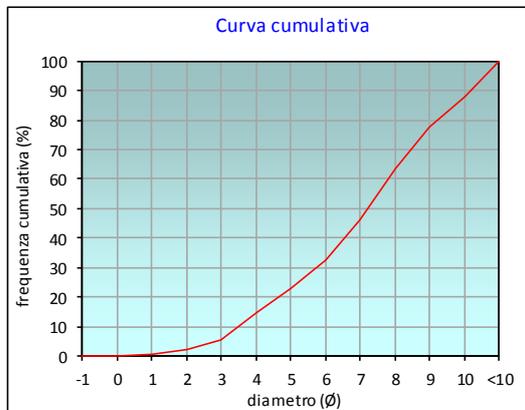
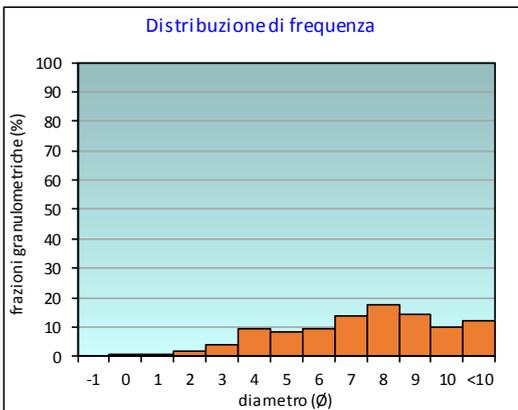
CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	14,9	48,5	36,7

NOTE

2000µm resti conchiliari; 1000, 500 e 250µm resti carbonatici organogeni; 125µm circa 65% resti carbonati organogeni.



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



Stazione B1 (250 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	48,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

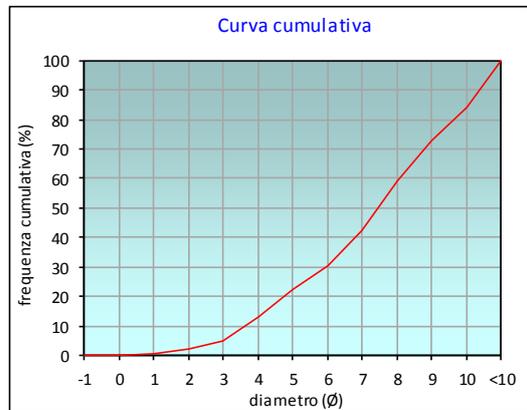
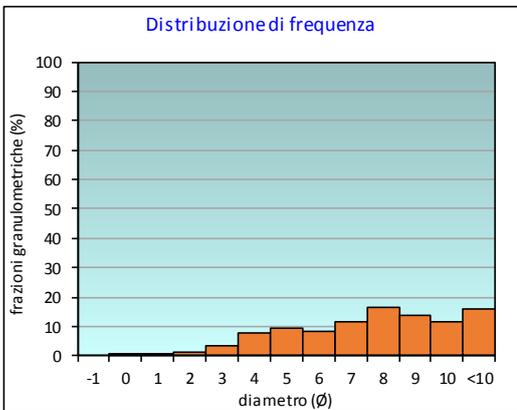
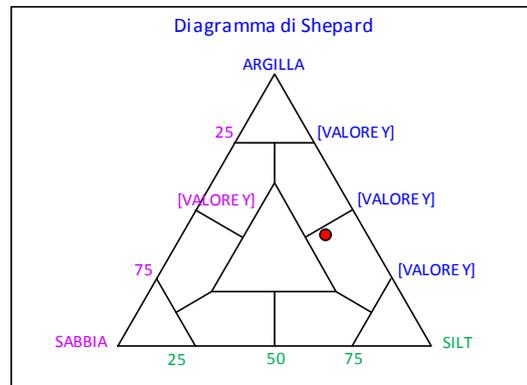
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	7,25	5	2,95
Mediana	M _d	7,46	16	4,31
Classazione	σ	2,59	25	5,32
Asimmetria	S _{ki}	-0,14	50	7,46
Appuntimento	K _c	0,82	75	9,18
			84	9,97
			95	10,68

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,1	0,1
	1	500	0,5	0,6
	2	250	1,4	2,0
	3	125	3,1	5,1
LIMO	4	62,5	8,0	13,2
	5	31,2	9,2	22,4
	6	15,6	8,2	30,6
	7	7,8	11,7	42,3
ARGILLA	8	3,9	16,7	59,0
	9	2	13,9	72,9
	10	0,98	11,5	84,3
	<10	<0,98	15,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	13,2	45,9	41,0

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione B2 (120 m NE)

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

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	7,07
Mediana	M _d	7,32
Classazione	σ	2,61
Asimmetria	S _{sk}	-0,13
Appuntimento	K _G	0,79

