



**CNR  
IRBIM**  
ISTITUTO PER LE  
RISORSE BIOLOGICHE  
E LE BIOTECNOLOGIE  
MARINE



**cibm**



**OGS**  
Istituto Nazionale  
di Oceanografia  
e di Geofisica  
Sperimentale



**AGROLAB** GROUP  
Your labs. Your service.



**ENI S.p.A. – UPSTREAM  
DICS**

**SERVIZI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
CAMPO CLARA NW**

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

**INDAGINI SULLA COLONNA D'ACQUA**

**Rapporto Semestrale 2023**

**RAPPORTO n. 22**

**OPERATORE SCIENTIFICO:**

**OGS IN RTI CON CNR – IRBIM, STAZIONE ZOOLOGICA ANTON DOHRN, AGROLAB, CIBM,  
UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE E SHELTER**

**COORDINATORE:**

**MARTINA KRALJ**

**RESPONSABILE SCIENTIFICO:**

**MARTINA KRALJ**

**RAPPORTO A CURA DI:**

**MARTINA KRALJ**

**MARIA SAGGIOMO**

**MIRENO BORGHINI**

**GIUSEPPE SIENA**

**TRIESTE, 2023**



**CNR  
IRBIM**  
ISTITUTO PER LE  
RISORSE BIOLOGICHE  
E LE BIOTECNOLOGIE  
MARINE



**OGS**

Istituto Nazionale  
di Oceanografia  
e di Geofisica  
Sperimentale



**AGROLAB** GROUP

Your labs. Your service.





## PARTECIPANTI AL PROGRAMMA

Coordinatore	M. Kralj	OGS
Responsabile Scientifico	M. Kralj	OGS
Referente OGS	G. Siena	
Referente AGROLAB Ambiente S.r.l.	P. Ottoni	
Referente SZN	S. Stefanni e M. Saggiomo	
Referenti CNR-IRBIM	E. Punzo e A. Tassetti	

## COMPARTO COLONNA D'ACQUA

E. Frapiccini	CNR-IRBIM	Coordinatore e organizzatore delle attività tecnico-scientifiche in mare
G. Caccamo	CNR-IRBIM	Coordinatore e organizzatore delle attività tecnico-scientifiche in mare
G. Siena	OGS	Responsabile scientifico del comparto colonna d'acqua; Campionamento in mare ed elaborazione dati CTD
V. Cardin	OGS	Campionamento in mare ed elaborazione dati CTD
M. Bensi	OGS	Campionamento in mare ed elaborazione dati CTD
M. Kralj	OGS	Campionamento in mare, analisi ed elaborazione dati per ossigeno disciolto, nutrienti, TSM
T. Diociaiuti	OGS	Campionamento in mare, analisi ed elaborazione dati per ossigeno disciolto, TSM
S. Retelletti Brogi	OGS	Campionamento in mare, analisi ed elaborazione dati per ossigeno disciolto, TSM
F. Iacuzzo	OGS	Campionamento in mare
V. Natali	OGS	Campionamento in mare
E. Putelli	OGS	Campionamento in mare
P. Ottoni	AGROLAB	Project Manager
F. Pieretti	AGROLAB	Responsabile qualità
L. Boschetti	AGROLAB	Reportistica
M.P. Fallica	AGROLAB	Responsabile di Laboratorio
A. Buondonno	SZN	Analisi clorofille
M. Cannavacciuolo	SZN	Campionamento in mare
R. Gallia	SZN	Campionamento in mare
V. Dituccio	SZN	Campionamento in mare
M. Saggiomo	SZN	Analisi, elaborazione e validazione dati clorofille
M. Borghini	CNR - ISMAR	Raccolta, elaborazione e validazione dati correntometrici



## INDICE

1.	INTRODUZIONE .....	1
2.	MATERIALI E METODI .....	1
2.1.	CAMPIONAMENTO .....	2
2.1.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA .....	2
2.1.2.	MISURE CORRENTOMETRICHE.....	4
2.2.	ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI .....	6
3.	RISULTATI .....	15
3.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA .....	15
3.1.1.	TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA.....	15
3.1.2.	NUTRIENTI .....	23
3.1.3.	PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO .....	31
3.1.4.	IDROCARBURI TOTALI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX .....	39
3.1.5.	GLICOLE ETILENICO .....	45
3.1.6.	METALLI PESANTI .....	46
3.1.7.	MISURE CORRENTOMETRICHE.....	53
4.	CONCLUSIONI.....	57
5.	BIBLIOGRAFIA.....	60
	ALLEGATI .....	I
	A1 .....	II
	A2.....	XII



## 1. INTRODUZIONE

In riferimento al Decreto n. 0000227 del 17/09/2014 emesso dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-IRBIM di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. - UPSTREAM DICS di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l’installazione della piattaforma Clara NW della condotta sottomarina collegante tale piattaforma alla già esistente Calipso. A partire dal 2022 tale monitoraggio è proseguito per opera del nuovo RTI costituito dal Mandatario OGS e dai Mandanti CNR-IRBIM di Ancona, SZN di Napoli, AGROLAB Ambiente S.r.l. di Carrara, CIBM di Livorno, UNIVPM di Ancona e Shelter di Milano.

La piattaforma Clara NW è installata in Adriatico centrale, a circa 45 km in direzione Est dalla costa marchigiana al largo di Ancona su un fondale siltoso di circa 75 m. 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 proprietà 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 della colonna d’acqua, vista l’ubicazione della piattaforma, può essere interessata da eventi di Bora anche abbastanza consistenti, che possono determinare variazioni brusche di correnti nei suoi primi 10-20 m.

Essendosi concluso il monitoraggio quinquennale della piattaforma nella fase di esercizio (relativo a tutti i comparti marini: colonna d’acqua, sedimenti, bioaccumulo e biomarker in organismi marini, comunità bentonica e ittica, avvistamento di cetacei e rettili marini), a partire dal 1° semestre 2021, corrispondente al 6° anno post lavori di installazione della piattaforma, sono state previste solamente le indagini riguardanti la colonna d’acqua, come indicato nel piano di monitoraggio (Tabella 1-I). A parte il posticipo al 2021 delle indagini omnicomprendenti previste nel 1° semestre 2020 a causa dell’emergenza COVID-19



(Spagnolo et al., 2021b), ad oggi il monitoraggio prosegue limitatamente alla colonna d'acqua e continuerà per tutta la durata della fase di esercizio della piattaforma. Nel presente rapporto sono riportati i risultati delle indagini effettuate su tale comparto nel 1° semestre del 2023.

**Tab. 1-I** – Surveys previsti durante il programma di monitoraggio ambientale. In giallo le indagini terminate, in verde quelle ancora in corso.

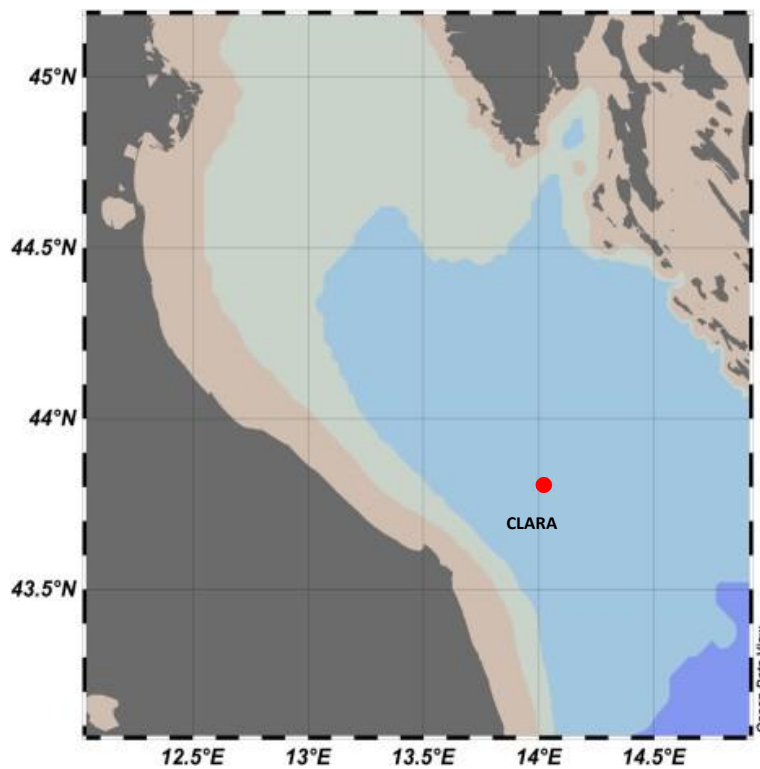
Fase	Comparti d'indagine	Piattaforma Clara NW
<b>Ante operam</b>	Colonna acqua	2 surveys
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Rilevamento cetacei	3-5 surveys
<b>Cantiere</b>	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Ecotossicologia dei sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Comunità bentonica	Per tutta la durata della fase
	Rilevamento cetacei*	Per tutta la durata della fase
<b>Esercizio</b>	Correntometria	Per tutta la durata della fase
	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	5 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti	5 anni
	Comunità bentonica	5 anni
	Comunità ittica	5 anni
	Analisi inquinanti e biomarker in organismi marini	5 anni
	Rilevamento cetacei	5 anni
<b>Pre smantellamento</b>	Colonna d'acqua	**
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Comunità ittica	3 surveys
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione
<b>Smantellamento</b>	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Ecotossicologia dei sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Comunità bentonica	Per tutta la durata della fase
	Rilevamento cetacei	Per tutta la durata della fase
<b>Post smantellamento</b>	Colonna acqua	1 anno
	Sedimenti	3 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti	3 anni
	Comunità bentonica	3 anni
	Comunità ittica	3 anni
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione

\* Effettuati survey mediante operatori MMO; \*\* 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 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 messa in opera 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

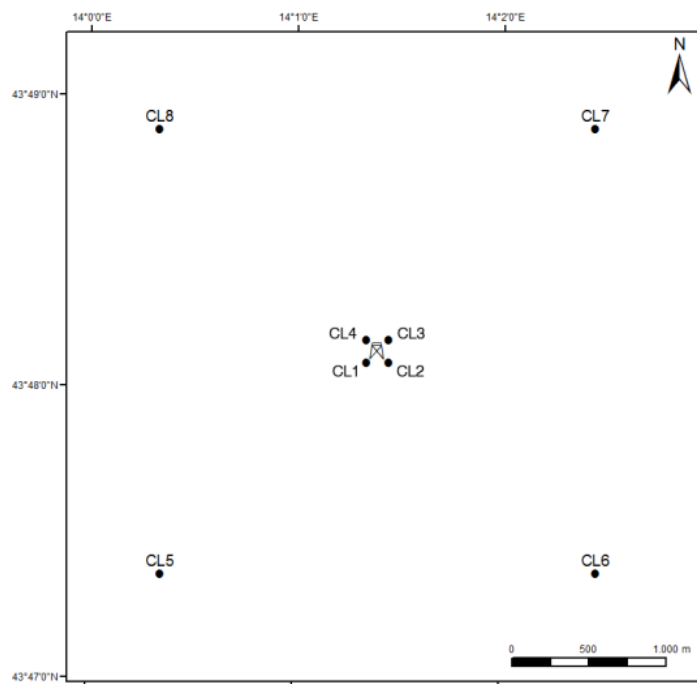


## 2.1. CAMPIONAMENTO

### 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 2023 sono state condotte 3 campagne di monitoraggio dell'area interessata (febbraio, aprile 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. Quattro stazioni sono poste entro un raggio di 100 m dal punto di installazione della piattaforma mentre, le altre 4, considerate controlli, si trovano a una distanza di circa 2000 m da esso (fig. 2.2; Tab. 2-II). Per ogni stazione sono stati prelevati campioni a 4 profondità: superficie, 20 m, 40 m e fondo.



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





**Tab. 2-II** - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate per le indagini idrologiche condotte presso la piattaforma Clara NW.

Stazioni di campionamento	Coordinate geografiche (LAT.)	Coordinate geografiche (LONG.)	Distanza da Clara (m)	Posizione rispetto alla struttura
CL1	43° 48' 05"N	14° 10' 21"E	100	SW
CL2	43° 48' 05"N	14° 10' 27"E	100	SE
CL3	43° 48' 10"N	14° 10' 27"E	100	NE
CL4	43° 48' 10"N	14° 10' 21"E	100	NW
CL5	43° 47' 21"N	14° 00' 21"E	2000	SW
CL6	43° 47' 22"N	14° 20' 28"E	2000	SE
CL7	43° 48' 54"N	14° 20' 26"E	2000	NE
CL8	43° 48' 53"N	14° 00' 20"E	2000	NW

In tutte le stazioni sono stati misurati parametri in continuo mediante una sonda multiparametrica SEA-BIRD modello SBE 911plus CTD (All. A1-I) che, in aggiunta ai sensori standard di pressione, temperatura e conducibilità, è stata equipaggiata con un sensore di ossigeno SBE43 per la determinazione della concentrazione di ossigeno disciolto, e un fluorimetro/turbidimetro WET-Labs ECO FLNTURTD per la misurazione della concentrazione di clorofilla *a* e per la determinazione simultanea del particolato sospeso (TSM), attraverso misure di retrodiffusione (backscattering). Completa la dotazione un altimetro Teledyne Benthos PSA-916, per l'utilizzo in sicurezza della sonda in prossimità del fondale. La sonda è stata sottoposta a calibrazione presso il laboratorio del Centro di Taratura e Metrologia Oceanografica (CTMO) dell'OGS per i parametri di temperatura e conducibilità prima di iniziare il monitoraggio. Ulteriori calibrazioni sono previste ogni 4 mesi di attività. I sensori di ossigeno disciolto, fluorescenza e torbidità sono stati calibrati con i campioni raccolti *in situ* durante ogni campagna e analizzati rispettivamente per il contenuto di ossigeno disciolto (metodo Winkler), di pigmenti clorofilliani (Chl, metodo HPLC) e per il contenuto di materiale particolato totale (TSM, metodo gravimetrico). La sonda ha una frequenza di acquisizione di 24 serie di dati al secondo (24 Hz).

Per ogni stazione del piano di campionamento sono stati effettuati profili verticali mediante sonda Sea-Bird Electronics mod. SBE9 plus e sono stati registrati i seguenti parametri:

- profondità (pressione);
- temperatura;
- conducibilità (da cui si ricava la salinità);
- ossigeno disciolto;
- fluorescenza;



- torbidità (Backscatterometro);
- trasmissione della luce (Backscatterometro).

Campioni di acqua sono stati prelevati alle 4 quote previste nel piano di campionamento mediante campionatore mod. SBE32 Carousel Water Sampler (“rosette”), equipaggiato con bottiglie OceanTest Equipment, mod. 110B, da 10 L (All. A1-I). Sui campioni prelevati 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 (IT);
- 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 e al buio fino al momento delle analisi ad eccezione dei campioni per l’analisi dei nutrienti ed i filtri per l’analisi dei solidi sospesi e dei pigmenti clorofilliani che sono stati conservati a -20°C.

Tutti i dati raccolti sono stati restituiti in forma grafica in modo da descrivere l’andamento dei parametri analizzati lungo la colonna d’acqua ed i transetti e spazialmente utilizzando appositi software.

### **2.1.2. MISURE CORRENTOMETRICHE**

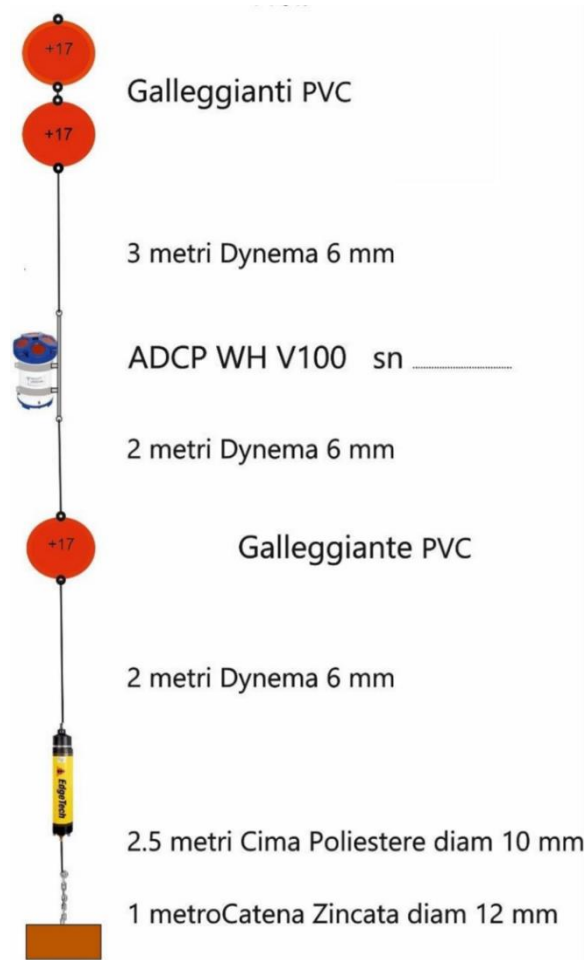
Nel 1° semestre 2023 i dati correntometrici in prossimità della piattaforma Clara sono stati raccolti mediante un ormeggio correntometrico sommerso posizionato in prossimità della struttura (coordinate 43° 48,150’ N, 014° 01,436’ E) su un fondale di circa 75 m.