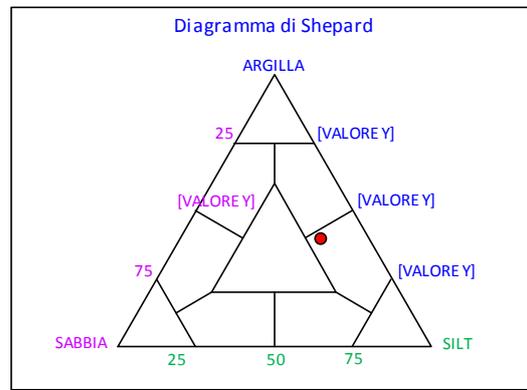
PERCENTILE	∅
5	2,98
16	4,05
25	5,06
50	7,32
75	9,04
84	9,84
95	10,65

	∅	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	1,2	1,5
	3	125	3,5	5,1
	4	62,5	10,5	15,6
LIMO	5	31,2	8,9	24,5
	6	15,6	9,0	33,4
	7	7,8	11,9	45,3
	8	3,9	14,8	60,1
ARGILLA	9	2	14,4	74,5
	10	0,98	11,3	85,8
	<10	<0,98	14,2	100,0

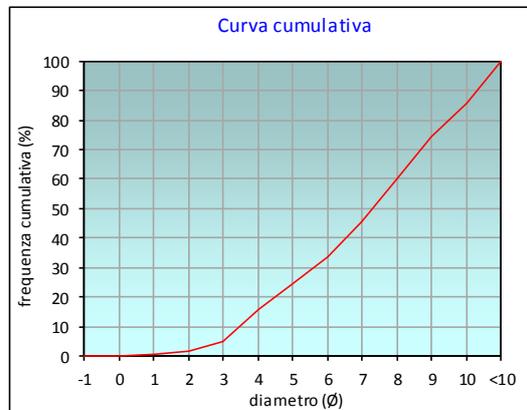
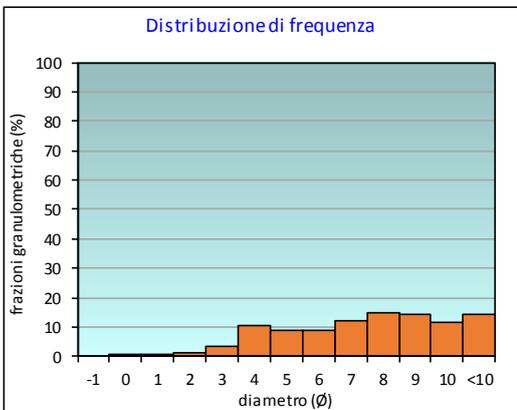
CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	15,6	44,6	39,9

NOTE

2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.



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



Stazione B3 (60 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	51,1
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

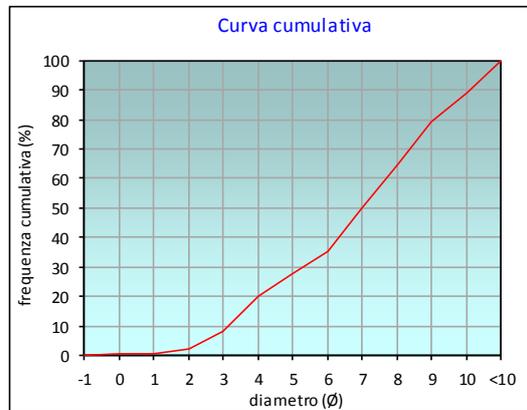
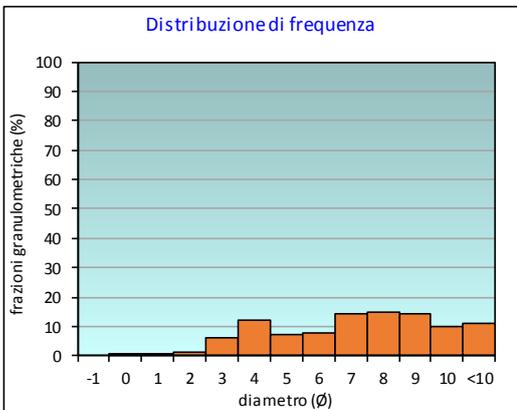
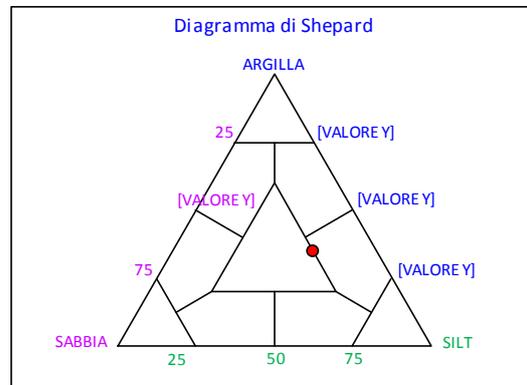
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	6,72	5	2,48
Mediana	Md	7,01	16	3,66
Classazione	σ	2,68	25	4,67
Asimmetria	S _{ki}	-0,14	50	7,01
Appuntimento	K _c	0,81	75	8,73
			84	9,50
			95	10,54

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,3	0,3
	1	500	0,5	0,8
	2	250	1,4	2,2
	3	125	5,9	8,0
LIMO	4	62,5	12,1	20,1
	5	31,2	7,3	27,4
	6	15,6	8,0	35,4
	7	7,8	14,4	49,8
ARGILLA	8	3,9	14,7	64,5
	9	2	14,4	78,9
	10	0,98	10,1	89,0
	<10	<0,98	11,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	20,1	44,4	35,5