L’ormeggio correntometro è costituito da un correntometro acustico Teledyne RDI, del peso in acqua di circa 13 kg, tre boe di spinta in materiale plastico con spinta positiva di circa 20



kg ciascuna, uno sganciatore acustico Edge Tech e una zavorra di ferro a perdere di circa 110 kg (fig. 2.3). Nel presente rapporto vengono considerati i dati dal 1° gennaio al 26 maggio, data dell'ultimo recupero della strumentazione.

Il correntometro acustico (ADCP), oltre a registrare 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  $0,3 \text{ cm s}^{-1}$  e la risoluzione di  $0,1 \text{ cm s}^{-1}$ . Lo strumento è stato settato per effettuare registrazioni ogni ora in 21 celle da 4 m coprendo, in questo modo, gran parte della colonna d'acqua. I bin relativi agli strati più superficiali, nonché quelli relativi agli strati di aria al di sopra della superficie libera del mare, sono stati eliminati per la presenza di dati non leggibili dovuti all'elevato rumore presente.



**Fig. 2.3** – Schema dell'ormeggio correntometrico utilizzato presso la piattaforma Clara NW.



## 2.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI

Per l'acquisizione e la successiva elaborazione dei dati registrati e raccolti tramite la sonda CTD è stato utilizzato un software fornito dalla casa produttrice, seguendo le norme suggerite dall'UNESCO (UNESCO, 1988). Le grandezze derivate, come salinità e anomalia di densità, sono state calcolate secondo gli algoritmi dell'UNESCO (UNESCO, 1983).

Per le elaborazioni grafiche sono stati utilizzati il software Grapher TM Golden Software, Inc., (Vers. 10,5.1011) e il software Ocean Data View (© 2016 Schlitzer - Vers: 4.7.6. – 64bit).

I campioni di acqua raccolti sono stati analizzati a bordo per valutare la concentrazione dell'ossigeno disciolto, e in laboratorio il contenuto dei nutrienti inorganici (nitrati, nitriti, ammonio, ortofosfati e ortosilicati), dei solidi totali sospesi (TSM: Total Suspended Matter) e la concentrazione di pigmenti clorofilliani. Sono stati inoltre ricercati gli inquinanti elencati nel capitolo 2.1.1.

**Ossigeno disciolto** La misura della concentrazione di ossigeno disciolto è stata effettuata mediante titolazione iodometrica secondo il metodo di Winkler (Carpenter, 1965), descritto da Saggiomo *et al.* (2010). Aliquote di acqua (60 ml circa) sono state fissate aggiungendo in rapida successione 0,3 ml di una soluzione di cloruro di manganese e 0,3 ml di una soluzione basica di ioduro di potassio. In tali condizioni, l'ossigeno presente ossida il manganese (II) a manganese (III) e manganese (IV) che precipita come ossido idrato. I campioni fissati sono stati conservati al buio e a temperatura ambiente per un tempo non superiore a 4 ore. Al momento della titolazione 0,5 ml di acido solforico sono stati introdotti nel campione. In un ambiente così acidificato, lo ioduro, ossidato dal manganese a iodio elementare, è complessato dallo ioduro in eccesso per formare  $I_3^-$ . Lo ione complesso  $I_3^-$  è stato titolato con una soluzione di sodio tiosolfato (0,01M), precedentemente standardizzata. La concentrazione del tiosolfato è stata standardizzata con una soluzione standard di iodato di potassio fornita da OSIL (Ocean Scientific International Ltd, United Kingdom). La titolazione potenziometrica automatica è stata effettuata con titolatore Mettler Toledo T50 compact (All. A1-III); la concentrazione di ossigeno disciolto è stata espressa in  $ml L^{-1}$ . I risultati delle analisi di ossigeno disciolto effettuate sono stati utilizzati per calibrare i valori misurati dal sensore SBE 43 installato sulla sonda SBE 911plus CTD.

**Nutrienti inorganici** – per la determinazione dei nutrienti inorganici (nitriti, nitrati,



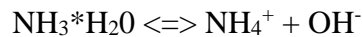
ammonio, ortofosfati e silicati), i campioni di acqua di mare sono stati filtrati a bordo, mediante siringa, su filtri di fibra di vetro (Watman GF/F, porosità nominale 0,7 µm e Ø 47 mm), pre-combusti a 450°C per 4 ore, raccolti in contenitori in polietilene (pre-trattati con acido cloridrico 1M) e conservati a -20°C fino al momento delle analisi.

Le determinazioni analitiche sono state eseguite per via colorimetrica, a temperatura ambiente, con un analizzatore a flusso continuo a quattro canali 'Quattro, Seal Analytical' (All. A1-IV), seguendo le metodologie di Hansen e Koroleff (1999).

La concentrazione dei nitriti (NO<sub>2</sub>) è stata determinata attraverso una reazione di diazocopolazione che produce un composto azotato rosso-violaceo, letto a 520 nm.

I nitrati (NO<sub>3</sub>) sono stati ridotti a nitriti su colonna di cadmio e determinati seguendo il metodo descritto per i nitriti.

L'azoto ammoniacale è stato determinato in base alla reazione di Berthelot modificata usando salicilato e dicloroisocianurato, dalla quale si forma un complesso colorato blu-verde, letto a 660 nm. Nell'acqua marina l'ammoniaca è in equilibrio con l'ammonio in base al seguente equilibrio:



Determinando la forma ammoniacale con questo metodo si determina l'azoto totale, presente sia come ammonio che come ammoniaca.

L'equilibrio tra l'ammoniaca (NH<sub>3</sub>) e l'ammonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) in soluzioni acquose è funzione della temperatura, del pH e della forza ionica della soluzione (Whitfield, 1974; Khoo *et al.*, 1977). Al pH tipico dell'acqua marina di 8,2. con salinità di 37 e temperatura di 25°C la forma prevalente (95%) è l'ammonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e solo il 5% si trova come ammoniaca (NH<sub>3</sub>). Ad una temperatura di 10°C il contributo dell'ammoniaca si riduce al 2%. Per questo motivo nei risultati ci si riferisce all'azoto ammoniacale con ammonio (NH<sub>4</sub>).

Il fosforo reattivo (PO<sub>4</sub>) è stato determinato come ortofosfato in base alla formazione di un complesso fosfomolibdico di colore blu che viene misurato a 880 nm.

I silicati (Si(OH)<sub>4</sub>) sono stati determinati, in base alla riduzione (in ambiente acido) del silicomolibdato a blu di molibdeno che viene misurato a 820 nm.

I limiti di rilevabilità sono:

- NO<sub>2</sub>: 0,01 µM
- NO<sub>3</sub>: 0,02 µM



- $\text{NH}_4$ : 0,02  $\mu\text{M}$
- $\text{PO}_4$ : 0,01  $\mu\text{M}$
- $\text{Si(OH)}_4$ : 0,02  $\mu\text{M}$

La qualità dei risultati è garantita dalla partecipazione semestrale ad esercizi di intercalibrazione internazionali (Quasimeme Laboratory Performance Study).

**Pigmenti clorofilliani** - I campioni per la determinazione delle diverse clorofille sono stati filtrati a bordo, immediatamente dopo il prelievo, su filtri in fibra di vetro (Whatman GF/F, porosità nominale 0,7  $\mu\text{m}$  e  $\text{Ø}$  47 mm). Il volume di campione filtrato è risultato variabile tra i 3 e i 4 litri in relazione alla concentrazione del particolato microalgale. Dopo la filtrazione, i filtri, posti in crio-vials, sono stati rapidamente congelati in azoto liquido fino al momento delle analisi. La filtrazione è stata effettuata per depressione dove la differenza di pressione fra la parte inferiore e quella superiore del filtro non superava -25 KPa (circa 150 mm Hg) al fine di evitare la rottura delle cellule vegetali, con la conseguente perdita di pigmenti.

Le analisi delle clorofille *a*, *b* e *c* sono state effettuate secondo il metodo Vidussi *et al.* (1996) mediante HPLC (High Performance Liquid Chromatography;) Agilent 1100 series (All. A1-V) dotato di Vacuum Degasser; Quaternary Pump; Thermostatted Column Compartment; Detector DAD (photodiode array detector) e Detector Fluorescence. È stata utilizzata una colonna *Hypersil MOS-2* della *Thermo Fisher Scientific* (100 mm x 4,6 mm 3  $\text{Å}$   $\mu\text{M}$ ). L'estratto è stato iniettato attraverso un loop di 200  $\mu\text{L}$  e l'eluizione ha previsto un flusso pari a 1 ml  $\text{min}^{-1}$  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.

I dati sono stati acquisiti mediante software HP ChemStations.

L'identificazione dei pigmenti clorofilliani presenti nei campioni analizzati viene effettuata mediante confronto con standard esterni (DHI Laboratories). La lunghezza d'onda utilizzata per la lettura dei pigmenti clorofilliani e degli standard esterni è stata settata a 440nm.

I valori di clorofilla sono stati utilizzati per calibrare i dati del turbidimetro WET-Labs ECO FLNTURTD installato sulla sonda SBE 911plus CTD.

**Solidi Sospesi Totali (TSM)** - I campioni d'acqua per la determinazione dei solidi sospesi totali sono stati filtrati a bordo sotto leggera depressione su filtri in fibra di vetro (Whatman



GF/F, porosità nominale 0,7  $\mu\text{m}$  e  $\text{\O}$  47 mm), pre-pesati su bilancia analitica Mettler XP6 e riposti in singoli portafiltri numerati. Per eliminare i residui salini il filtro è stato risciacquato nella fase finale della filtrazione del campione con acqua Milli-Q. Al termine della filtrazione i filtri sono stati conservati a  $-20^{\circ}\text{C}$  fino al momento dell'analisi. La determinazione in laboratorio del peso secco totale è avvenuta per via gravimetrica, dopo essiccazione a  $60^{\circ}\text{C}$  fino a peso costante, su bilancia analitica Mettler XP6, secondo le indicazioni riportate da Strickland e 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 sono state espresse in  $\text{mg L}^{-1}$ . I valori di TSM sono stati utilizzati per calibrare i dati del sensore di torbidità WET-Labs ECO FLNTURTD installato sulla sonda SBE 911plus CTD per i profili in continuo.

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

**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. La quantificazione avviene mediante confronto con retta di taratura, effettuata subito prima dell'analisi. Il campione viene acidificato con acido nitrico e caricato direttamente sullo strumento tarato. Lo strumento usato è ICP-MS Agilent 7900 ICP-MS con Autocampionatore Agilent SPS 4 Autosampler; le analisi sono effettuate in modalità No Gas per Mercurio; mentre per il resto dei metalli si procede in modalità He (All. A1-VI). Per la campagna di febbraio è stato utilizzato un ICP-MS Agilent 7900 Series come descritto nella nota tecnica (All. A2). 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

**Tab. 2-III** - Elenco degli inquinanti ricercati nelle stazioni monitorate. Metodi analitici, unità di misura e limite di rilevabilità.

<i>Parametro</i>	<i>Metodica</i>	<i>UM</i>	<i>Febbraio</i>	<i>Aprile e maggio</i>
<b>Metalli</b>				
<i>Alluminio</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	6,8	0,4
<i>Arsenico</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,37	0,1
<i>Bario</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,69	0,1
<i>Cadmio</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,16	0,1
<i>Cromo totale</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,22	0,1
<i>Ferro</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	4,9	5
<i>Indio</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,079	0,1
<i>Mercurio</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,0067	0,05
<i>Nichel</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,14	0,1
<i>Piombo</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,14	0,1
<i>Rame</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,51	0,1
<i>Vanadio</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,31	0,1
<i>Zinco</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	2,4	0,4
<i>Silicio</i>	EPA 200.7 1994	mg L <sup>-1</sup>	0,021	0,1
<b>BTEX</b>				
<i>Benzene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L <sup>-1</sup>	0,01	0,01
<i>Etilbenzene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L <sup>-1</sup>	0,01	0,01
<i>Stirene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L <sup>-1</sup>	0,01	0,01
<i>Toluene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L <sup>-1</sup>	0,05	0,05
<i>Xilene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L <sup>-1</sup>	0,02	0,02
<b>ALTRE SOSTANZE</b>				
<i>Idrocarburi policiclici aromatici</i>	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg L <sup>-1</sup>	0,0028	0,0028
<i>idrocarburi alifatici C10-C32</i>	EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007	µg L <sup>-1</sup>	23	23
<i>Idrocarburi totali (espressi come n-esano) Calcolo</i>	EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007	µg L <sup>-1</sup>	31	31
<i>Glicole monoetilenico</i>	EPA 8260D 2018	mg L <sup>-1</sup>	1,5	1,5

Per la misurazione del silicio è stato utilizzato uno spettrometro simultaneo ad emissione atomica con plasma ad accoppiamento indotto ICP-OES 5100 SVDV, Agilent, con autocampionatore SPS4 (All. A1-VII).

**Solventi organici aromatici (BTEX)** - La determinazione è stata effettuata mediante gascromatografia accoppiata a spazio di testa dinamico ('Purge & trap') e rilevazione tramite spettrometro di massa. Il campione (dispensato in vial da 40 mL con tappo in teflon priva di spazio di testa) viene caricato su autocampionatore. Il sistema Purge & Trap separa gli analiti volatili dalla fase acquosa adsorbendoli ad una trappola. Successivamente la trappola viene riscaldata permettendo il rilascio delle sostanze trattenute che vengono separate mediante gascromatografia e quantificate con spettrometro di massa. La quantificazione viene





effettuata confrontando i fattori di risposta ottenuti in fase di taratura, effettuata su almeno 5 livelli.

Lo strumento utilizzato è un Agilent con autocampionatore Centurion, sistema P & T Evolution, GC 7890B, detector MS 5977A con lente Extractor. Colonna montata DB-624 (All. A1-VIII).

**Idrocarburi totali** - Gli idrocarburi totali, relativamente alle acque, sono da intendersi come somma delle due seguenti classi:

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

*Analisi frazione volatile:* il metodo è applicabile a una vasta gamma di composti organici che hanno una volatilità sufficientemente elevata tale 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 a cui è stato aggiunto un modificatore di matrice. 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 favorire l'equilibrio dei composti volatili all'interno con lo spazio di testa presente nella vial. Circa 15 minuti prima dell'analisi, le singole fiale verranno riscaldate e miscelate per vibrazione meccanica tramite l'autocampionatore CTC. L'autocampionatore poi preleverà 1 mL di volume di spazio di teste tramite linea riscaldata e lo inietterà nella colonna GC. Le analisi sono state eseguite usando un rilevatore FID (Flame Ionization Detector).

Lo strumento utilizzato è un Agilent, con autocampionatore G4513A, Piatto 7693, GC 7890A, FID. La colonna cromatografica montata è ZB-5HT (All. A1-IX).

*Analisi frazione estraibile:* utilizzando un cilindro graduato si sono misurati 900 mL di campione che sono stati travasati dal cilindro nell'imbuto separatore. Qui sono stati aggiunti 40 mL di n-esano. Tale imbuto è stato agitato energicamente per circa 2 minuti, con sfiato periodico per scaricare la pressione in eccesso. Lo strato organico è stato lasciato separato



dalla fase acquosa per un minimo di 10 minuti 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 del gascromatografo con rilevatore a fiamma (FID).

Gli idrocarburi totali sono determinati sommando le due componenti e moltiplicando il risultato per un fattore 1,1, fattore studiato per esprimere il dato come n-esano.

Gli idrocarburi totali sono stati calcolati tramite la regola del lower bound. In caso di addendi tutti inferiori al LOQ si applica il LOQ più alto, mentre in presenza di dati valorizzati anche in uno solo degli analiti il risultato è pari al valore rilevato, anche se questo dovesse risultare inferiore al LOQ di altri addendi costituenti la sommatoria.