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione B4 (30 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	47,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

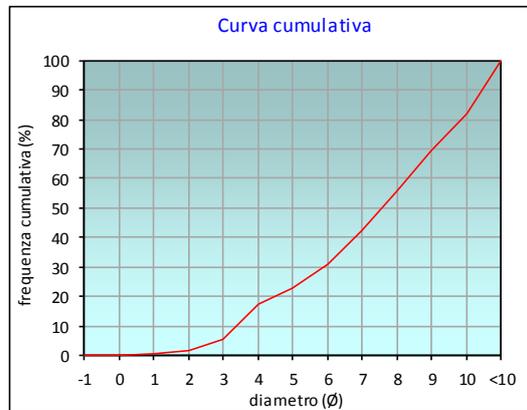
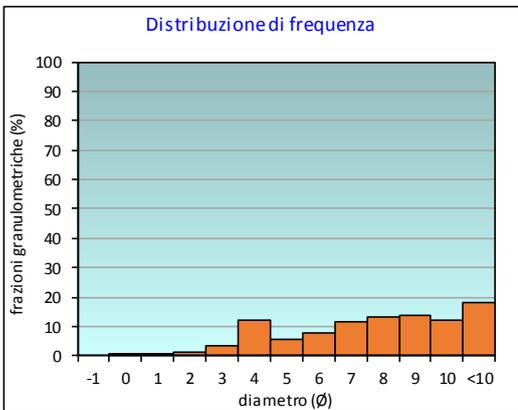
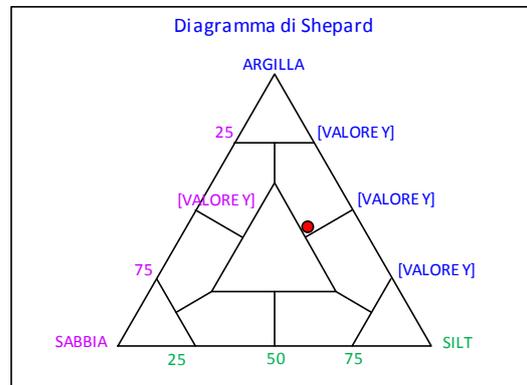
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	7,19	5	2,94
Mediana	Md	7,56	16	3,89
Classazione	σ	2,74	25	5,28
Asimmetria	S _{ki}	-0,18	50	7,56
Appuntimento	K _c	0,77	75	9,44
			84	10,12
			95	10,73

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,3	0,3
	1	500	0,4	0,7
	2	250	1,1	1,8
	3	125	3,4	5,2
LIMO	4	62,5	12,2	17,3
	5	31,2	5,4	22,8
	6	15,6	7,9	30,7
	7	7,8	11,8	42,5
ARGILLA	8	3,9	13,3	55,8
	9	2	13,8	69,6
	10	0,98	12,2	81,8
	<10	<0,98	18,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	17,3	38,5	44,2

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione CL NE

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	47,6
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

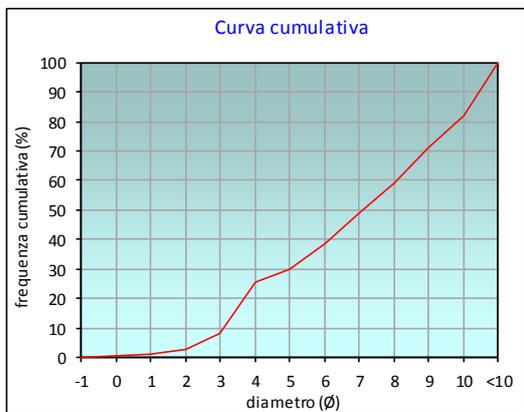
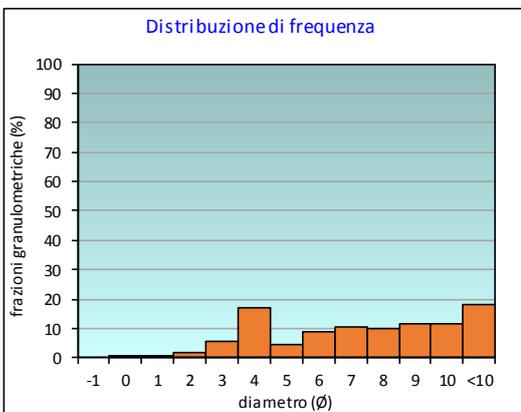
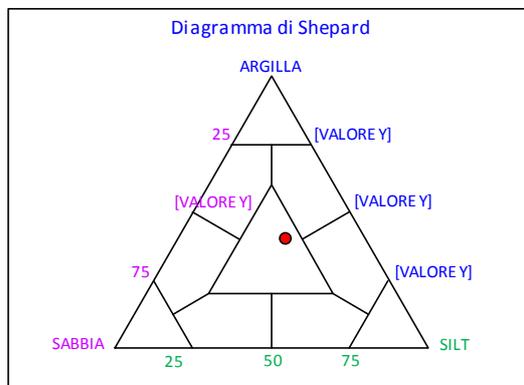
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	6,88	5	2,38
Mediana	Md	7,10	16	3,45
Classazione	σ	2,93	25	3,98
Asimmetria	S _{ki}	-0,11	50	7,10
Appuntimento	K _c	0,63	75	9,37
			84	10,10
			95	10,72