Lo strumento utilizzato è un Agilent, CTC PAL RSi 85, GC 7890B con detector FID, colonna DB-624 (All. A1-IX).

**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. Gli IA sono stati analizzati mediante gascromatografia accoppiata a rilevatore a fiamma (FID).

L'identificazione degli IA si è basata sul confronto con il tempo di ritenzione di soluzioni standard di n-alcane fra C12 e C32 e la quantificazione è stata determinata dalle curve di taratura per ciascun composto analizzando cinque standard esterni. I limiti di quantificazione sono in funzione del primo punto di taratura e i campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura.

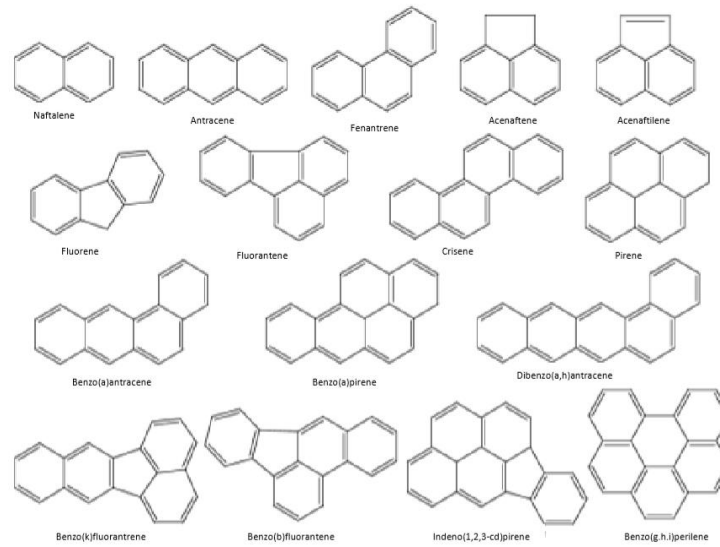
**Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)** - Utilizzando un cilindro graduato si sono misurati 900 mL di campione che sono stati travasati dal cilindro nell'imbuto separatore. Qui sono stati aggiunti 40 mL di diclorometano. Tale imbuto è stato agitato energicamente per circa 2 minuti, con sfiato periodico per scaricare la pressione in eccesso. Lo strato organico è stato lasciato separato dalla fase acquosa per un minimo di 10 minuti 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 (in toluene) per la successiva analisi cromatografica condotta mediante l'impiego del gascromatografo con rilevatore a spettrometro di massa.

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) (fig. 2.4) è stata determinata con sistema GC-MS/MS. La colonna cromatografica utilizzata è la DB-EUPAH e il rilevatore uno spettrometro di massa a triplo quadrupolo. Il limite di rilevabilità è compreso fra 0,0001 e 0,003  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura. Recupero e precisione sono stati validati con campioni di riferimento certificati e verificati per ogni sequenza analitica con appositi campioni QC. L'introduzione in fase di estrazione di uno standard surrogato garantisce che per ciascun campione l'estrazione sia stata condotta con successo. La metodica è stata ulteriormente verificata tramite periodica attività di intercalibrazione internazionale.

Lo strumento utilizzato è un sistema GC-MS/MS (triplo quadrupolo) Agilent con autocampionatore G4513A, GC 7890B, QqQ 7000C con montata colonna DB-EUPAH (All. A1-X). Per il calcolo di  $\Sigma\text{IPA}$  è stato utilizzato il criterio del Lower Bound che considera nullo il contributo di ogni addendo non rilevabile, applicando però la seguente modifica cautelativa: nel caso in cui le concentrazioni degli addendi siano non rilevabili, il risultato non è zero ma viene definito come inferiore al maggiore dei limiti di rilevabilità dei parametri analitici sommati.



**Fig. 2.4** – I 16 IPA prioritari secondo l’US-EPA.

**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.



### 3. RISULTATI

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

Nel presente rapporto sono riportati i dati relativi al I semestre 2023.

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

Nella campagna di **febbraio** (fig. 3.1) la distribuzione verticale di temperatura è risultata generalmente omogenea in tutta la colonna d'acqua (media  $13,08 \pm 0,24^\circ\text{C}$ ) con una relativa variabilità tra le stazioni nello strato superficiale ( $\Delta T \sim 1^\circ\text{C}$ ).

La salinità ha mostrato una discreta variabilità tra le stazioni in tutta la colonna d'acqua (media  $38,80 \pm 0,06$  psu,  $\Delta s < 0,3$  psu), con i valori massimi registrati in superficie (massimo 38,94 psu, stazione CL8)

La torbidità ha fatto registrare valori piuttosto uniformi ed elevati in tutta la colonna d'acqua in tutte le stazioni (media  $1 \pm 0,1$  mg L<sup>-1</sup>), ed un in picco di massimo (2,1 mg L<sup>-1</sup>) in profondità nella stazione di controllo NE.

L'ossigeno disciolto alla saturazione è risultato completamente omogeneo e  $< 100\%$  in tutta la colonna d'acqua ovunque (media  $98,0 \pm 0,3\%$ ).

Le mappe areali (fig. 3.2) confermano quanto osservato con i profili verticali, evidenziando un debole gradiente N-S in superficie ( $\Delta T \sim 1^\circ\text{C}$ ) nella distribuzione orizzontale di temperatura (media  $13,34 \pm 0,35^\circ\text{C}$ ) e valori omogenei al fondo (media  $13,07 \pm 0,05^\circ\text{C}$ ). Anche per la salinità si è rilevato un debole gradiente N-S in superficie ( $\Delta \sim 0,2$  psu) e valori omogenei al fondo (media  $38,83 \pm 0,02$  psu).

Per la fluorescenza (fig. 3.3) sono stati rilevati profili verticali piuttosto uniformi ovunque, con valori bassi su tutta la colonna d'acqua (media  $0,6 \pm 0,1$  µg L<sup>-1</sup>).

Ad **aprile** (fig. 3.4) la temperatura ha fatto registrare una sostanziale uniformità nella distribuzione verticale ovunque, con valori in lieve e progressiva diminuzione dalla superficie (massimo  $15,03^\circ\text{C}$ , stazione CL1) al fondo (minimo  $12,21$ , stazione CL5).

Analogamente, i profili verticali di salinità hanno mostrato una distribuzione fortemente uniforme in tutte le stazioni (media  $38,87 \pm 0,02$  psu), con un incremento dei valori intorno ai 50m di profondità (massimo 38,94 psu, stazione CL7).



La torbidità è risultata uniforme ovunque, con valori in progressivo aumento dai valori molto bassi in superficie ( $< 0,3 \text{ mg L}^{-1}$ ) ai valori relativamente più elevati al fondo (media  $0,6 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$ ).

La distribuzione dell'ossigeno disciolto alla saturazione è stata omogenea in tutte le stazioni fino a circa 50m di profondità (media  $102,4 \pm 0,3\%$ ), in diminuzione verso il fondo (minimo  $93,6\%$ , stazione CL6).

Le mappe areali (fig. 3.5) hanno confermato la sostanziale uniformità nella distribuzione di temperatura in superficie (media  $14,6 \pm 0,22^\circ\text{C}$ ) e al fondo (media  $12,49 \pm 0,18^\circ\text{C}$ ), dove è stato rilevato un debole gradiente NE-SW ( $\Delta T \sim 0,6^\circ\text{C}$ ).

La salinità ha fatto registrare valori molto omogenei in superficie (media  $38,86 \pm 0,01 \text{ psu}$ ) e al fondo (media  $38,84 \pm 0,02 \text{ psu}$ ).

I valori di fluorescenza (fig. 3.6) sono risultati molto bassi fino a circa 60m di profondità (media  $0,3 \pm 0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ ), in rapido aumento fino al fondo (massimo  $2,9 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

A **maggio** (fig. 3.7) la distribuzione di temperatura ha mostrato un inizio di stratificazione verticale stagionale della colonna d'acqua, con valori uniformi e più elevati in superficie (media  $17,84 \pm 0,25^\circ\text{C}$ ) in progressiva diminuzione con la profondità, un termocline appena accennato intorno a 20m e valori minimi omogenei al fondo (media  $13,03 \pm 0,07^\circ\text{C}$ ).

La distribuzione di salinità è risultata relativamente variabile tra le stazioni ( $\Delta s > 0,3 \text{ psu}$ ), con i valori minimi nei primi 20m di profondità (minimo  $38,54 \text{ psu}$ , stazione CL8), in rapido aumento fino ai valori massimi ed uniformi presenti nel resto della colonna d'acqua (media  $38,88 \pm 0,02 \text{ psu}$ ).

La torbidità si è presentata con valori molto bassi ed omogenei in tutte le stazioni fino a circa 50m di profondità (media  $< 0,2 \text{ mg L}^{-1}$ ), in rapido aumento fino ai valori massimi al fondo (massimo  $1,9 \text{ mg L}^{-1}$ , stazione CL5).

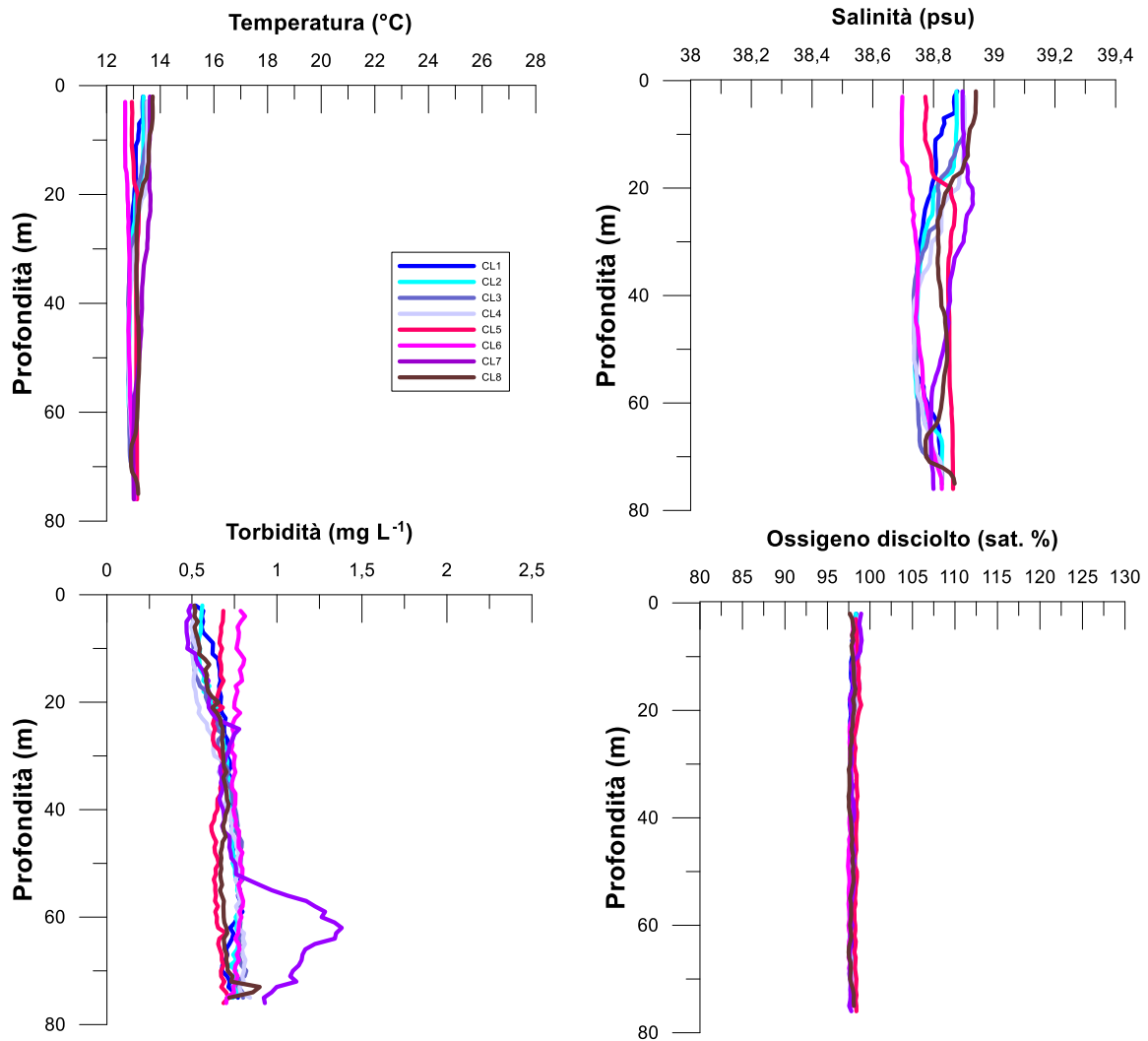
L'ossigeno disciolto alla saturazione è stato generalmente  $< 100\%$ , con valori in progressiva diminuzione dalla superficie (media  $98,6 \pm 0,3\%$ ) al fondo (media  $85,2 \pm 0,5\%$ ).

Le mappe areali (fig. 3.8) hanno rilevato quanto osservato con i profili verticali, evidenziando una distribuzione omogenea di temperatura con valori più elevati in superficie (media  $18,21 \pm 0,28^\circ\text{C}$ ) e minimi al fondo (media  $13,02 \pm 0,08^\circ\text{C}$ ).

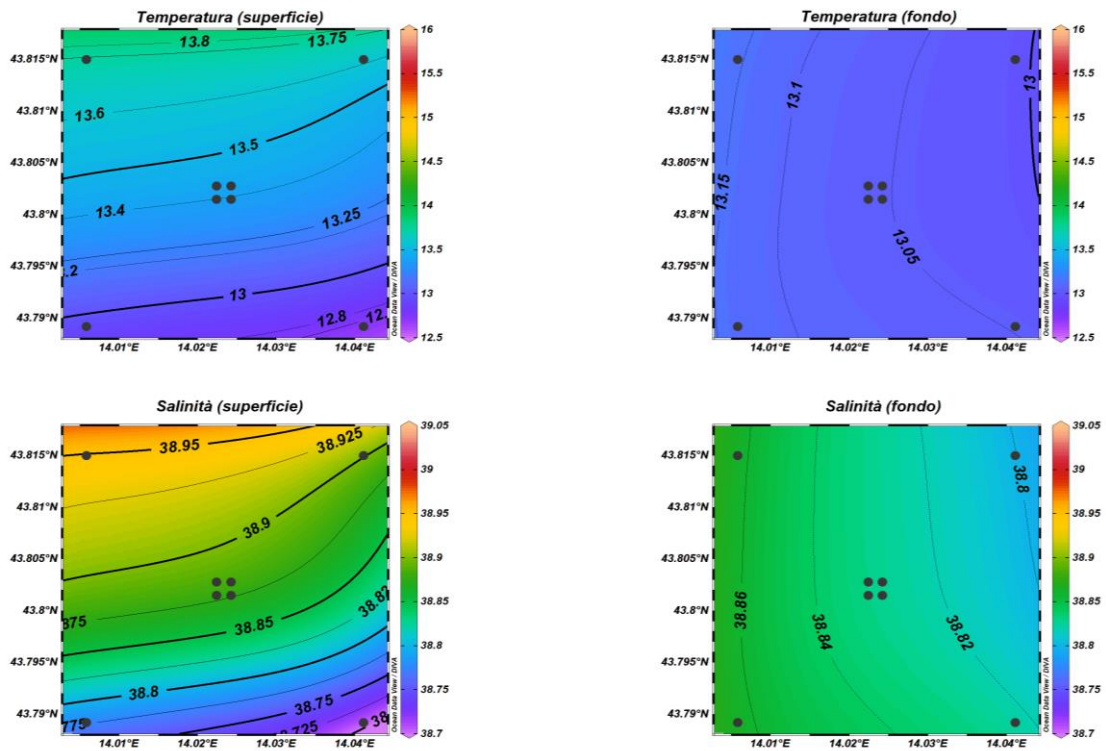
La distribuzione orizzontale di salinità ha fatto registrare valori relativamente variabili in superficie ( $\Delta s > 0,1 \text{ psu}$ ) e valori piuttosto omogenei e più elevati al fondo (media  $38,89 \pm 0,01$

psu).