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,6	0,6
	1	500	0,7	1,3
	2	250	1,7	3,0
	3	125	5,4	8,3
LIMO	4	62,5	17,0	25,4
	5	31,2	4,3	29,6
	6	15,6	8,9	38,5
	7	7,8	10,5	49,0
ARGILLA	8	3,9	10,0	59,1
	9	2	11,7	70,8
	10	0,98	11,4	82,2
	<10	<0,98	17,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	25,4	33,7	40,9

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione CL SW

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	43,7
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	6,90
Mediana	M _d	7,27
Classazione	σ	2,93
Asimmetria	S _{sk}	-0,17
Appuntimento	K _G	0,66

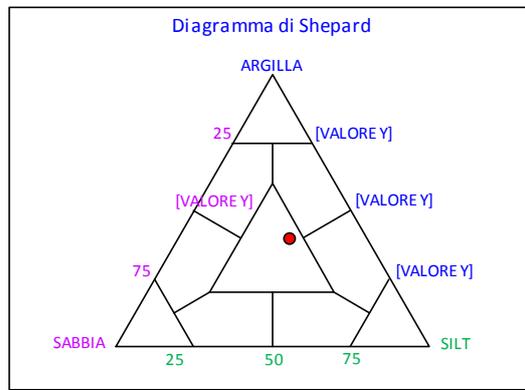
PERCENTILE	∅
5	2,33
16	3,39
25	4,04
50	7,27
75	9,24
84	10,03
95	10,70

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,2	0,2
SABBIA	1	500	0,4	0,6
	2	250	1,6	2,3
	3	125	8,2	10,5
	4	62,5	14,3	24,8
LIMO	5	31,2	4,9	29,7
	6	15,6	9,0	38,7
	7	7,8	7,7	46,4
	8	3,9	13,4	59,8
ARGILLA	9	2	12,6	72,3
	10	0,98	11,1	83,4
	<10	<0,98	16,6	100,0

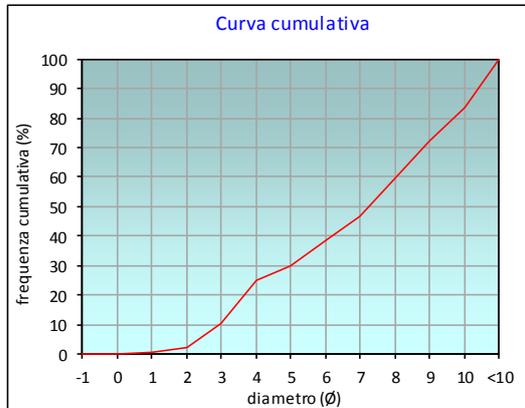
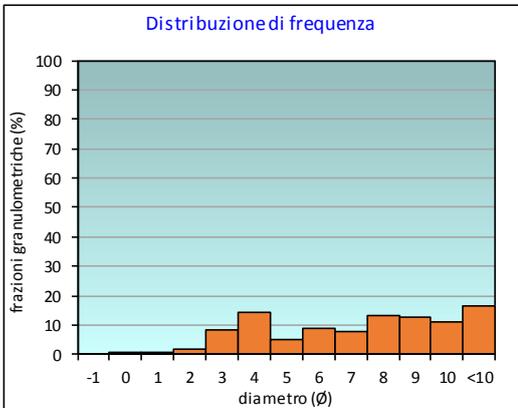
CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	24,8	35,0	40,2

NOTE

2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.



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



Stazione B5 (30 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	46,4
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

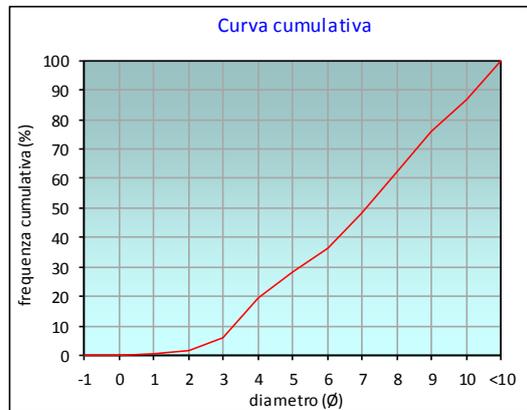
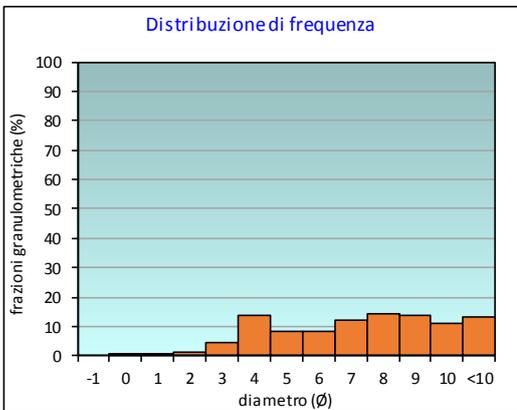
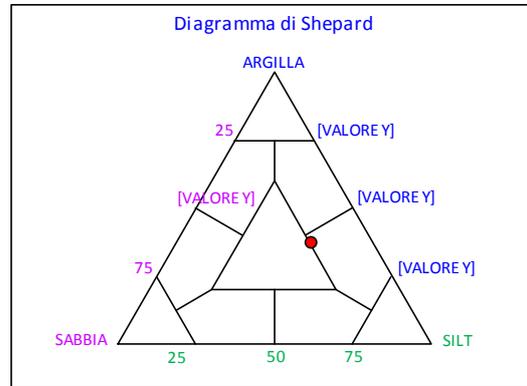
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	6,86	5	2,73
Mediana	Md	7,13	16	3,73
Classazione	σ	2,69	25	4,63
Asimmetria	S _{ki}	-0,13	50	7,13
Appuntimento	K _c	0,75	75	8,93
			84	9,73
			95	10,62