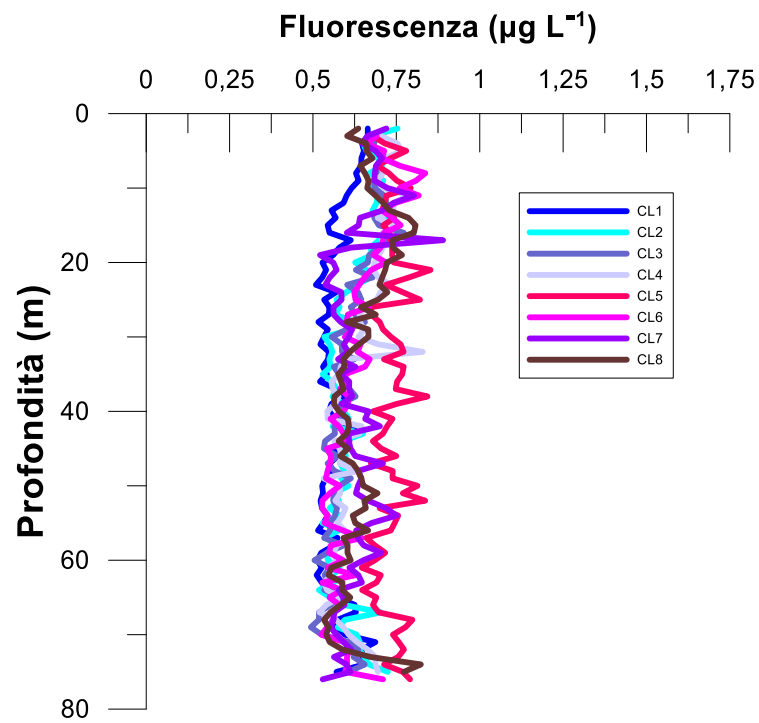
La fluorescenza (fig. 3.9) è risultata molto bassa ( $<0,2 \mu\text{g L}^{-1}$ ) fino a circa 50m di profondità, in rapido aumento fino ad un picco intorno a 60m di profondità (massimo  $1,6 \mu\text{g L}^{-1}$ , stazione CL8).



**Fig. 3.1** - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L<sup>-1</sup>) e ossigeno disciolto in % di saturazione (sat %). **Febbraio 2023.**

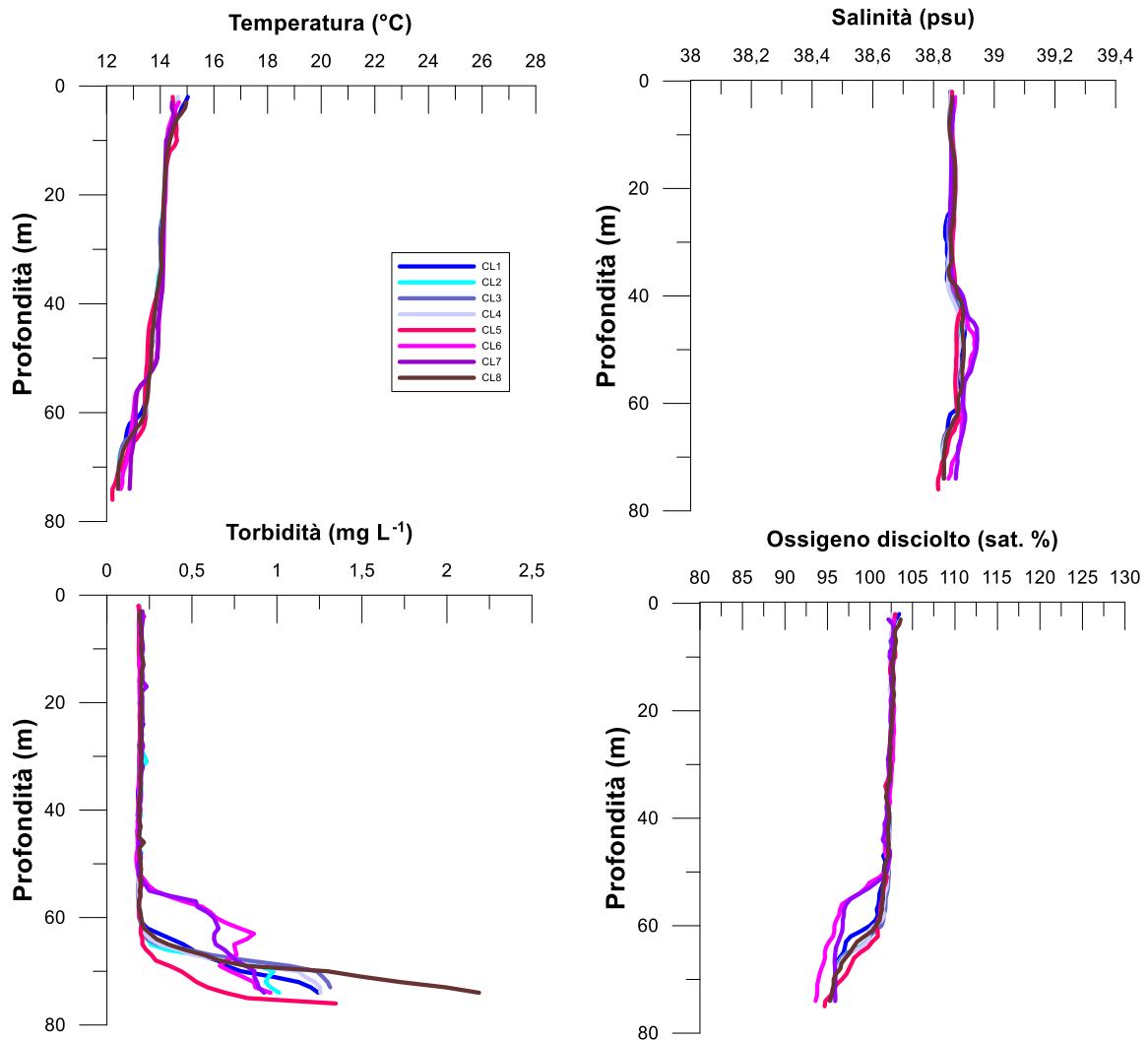


**Fig. 3.2** - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

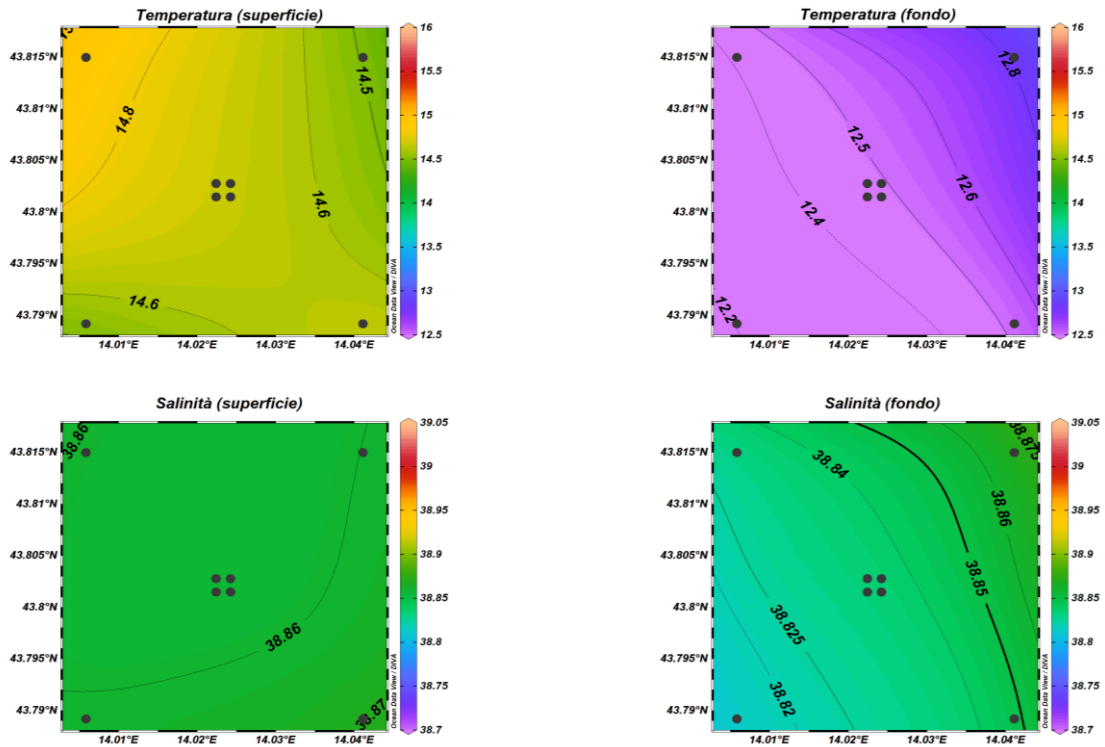


**Fig. 3.3** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). **Febbraio 2023**.

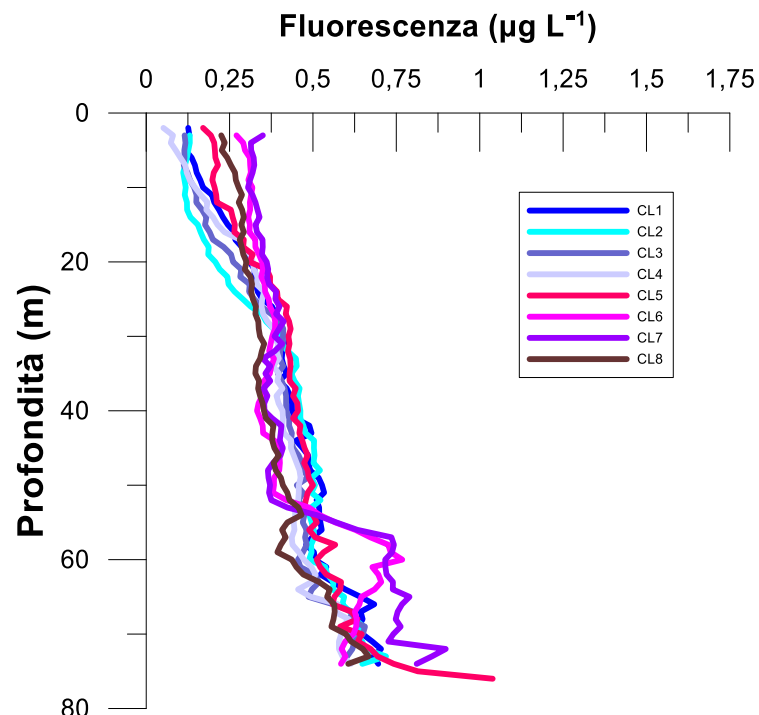




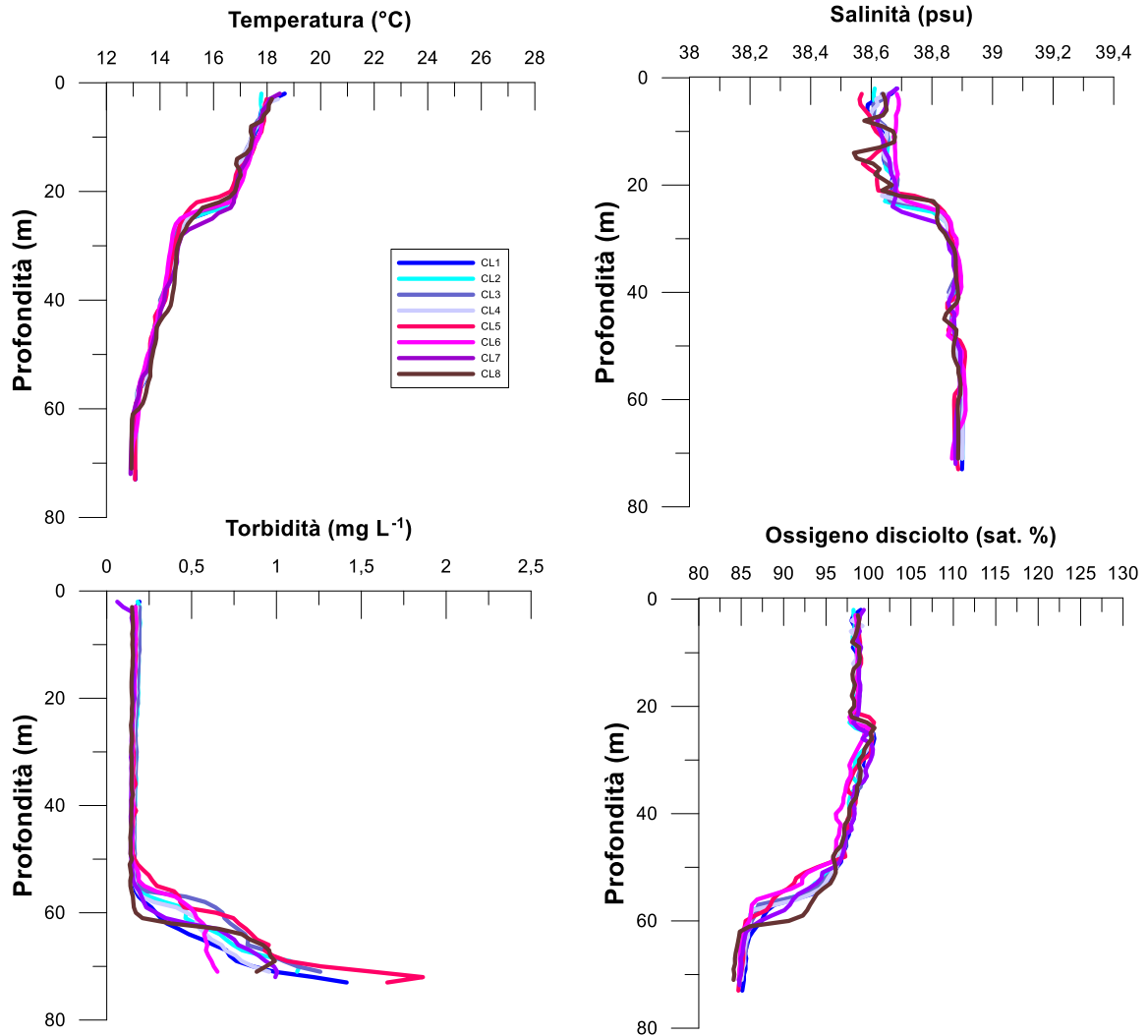
**Fig. 3.4-** Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L<sup>-1</sup>) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). **Aprile 2023.**



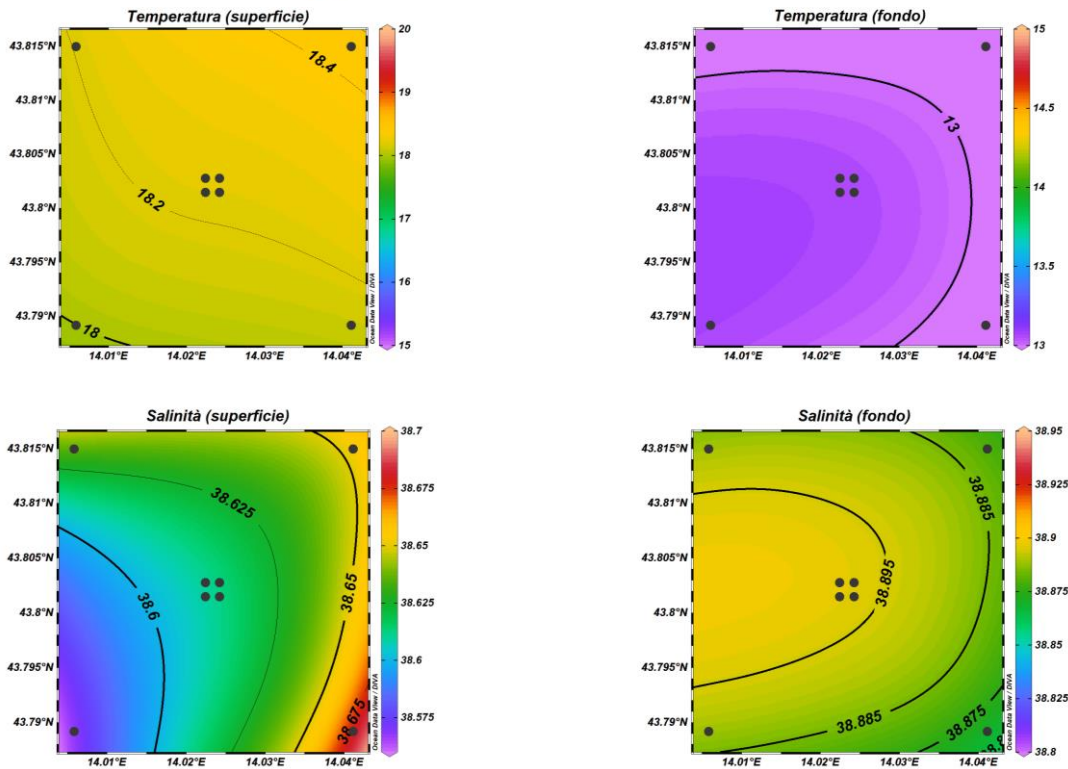
**Fig. 3.5** - Mappe areali rappresentanti la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



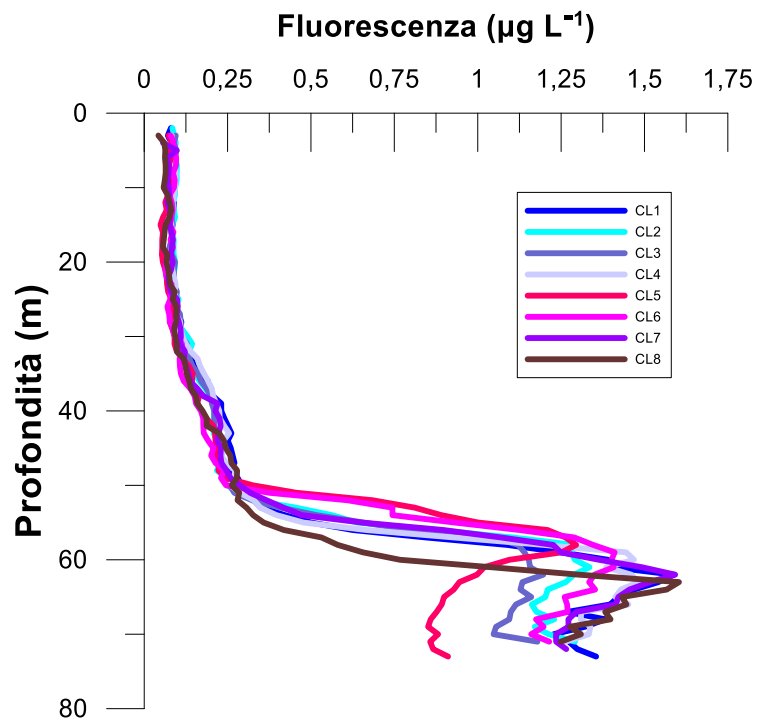
**Fig. 3.6** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). **Aprile 2023**.