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,1	0,1
SABBIA	1	500	0,4	0,6
	2	250	1,2	1,7
	3	125	4,5	6,2
	4	62,5	13,5	19,7
LIMO	5	31,2	8,4	28,1
	6	15,6	8,2	36,3
	7	7,8	11,9	48,1
	8	3,9	14,1	62,2
ARGILLA	9	2	13,8	76,0
	10	0,98	11,0	87,0
	<10	<0,98	13,0	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	19,7	42,5	37,8

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione B6 (60 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	48,9
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

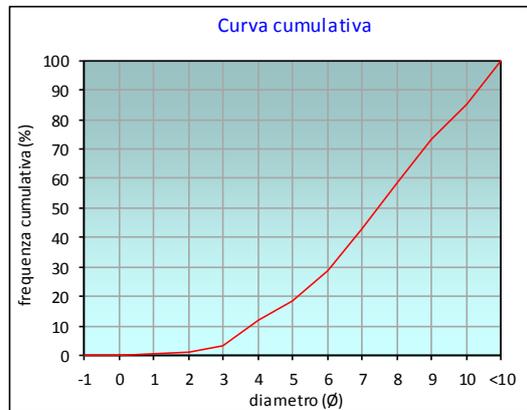
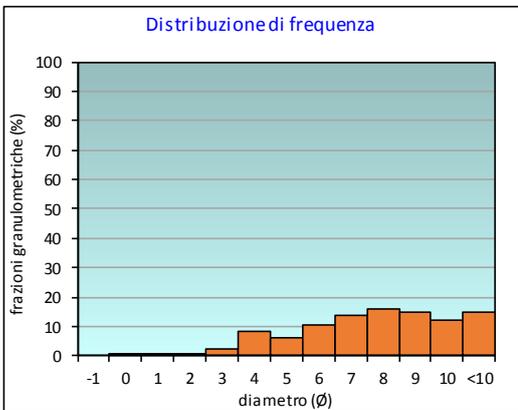
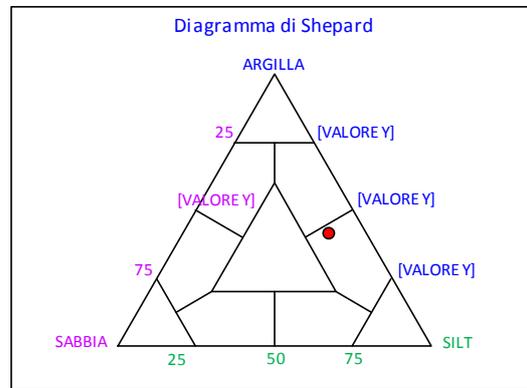
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	7,33	5	3,18
Mediana	Md	7,47	16	4,63
Classazione	σ	2,45	25	5,64
Asimmetria	S _{ki}	-0,11	50	7,47
Appuntimento	K _c	0,88	75	9,13
			84	9,89
			95	10,66

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,1	0,1
	1	500	0,3	0,4
	2	250	0,8	1,1
	3	125	2,3	3,5
LIMO	4	62,5	8,6	12,0
	5	31,2	6,3	18,3
	6	15,6	10,4	28,7
	7	7,8	13,9	42,7
ARGILLA	8	3,9	15,8	58,4
	9	2	15,0	73,4
	10	0,98	11,9	85,4
	<10	<0,98	14,6	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	12,0	46,4	41,6

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione B7 (120 m SW)

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

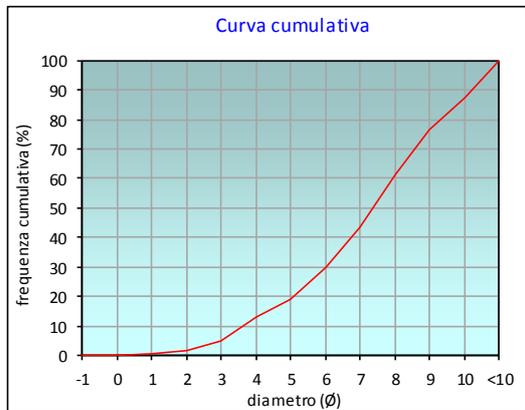
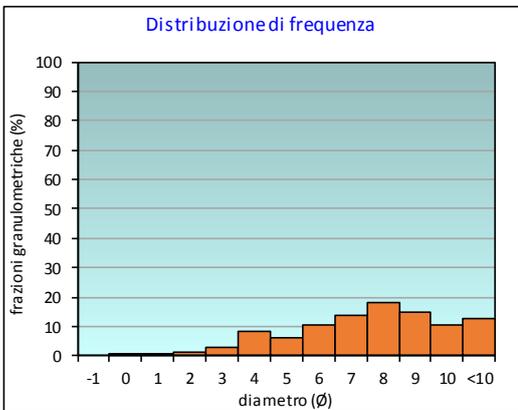
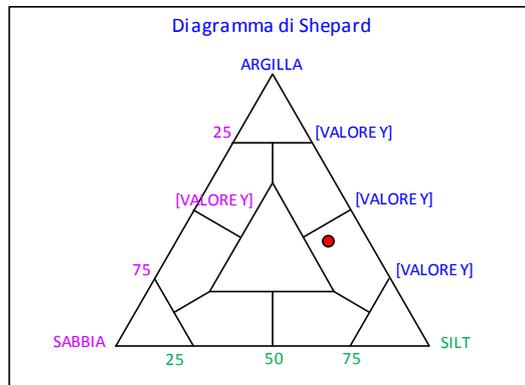
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	7,18	5	3,02
Mediana	Md	7,37	16	4,47
Classazione	σ	2,46	25	5,55
Asimmetria	S _{ki}	-0,13	50	7,37
Appuntimento	K _c	0,93	75	8,91
			84	9,71
			95	10,61

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,2	0,2
	1	500	0,5	0,7
	2	250	1,1	1,8
	3	125	3,0	4,8
LIMO	4	62,5	8,4	13,2
	5	31,2	6,0	19,2
	6	15,6	10,5	29,7
	7	7,8	13,7	43,4
ARGILLA	8	3,9	17,9	61,3
	9	2	15,1	76,4
	10	0,98	10,7	87,1
	<10	<0,98	12,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	13,2	48,1	38,7

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione B8 (250 m SW)

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

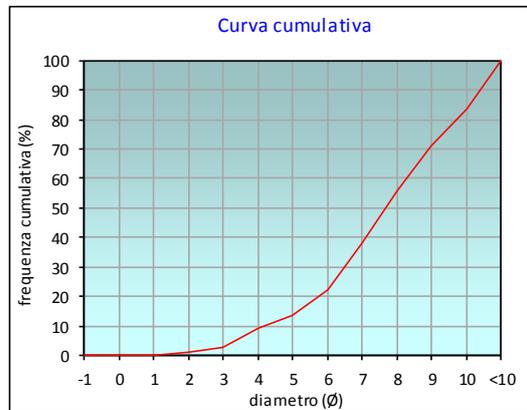
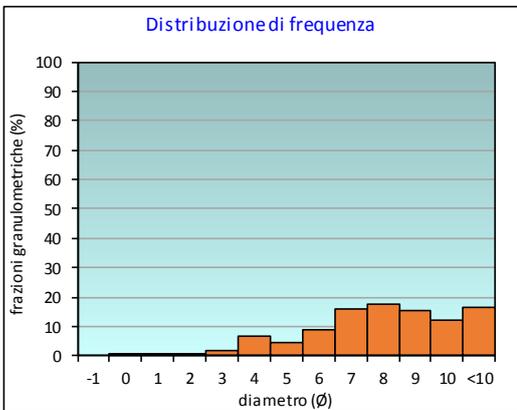
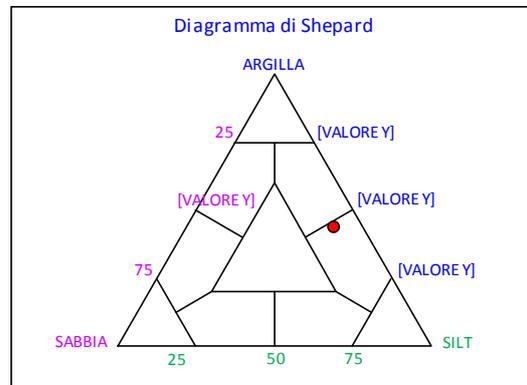
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	7,67	5	3,38
Mediana	Md	7,68	16	5,30
Classazione	σ	2,29	25	6,18
Asimmetria	S _{ki}	-0,09	50	7,68
Appuntimento	K _c	0,95	75	9,32
			84	10,04
			95	10,70

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,1	0,1
	1	500	0,2	0,2
	2	250	0,6	0,9
	3	125	1,7	2,5
LIMO	4	62,5	6,5	9,0
	5	31,2	4,3	13,4
	6	15,6	8,8	22,1
	7	7,8	15,8	37,9
ARGILLA	8	3,9	17,8	55,8
	9	2	15,2	71,0
	10	0,98	12,3	83,3
	<10	<0,98	16,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	9,0	46,8	44,2