**Fig. 3.7-** Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L<sup>-1</sup>) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). **Maggio 2023.**



**Fig. 3.8** - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.9** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). **Maggio 2023**



### 3.1.2. NUTRIENTI

Nella campagna di **febbraio** (figg.3.10a, 3.10b e 3.11) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a  $0,45 \pm 0,10 \mu\text{M}$  per i nitrati ( $\text{NO}_3$ ),  $0,65 \pm 0,14 \mu\text{M}$  per i nitriti ( $\text{NO}_2$ ),  $0,02 \pm 0,01 \mu\text{M}$  per l'ammonio ( $\text{NH}_4$ ). Il valore massimo di  $\text{NO}_3$  ( $0,71 \mu\text{M}$ ) è stato osservato in superficie nella stazione CL6 mentre il minimo ( $0,28 \mu\text{M}$ ) è stato riscontrato a 20 m nella stazione CL5. La concentrazione più elevata dei nitriti ( $0,86 \mu\text{M}$ ) è stata osservata a 40 m nella stazione CL4 e in superficie della stazione CL6, mentre il minimo ( $0,37 \mu\text{M}$ ) è stato riscontrato in superficie nella stazione CL7. La massima concentrazione di  $\text{NH}_4$  ( $0,05 \mu\text{M}$ ) è stata misurata a 40 m nella stazione CL2, mentre concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità strumentale hanno caratterizzato quote variabili di tutte le stazioni eccetto che della CL4.

Anche per i fosfati ( $\text{PO}_4$ ) non sono stati osservati particolari andamenti, e le concentrazioni sono risultate piuttosto contenute ( $0,01 \pm 0,00 \mu\text{M}$ ), variando tra valori uguali o inferiori al limite di rilevabilità strumentale a quote variabili in tutte le stazioni, e un massimo di  $0,02 \mu\text{M}$  riscontrato nella stazione CL3 a 40 m e in CL6 a 20 m.

Come già osservato per gli altri nutrienti anche i silicati  $\text{Si}(\text{OH})_4$  risultano omogeneamente distribuiti lungo la colonna d'acqua, con una concentrazione media di  $1,83 \pm 0,27 \mu\text{M}$ . Il massimo ( $2,56 \mu\text{M}$ ) è stato misurato in superficie della stazione CL6, mentre il minimo ( $1,43 \mu\text{M}$ ) è stato osservato a 20 m e al fondo nella stazione CL5.

Dalla distribuzione areale si osserva in superficie un gradiente di concentrazione decrescente N-S per i nitriti, nitrati e silicati.

Ad **aprile** (figg. 3.12a, 3.12b e 3.13) nonostante le concentrazioni medie dei nutrienti azotati siano risultate piuttosto contenute e pari a  $0,08 \pm 0,10 \mu\text{M}$  per  $\text{NO}_3$ ,  $0,08 \pm 0,11 \mu\text{M}$  per  $\text{NO}_2$ ,  $0,04 \pm 0,04 \mu\text{M}$  per  $\text{NH}_4$ , valori moderatamente più elevati sono stati osservati al fondo. La concentrazione media di  $\text{NO}_3$  al fondo è risultata pari a  $0,24 \pm 0,07 \mu\text{M}$ , con il valore massimo ( $0,40 \mu\text{M}$ ) nella stazione CL6. Valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale hanno caratterizzato quote variabili tra la superficie e i 40 m di tutte le stazioni. La concentrazione media di  $\text{NO}_2$  al fondo è risultata pari a  $0,25 \pm 0,07 \mu\text{M}$ , con il massimo ( $0,40 \mu\text{M}$ ) presso la stazione CL6, mentre valori inferiori o uguali al limite di rilevabilità strumentale hanno caratterizzato varie quote tra la superficie e i 40 m delle stazioni CL1, CL3, CL5, CL6 e CL8. Le concentrazioni di  $\text{NH}_4$  sono variate tra valori inferiori al limite di



rilevabilità strumentale, riscontrati nelle stazioni CL1, CL2, CL3, CL4, CL7 e CL8 a quote variabili tra la superficie e i 40 m, e un massimo di  $0,16 \mu\text{M}$ , misurato a 20 m nella stazione CL3.

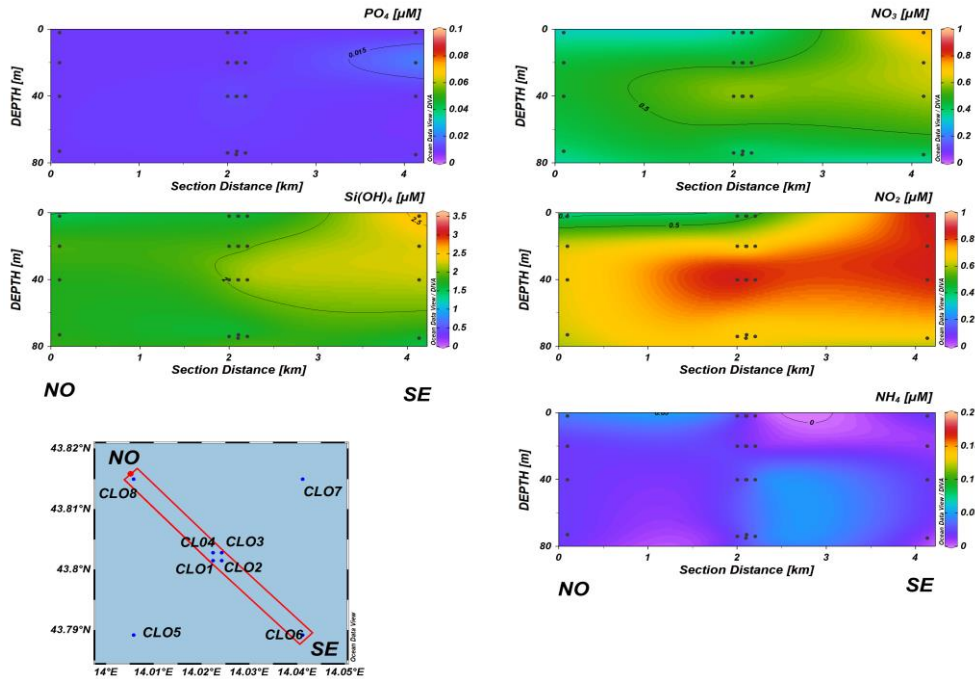
Per i fosfati non è stato osservato alcun andamento particolare, la concentrazione media è risultata pari a  $0,02 \pm 0,01 \mu\text{M}$ . Il valore massimo ( $0,06 \mu\text{M}$ ) è stato osservato nella stazione CL2 al fondo, mentre valori uguali o inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati a quote variabili tra la superficie ed i 40 m in tutte le stazioni eccetto che nelle CL2 e CL3.

La concentrazione media di  $\text{Si(OH)}_4$  è stata di  $1,27 \pm 0,34 \mu\text{M}$ , le concentrazioni più elevate sono state rilevate nelle acque di fondo ( $1,74 \pm 0,15 \mu\text{M}$ ) con il massimo ( $1,99 \mu\text{M}$ ) presso la stazione CL6, mentre il minimo ( $0,72 \mu\text{M}$ ) è stato osservato a 40 m nella stazione CL5.

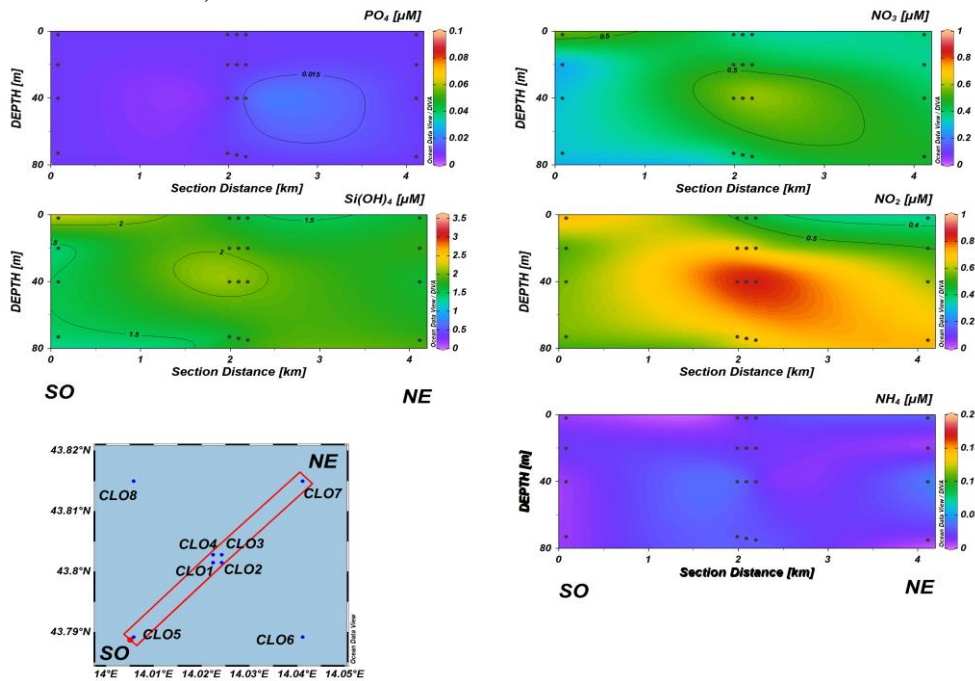
A **maggio** (figg. 3.14a, 3.14b e 3.15) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a  $0,21 \pm 0,32 \mu\text{M}$  per  $\text{NO}_3$ ,  $0,05 \pm 0,07 \mu\text{M}$  per  $\text{NO}_2$ ,  $0,04 \pm 0,03 \mu\text{M}$  per  $\text{NH}_4$ . Per i nitrati e i nitriti le concentrazioni più elevate sono state osservate al fondo, mentre per l'ammonio non è stato osservato alcun andamento particolare. La concentrazione media di  $\text{NO}_3$  al fondo è risultata pari a  $0,72 \pm 0,18 \mu\text{M}$ , con il valore massimo ( $0,79 \mu\text{M}$ ) misurato nella stazione CL3. Valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale hanno caratterizzato la superficie i 20 e i 40 m della stazione CL2, i 20 m delle stazioni CL3 e CL7 ed i 40 m della CL6. La concentrazione media di  $\text{NO}_2$  al fondo è risultata pari a  $0,15 \pm 0,08 \mu\text{M}$ , il massimo ( $0,28 \mu\text{M}$ ) è stato misurato al fondo della CL5; valori inferiori o uguali al limite di rilevabilità strumentale hanno caratterizzato quote variabili tra la superficie e i 40 m delle stazioni CL1, CL6, CL7 e CL8. Le concentrazioni di  $\text{NH}_4$  sono variate tra valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale, riscontrati a quote variabili nelle stazioni CL2, CL3, CL6, CL7 e CL8, e un massimo di  $0,14 \mu\text{M}$ , misurato a 20 m nella stazione CL3.

Per i fosfati non è stato osservato alcun andamento particolare, concentrazioni superiori al limite di rilevabilità strumentale sono state rilevate solamente in CL2, superficie; CL3, 20 m e fondo ( $0,02 \mu\text{M}$ ) e in CL7, superficie ( $0,03 \mu\text{M}$ ).

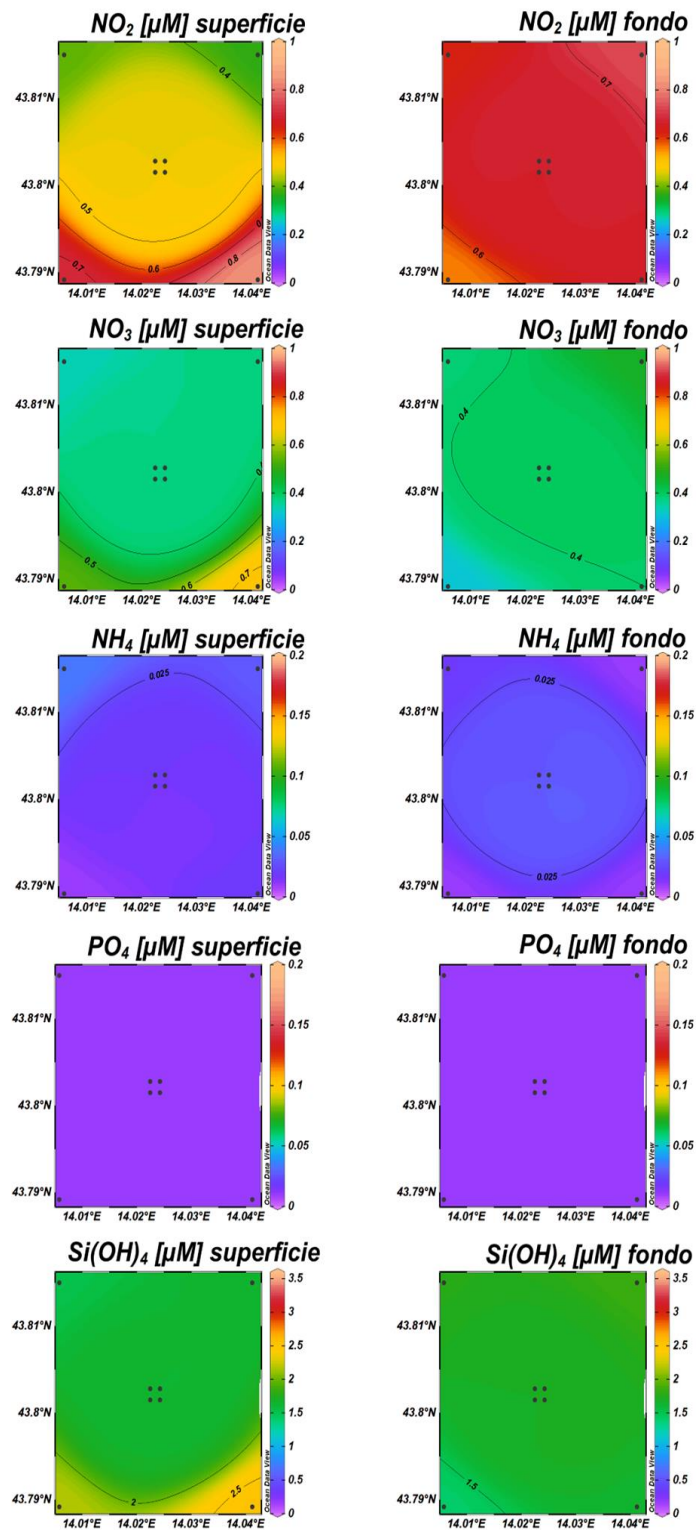
La concentrazione media di  $\text{Si(OH)}_4$  è stata di  $1,62 \pm 0,88 \mu\text{M}$ , le concentrazioni più elevate sono state rilevate nelle acque di fondo ( $2,96 \pm 0,54 \mu\text{M}$ ). Il valore massimo ( $3,54 \mu\text{M}$ ) è stato osservato al fondo della stazione CL4, mentre il minimo ( $0,68 \mu\text{M}$ ) a 40 m nella stazione CL3.