NOTE
 2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione K1

PARAMETRI FISICI		
Peso specifico (g/cm ³)		n.d.
Umidità (%)		49,8
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	7,63
Mediana	M _d	7,68
Classazione	σ	2,29
Asimmetria	S _{ki}	-0,10
Appuntimento	K _G	0,91

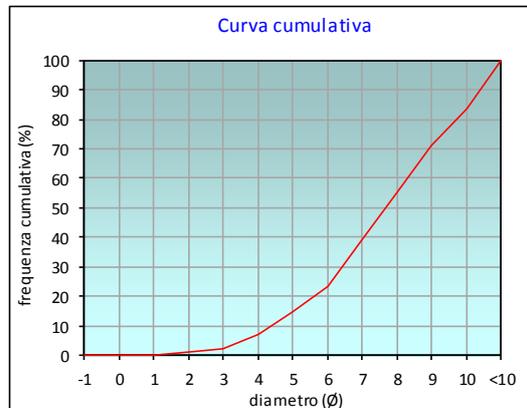
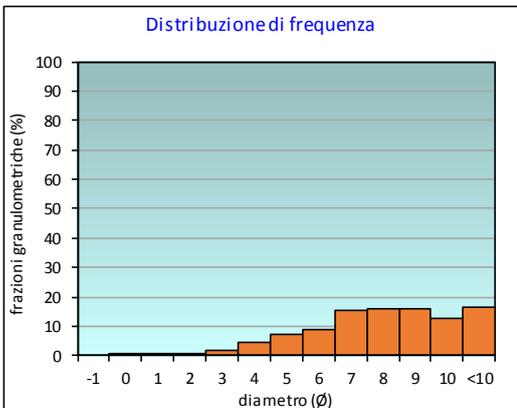
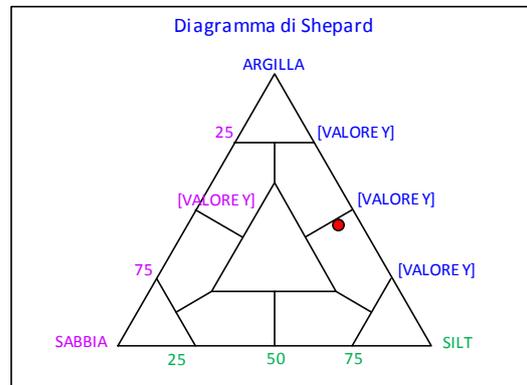
PERCENTILE	φ
5	3,55
16	5,17
25	6,10
50	7,68
75	9,32
84	10,02
95	10,69

	φ	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	0,7	0,9
	3	125	1,5	2,4
	4	62,5	4,7	7,1
LIMO	5	31,2	7,3	14,4
	6	15,6	9,1	23,5
	7	7,8	15,5	39,0
	8	3,9	16,1	55,1
ARGILLA	9	2	15,8	70,9
	10	0,98	12,7	83,6
	<10	<0,98	16,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	7,1	48,0	44,9

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione K2

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	50,0
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

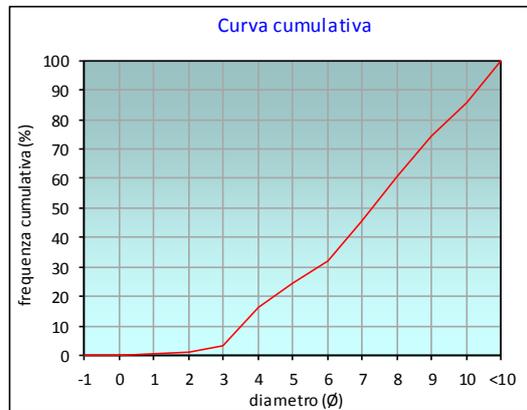
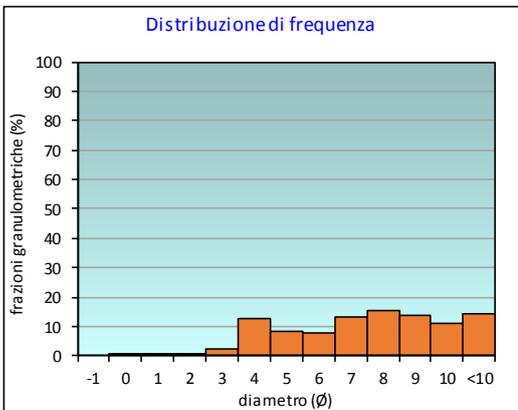
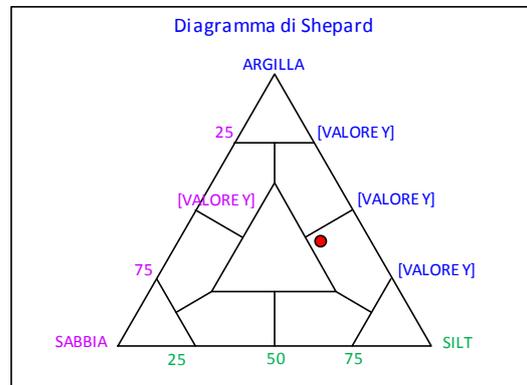
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	7,05	5	3,12
Mediana	Md	7,29	16	3,99
Classazione	σ	2,61	25	5,07
Asimmetria	S _{ki}	-0,12	50	7,29
Appuntimento	K _c	0,78	75	9,04
			84	9,86
			95	10,65