**Fig. 3.10a** - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

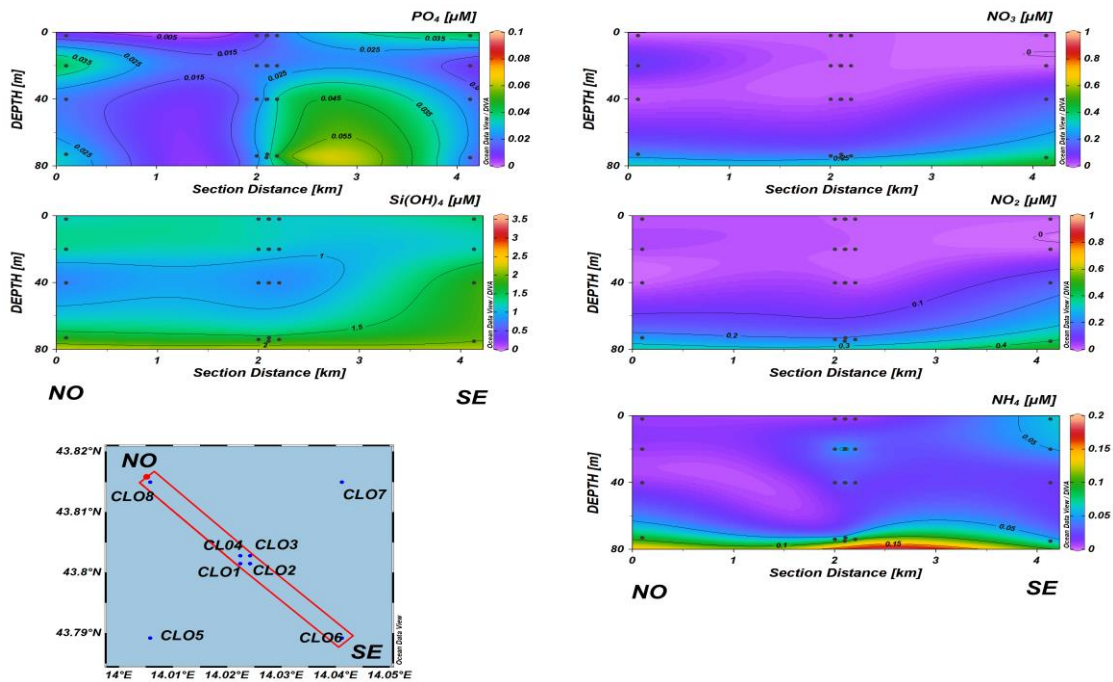


**Fig. 3.10b** - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

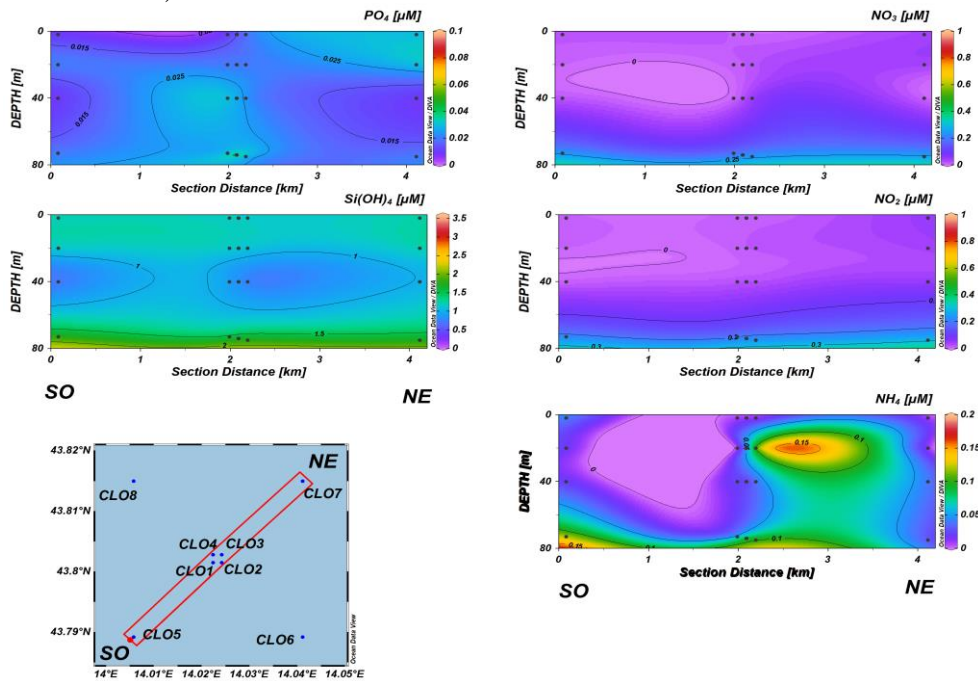


**Fig. 3.11-** Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $\text{PO}_4$ ), silicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), nitriti ( $\text{NO}_2$ ) e ammonio ( $\text{NH}_4$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ . **Febbraio 2023.** Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

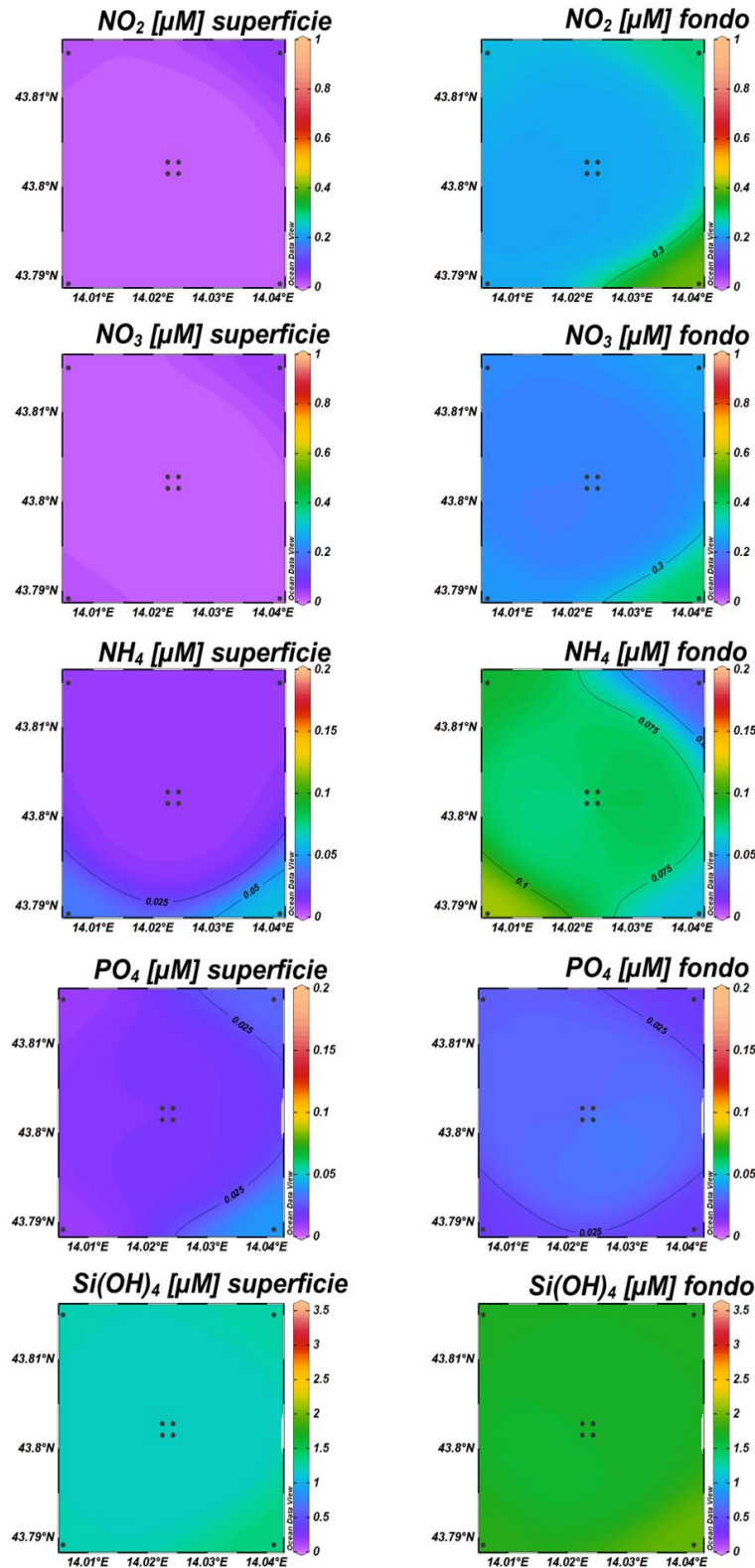




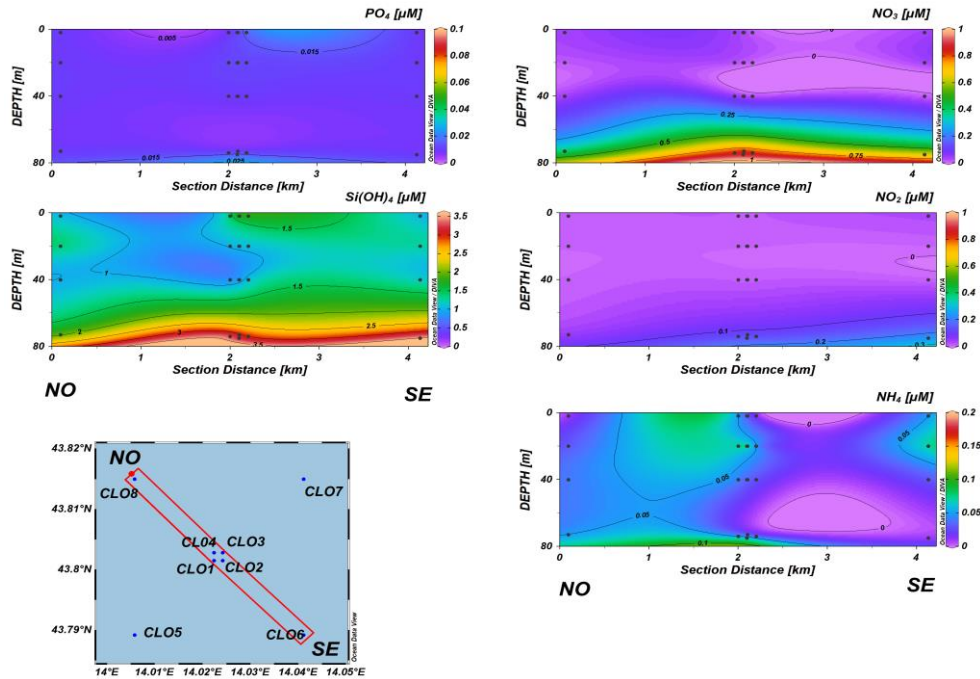
**Fig. 3.12a** - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



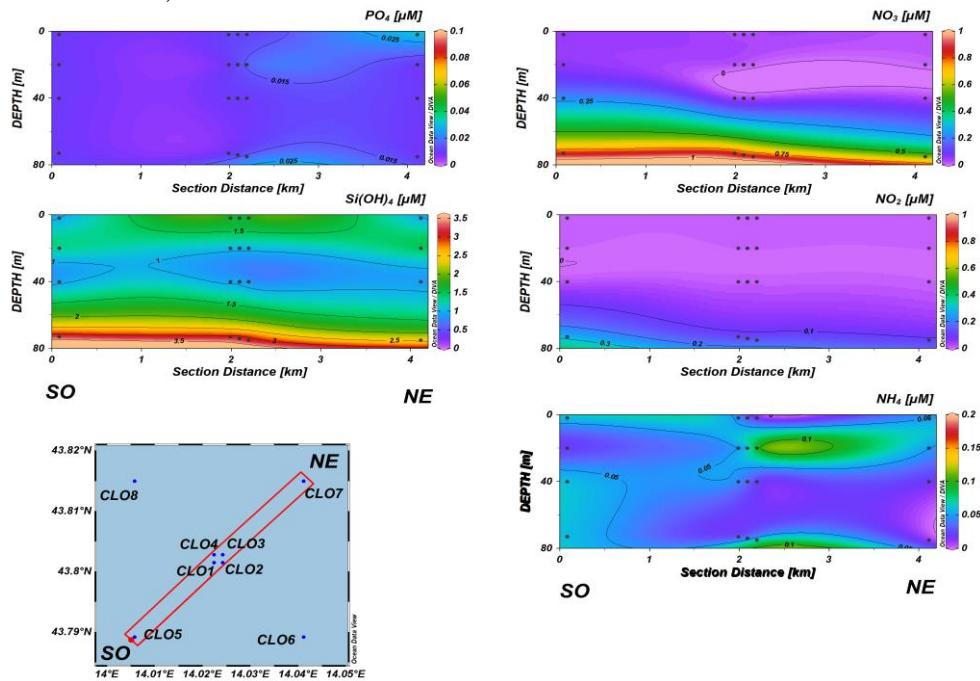
**Fig. 3.12b** - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



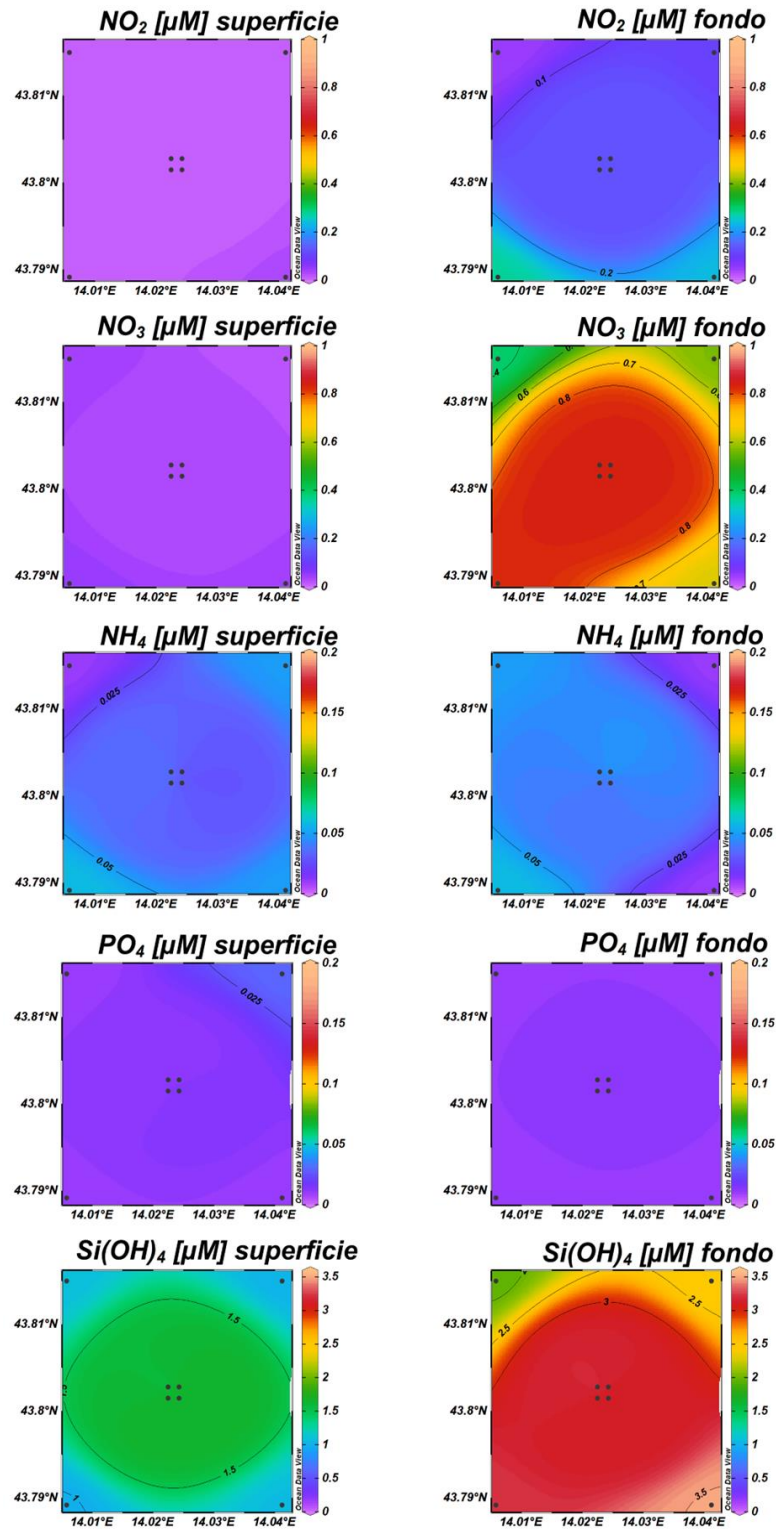
**Fig. 3.13** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $\text{PO}_4$ ), silicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), nitriti ( $\text{NO}_2$ ) e ammonio ( $\text{NH}_4$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.14a** - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.14b** - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.15** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $\text{PO}_4$ ), silicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), nitriti ( $\text{NO}_2$ ) e ammonio ( $\text{NH}_4$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ . **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



### 3.1.3. PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO

Nella campagna di **febbraio** (figg.3.16a, 3.16b, 3.17) la concentrazione dei pigmenti clorofilliani è risultata piuttosto omogenea tra le stazioni e lungo la colonna d'acqua e non è stato rilevato alcun andamento particolare. La clorofilla *a* (Chl *a*) è risultata mediamente pari a  $352,1 \pm 55,4 \text{ ng L}^{-1}$ , con un massimo di  $493,5 \text{ ng L}^{-1}$  ed un minimo di  $259,8 \text{ ng L}^{-1}$  misurati rispettivamente al fondo della stazione CL1 e a 40 m nella CL4. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a  $44,5 \pm 5,7 \text{ ng L}^{-1}$  e  $84,1 \pm 9,8 \text{ ng L}^{-1}$ . La concentrazione massima di Chl *b* ( $56,3 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stata misurata a 20 m nella stazione CL3, mentre il minimo ( $33,2 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato misurato al fondo nella CL4. Il massimo di Chl *c* ( $109,6 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato riscontrato a 20 m nella stazione CL5, mentre la concentrazione minima ( $67,1 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stata misurata in superficie della CL6.

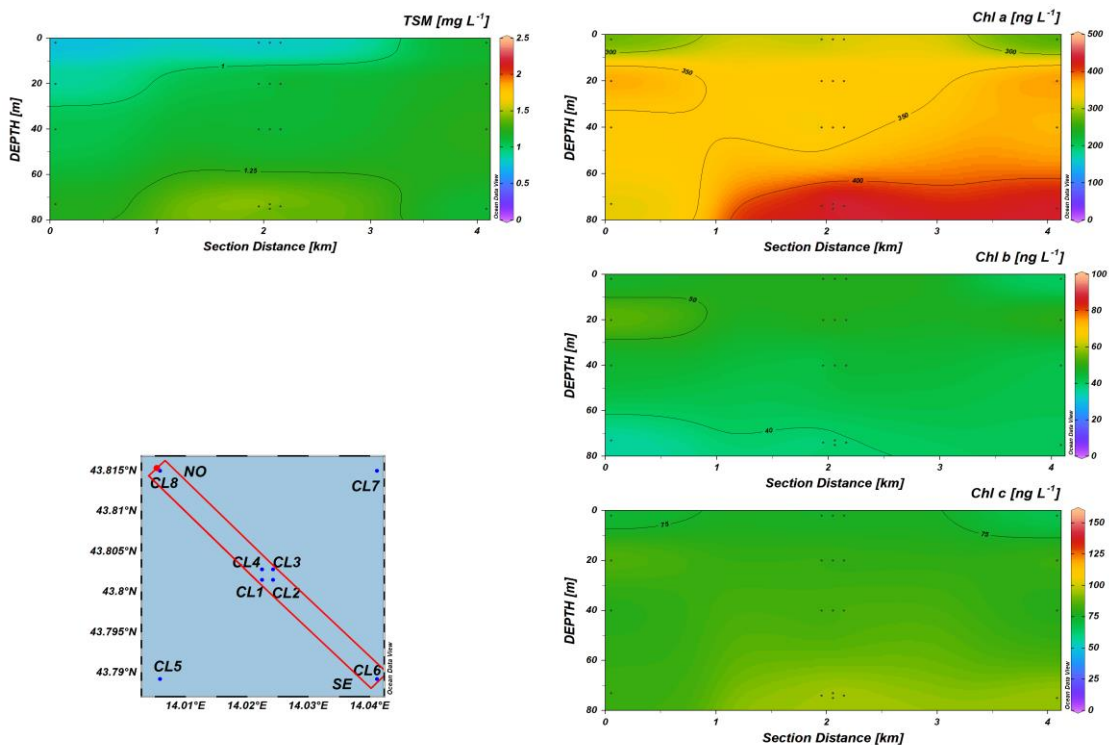
Il materiale particellato (TSM), ha presentato una concentrazione media pari a  $1,1 \pm 0,3 \text{ mg L}^{-1}$ . Una maggiore concentrazione è stata riscontrata al fondo dell'area di campionamento. Il massimo ( $1,7 \text{ mg L}^{-1}$ ) è stato misurato al fondo della stazione CL7, mentre il minimo ( $0,6 \text{ mg L}^{-1}$ ) è stato riscontrato a 20 m nella stazione CL3.

Ad **aprile** (figg. 3.18a, 3.18b, 3.19) la concentrazione media di Chl *a* è risultata pari a  $184,7 \pm 61,4 \text{ ng L}^{-1}$ , con un massimo di  $320,1 \text{ ng L}^{-1}$  misurato al fondo nella stazione CL7 ed un minimo di  $88,3 \text{ ng L}^{-1}$  riscontrato in superficie nella CL2. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a  $12,4 \pm 6,1 \text{ ng L}^{-1}$  e  $51,8 \pm 22,2 \text{ ng L}^{-1}$ . Il valore massimo di Chl *b* ( $25,6 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato riscontrato al fondo della stazione CL1, mentre il minimo ( $5,5 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato misurato nella stazione CL7 alla quota superficiale. Il massimo di Chl *c* ( $98,7 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato misurato al fondo nella stazione CL7, mentre la concentrazione minima ( $29,2 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stata osservata in superficie nella CL8. I pigmenti clorofilliani hanno presentato un andamento crescente verso le quote più profonde. Il TSM ha presentato una concentrazione media pari a  $0,7 \pm 0,6 \text{ mg L}^{-1}$ , e analogamente a quanto osservato per i pigmenti clorofilliani le concentrazioni più elevate hanno caratterizzato lo strato di fondo ( $1,7 \pm 0,4 \text{ mg L}^{-1}$ ), mentre nelle restanti quote le concentrazioni sono risultate comprese tra  $0,17$  e  $0,70 \text{ mg L}^{-1}$ .

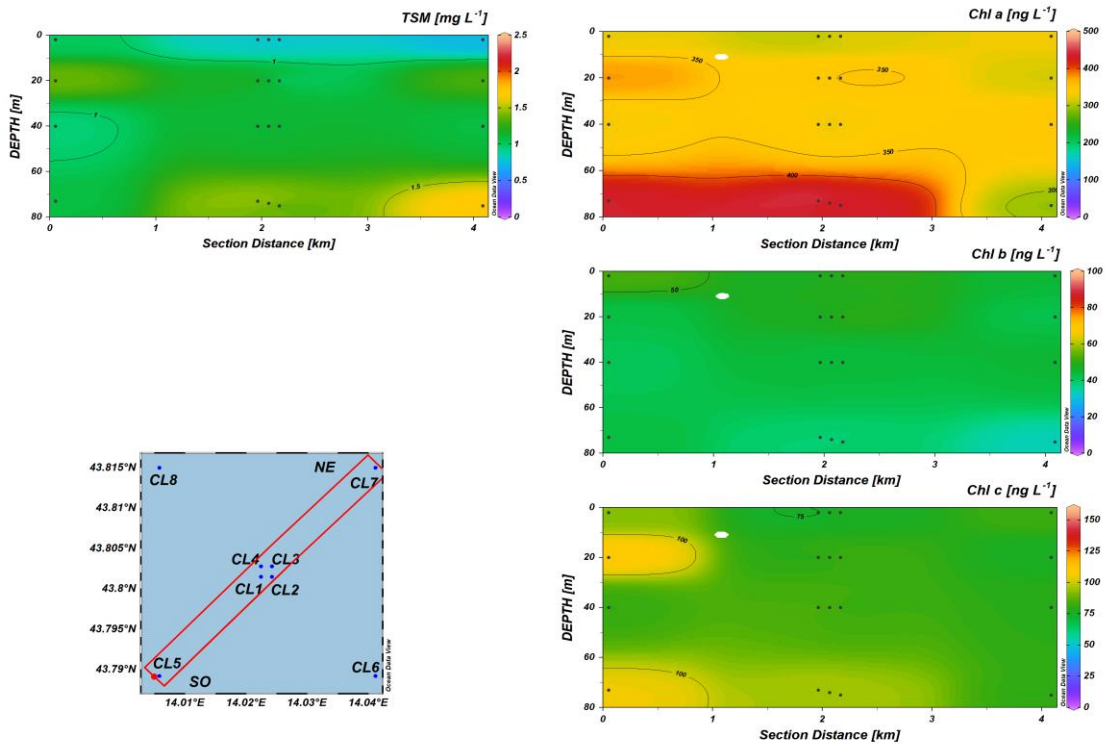
A **maggio** (figg. 3.20a, 3.20b, 3.21) i pigmenti clorofilliani sono risultati caratterizzati da valori più contenuti alla profondità di 20 m e un incremento delle concentrazioni al fondo. La Chl *a* è risultata mediamente pari a  $188,9 \pm 138,2 \text{ ng L}^{-1}$ , con un massimo di  $471,5 \text{ ng L}^{-1}$

ed un minimo di  $66,9 \text{ ng L}^{-1}$  riscontrato rispettivamente al fondo della stazione CL2 e alla profondità di 20 m della stazione CL1. La Chl *b* e la Chl *c* hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a  $28,2 \pm 32,3 \text{ ng L}^{-1}$  e  $52,2 \pm 51,8 \text{ ng L}^{-1}$ . La concentrazione massima di Chl *b* ( $98,5 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stata misurata al fondo della stazione CL2, mentre il minimo ( $4,5 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato riscontrato alla profondità di 20 m nella stazione CL5. Il massimo di Chl *c* ( $160,2 \text{ ng L}^{-1}$ ) ha caratterizzato il fondo della stazione CL6, mentre la concentrazione minima ( $12,3 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stata misurata alla profondità di 20 m nella stazione CL5.

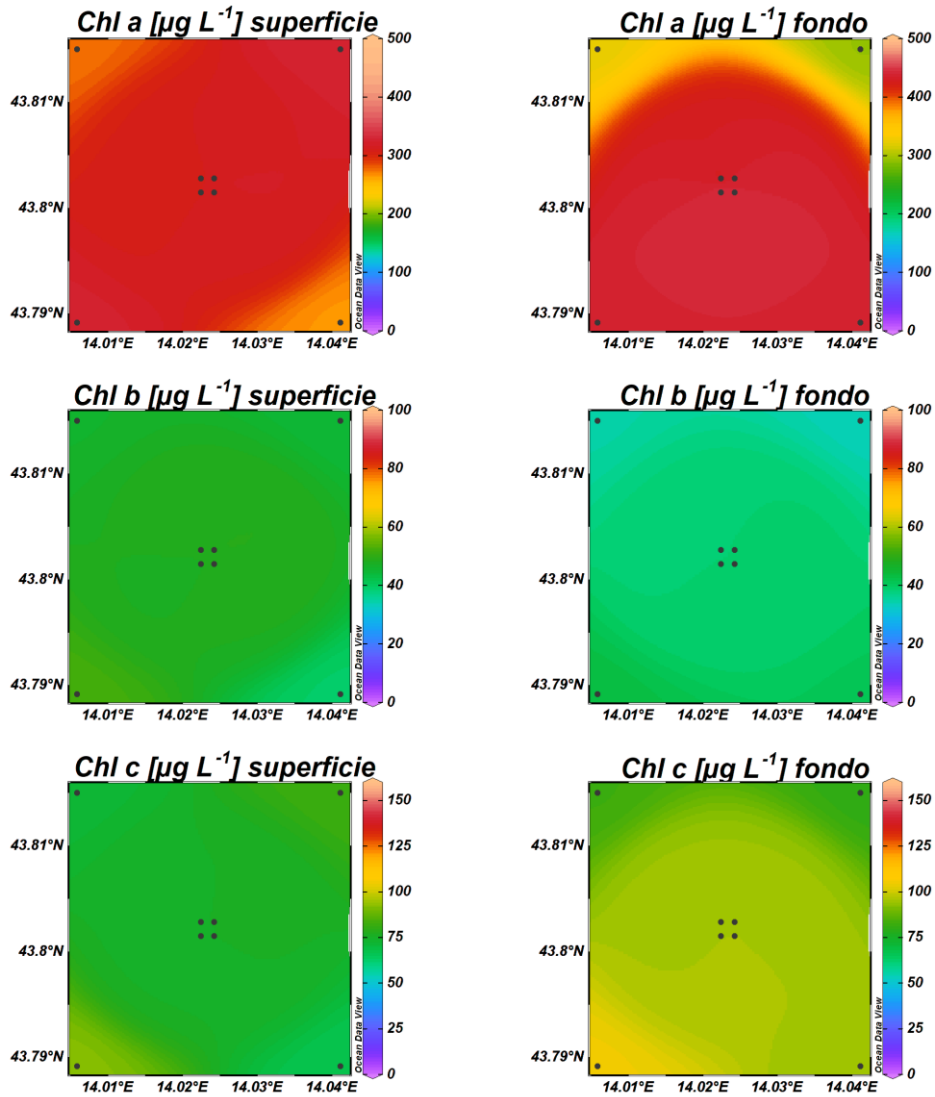
Il TSM ha presentato concentrazioni più elevate rispetto ai mesi di luglio e novembre, con una concentrazione media pari a  $0,9 \pm 0,3 \text{ mg L}^{-1}$ . Le concentrazioni maggiori hanno caratterizzato lo strato di fondo dell'area di campionamento e il massimo ( $1,7 \text{ mg L}^{-1}$ ) è stato registrato al fondo della stazione CL7.