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,1	0,1
	1	500	0,2	0,3
	2	250	0,8	1,1
	3	125	2,4	3,5
LIMO	4	62,5	12,6	16,1
	5	31,2	8,4	24,5
	6	15,6	7,7	32,2
	7	7,8	13,2	45,4
ARGILLA	8	3,9	15,4	60,9
	9	2	13,6	74,5
	10	0,98	11,1	85,6
	<10	<0,98	14,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	16,1	44,8	39,1

NOTE
2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione K3

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

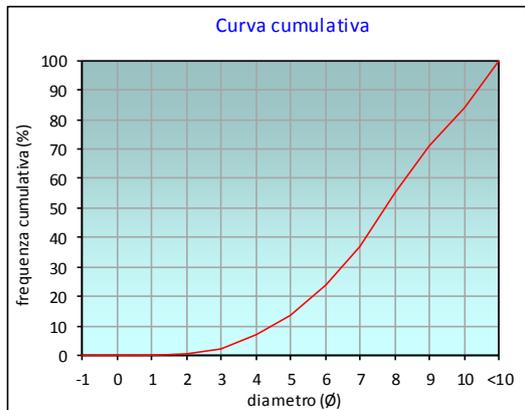
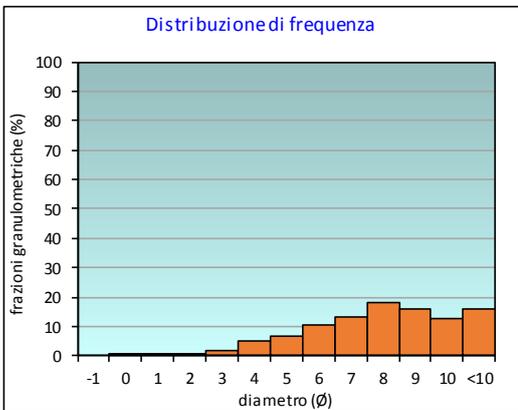
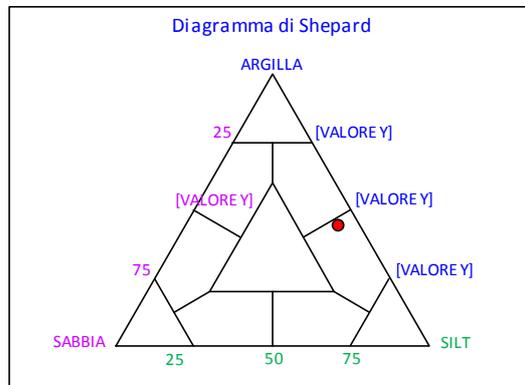
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	7,65	5	3,57
Mediana	M _d	7,70	16	5,23
Classazione	σ	2,27	25	6,07
Asimmetria	S _{ki}	-0,10	50	7,70
Appuntimento	K _c	0,91	75	9,29
			84	10,00
			95	10,69

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,0	0,0
	1	500	0,1	0,2
	2	250	0,5	0,6
	3	125	1,6	2,3
LIMO	4	62,5	4,8	7,1
	5	31,2	6,5	13,6
	6	15,6	10,5	24,1
	7	7,8	13,0	37,1
ARGILLA	8	3,9	18,3	55,4
	9	2	15,9	71,3
	10	0,98	12,6	83,9
	<10	<0,98	16,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	7,1	48,4	44,6

NOTE
 2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.

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



Stazione K4

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	48,5
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	8,17
Mediana	M _d	8,31
Classazione	σ	2,10
Asimmetria	S _{sk}	-0,16
Appuntimento	K _G	0,79

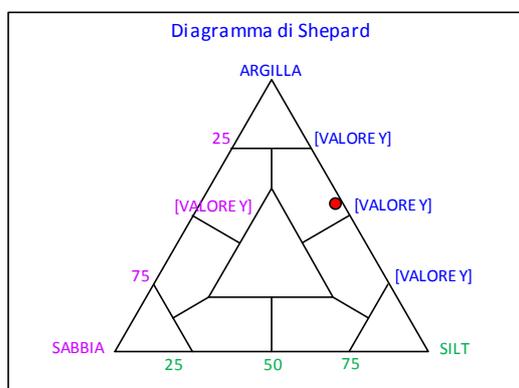
PERCENTILE	∅
5	4,38
16	5,85
25	6,65
50	8,31
75	9,96
84	10,35
95	10,80

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,0	0,0
SABBIA	1	500	0,2	0,2
	2	250	0,2	0,4
	3	125	0,4	0,8
	4	62,5	1,8	2,6
LIMO	5	31,2	6,4	9,0
	6	15,6	8,2	17,2
	7	7,8	11,9	29,1
	8	3,9	16,2	45,3
ARGILLA	9	2	15,2	60,5
	10	0,98	15,0	75,5
	<10	<0,98	24,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	2,6	42,7	54,7

NOTE

2000μm resti conchiliari; 1000, 500 e 250μm resti carbonatici organogeni; 125μm circa 65% resti carbonati organogeni.



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