**Fig. 3.16a** - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

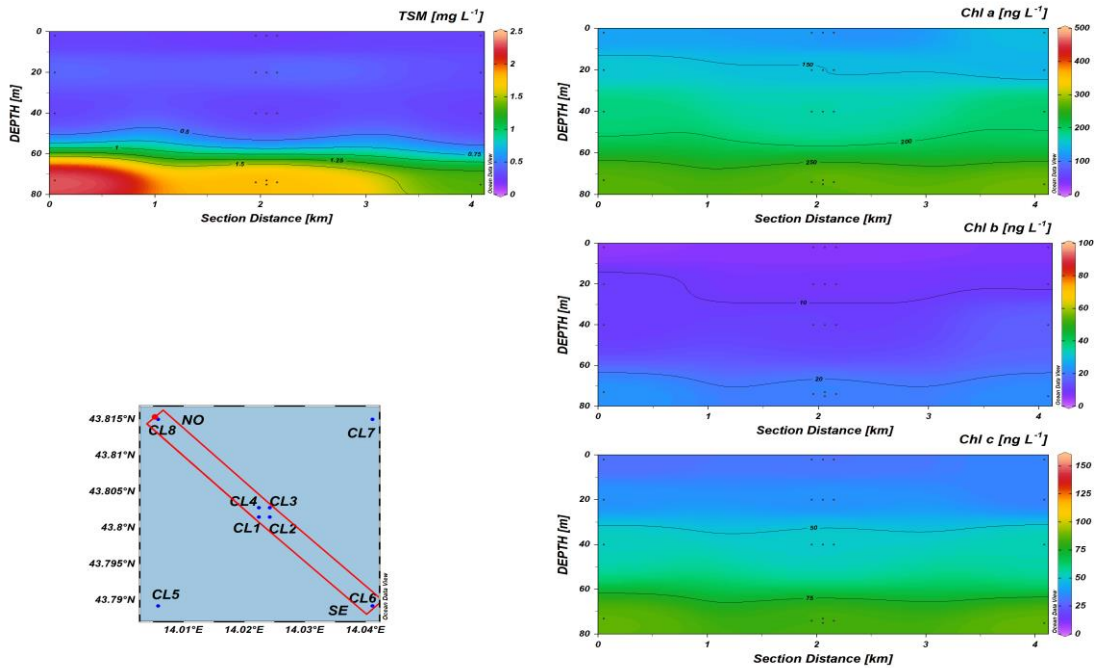


**Fig. 3.16b** - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

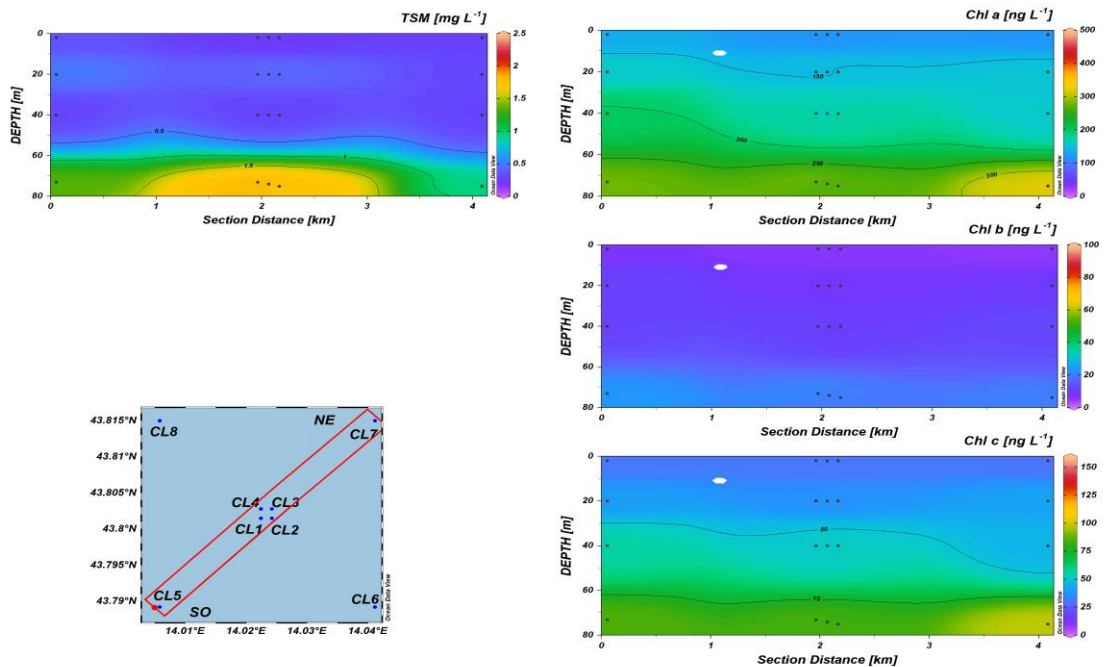


**Fig. 3.17** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

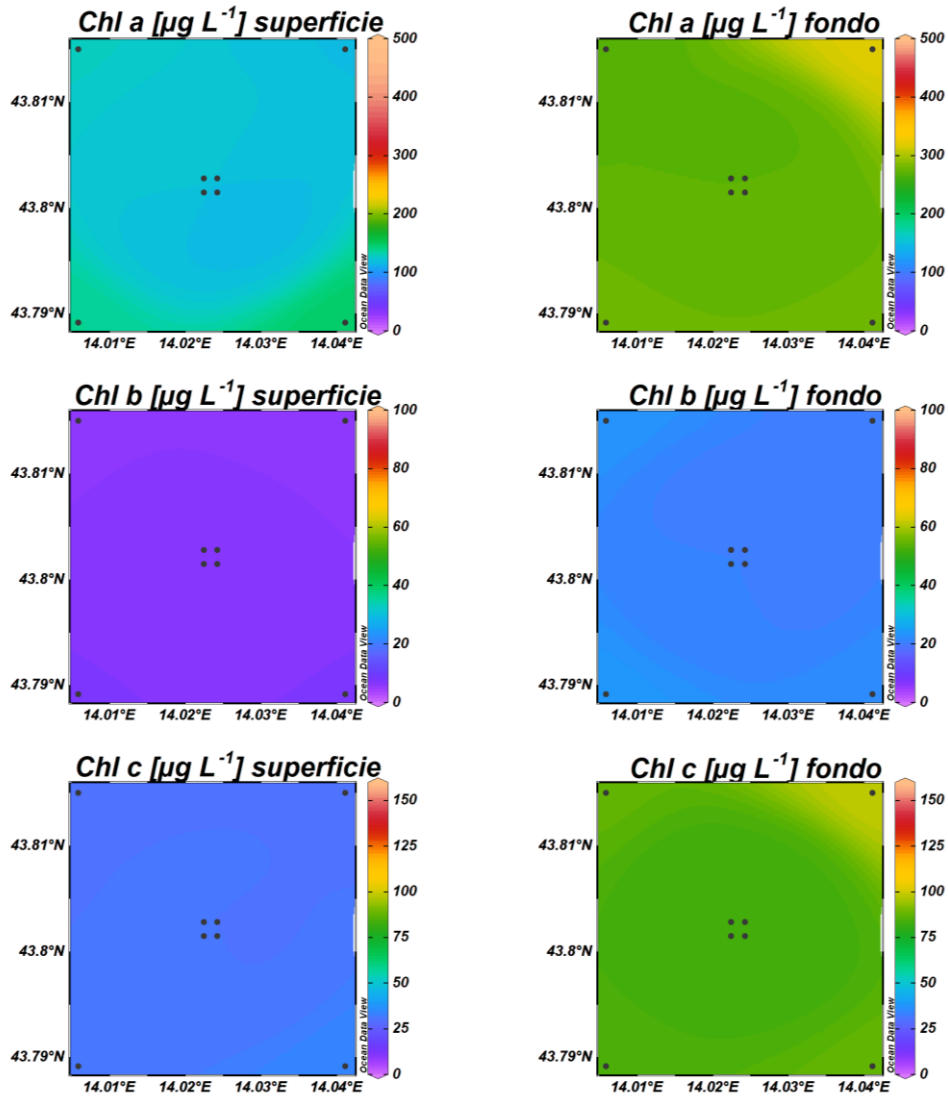




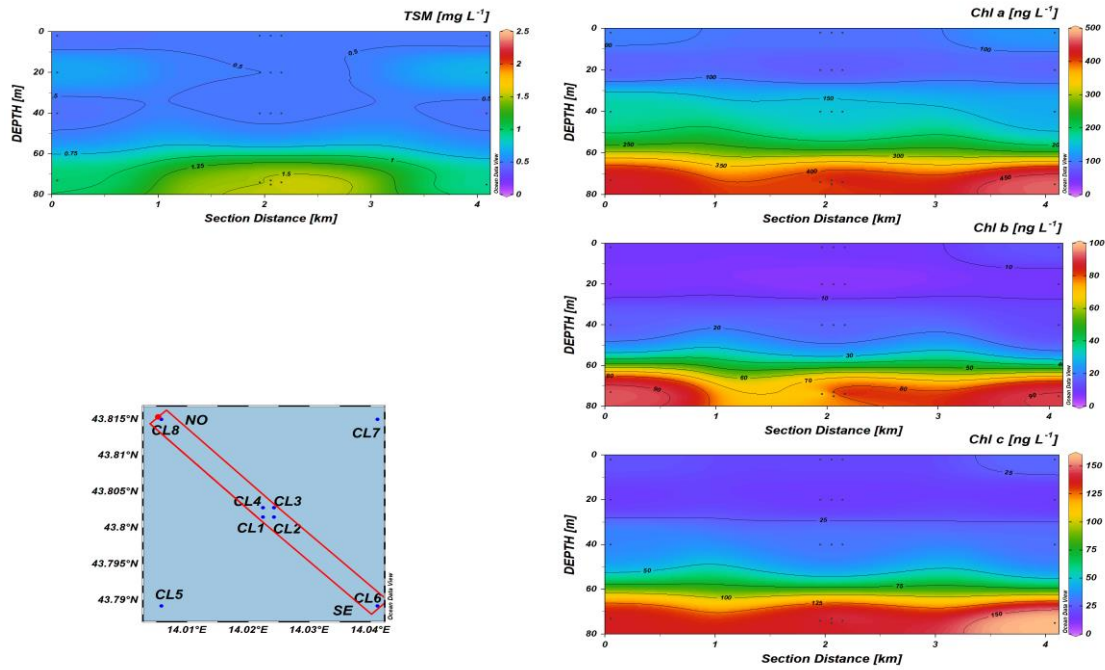
**Fig. 3.18a** - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



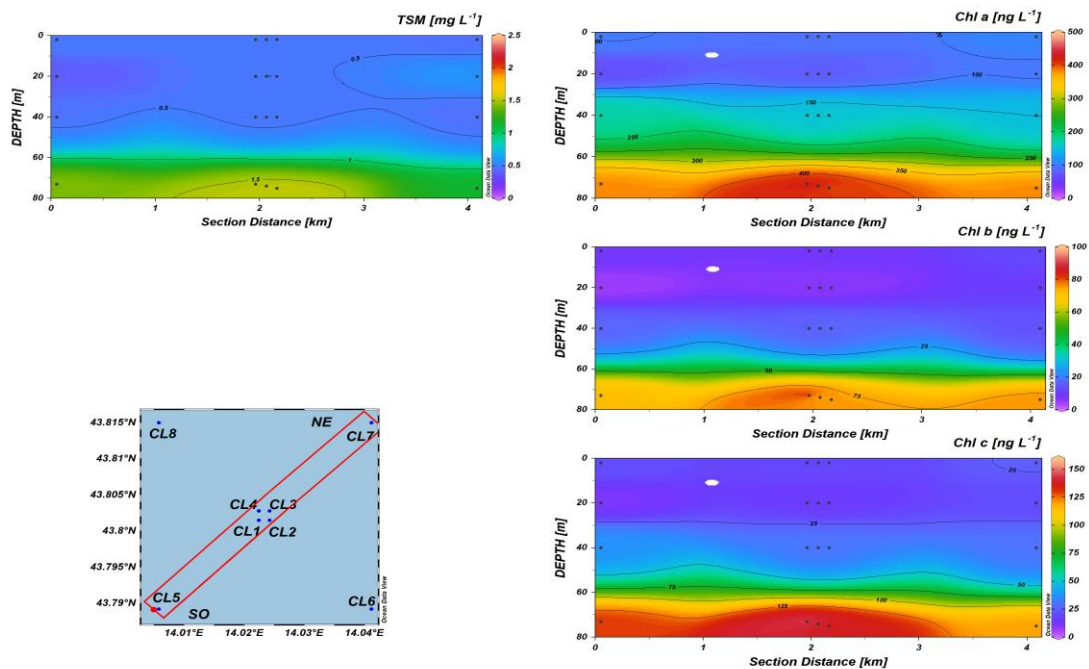
**Fig. 3.18b** - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



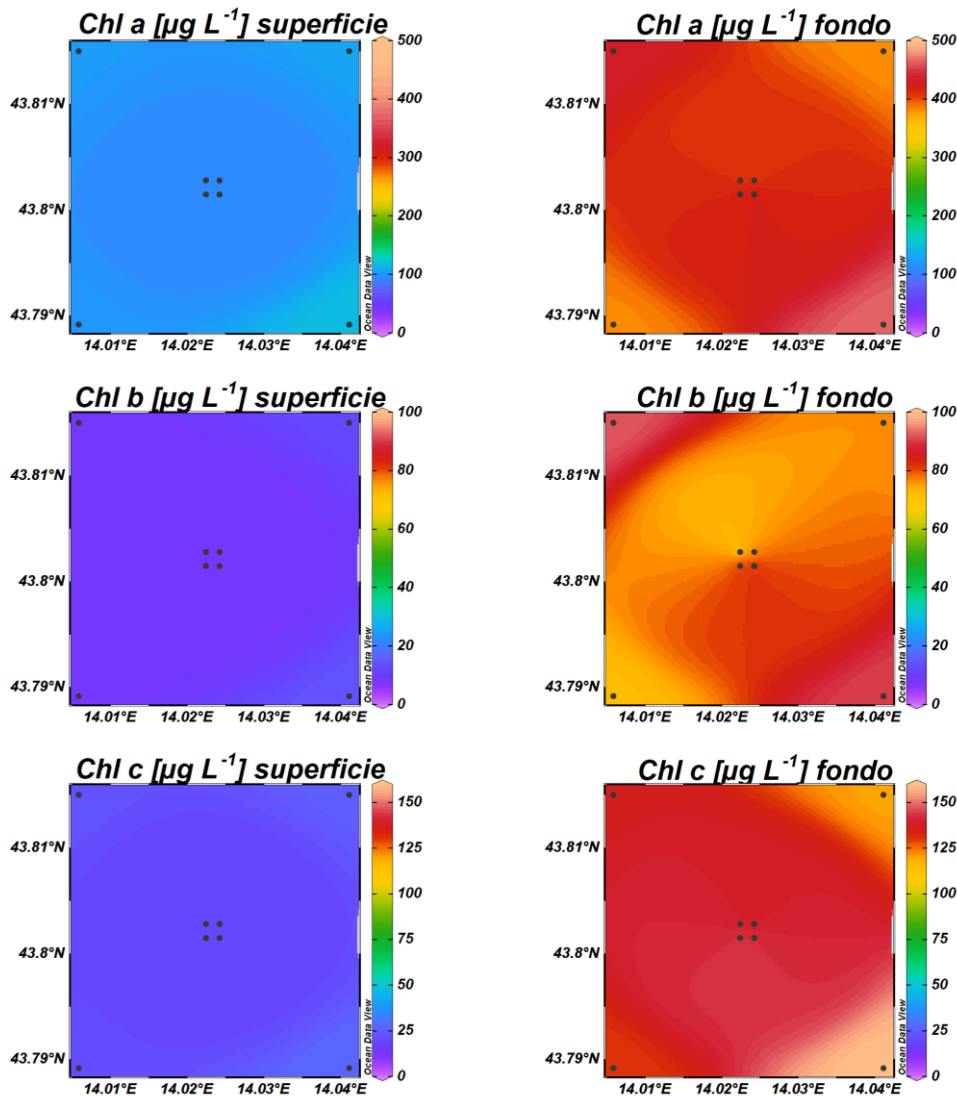
**Fig. 3.19** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in  $\mu\text{g L}^{-1}$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.20a** - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.20b** - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.21** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

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

Le concentrazioni degli **Idrocarburi totali (IT)**, **Idrocarburi Alifatici (IA)** e **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)** ricercati, lungo tutta la colonna d'acqua, nelle stazioni campionate durante le 3 campagne di monitoraggio condotte nel 1° semestre 2023 espressi in  $\mu\text{g L}^{-1}$  sono riportati nelle tabelle 3-I - 3-III.

Le concentrazioni degli **Idrocarburi Totali** sono risultate sempre inferiori al limite di quantificazione del metodo analitico, come mostrato in Tab. 3-I.

**Tab. 3-I** - Concentrazioni ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) di Idrocarburi Totali (n-esano) misurate nei tre surveys condotti nel 1° semestre 2023.

<b>Idrocarburi Totali (n-esano)</b>			
<b>Stazione</b>	<b>Febbraio</b>	<b>Aprile</b>	<b>Maggio</b>
CL1 sup	< 31	< 31	< 31
CL1 20 m	< 31	< 31	< 31
CL1 40 m	< 31	< 31	< 31
CL1 Fondo	< 31	< 31	< 31
CL2 sup	< 31	< 31	< 31
CL2 20 m	< 31	< 31	< 31
CL2 40 m	< 31	< 31	< 31
CL2 Fondo	< 31	< 31	< 31
CL3 sup	< 31	< 31	< 31
CL3 20 m	< 31	< 31	< 31
CL3 40 m	< 31	< 31	< 31
CL3 Fondo	< 31	< 31	< 31
CL4 sup	< 31	< 31	< 31
CL4 20 m	< 31	< 31	< 31
CL4 40 m	< 31	< 31	< 31
CL4 Fondo	< 31	< 31	< 31
CL5 sup	< 31	< 31	< 31
CL5 20 m	< 31	< 31	< 31
CL5 40 m	< 31	< 31	< 31
CL5 Fondo	< 31	< 31	< 31
CL6 sup	< 31	< 31	< 31
CL6 20 m	< 31	< 31	< 31
CL6 40 m	< 31	< 31	< 31
CL6 Fondo	< 31	< 31	< 31
CL7 sup	< 31	< 31	< 31
CL7 20 m	< 31	< 31	< 31
CL7 40 m	< 31	< 31	< 31
CL7 Fondo	< 31	< 31	< 31
CL8 sup	< 31	< 31	< 31
CL8 20 m	< 31	< 31	< 31
CL8 40 m	< 31	< 31	< 31
CL8 Fondo	< 31	< 31	< 31



In Tab. 3-II sono riportate le concentrazioni degli **Idrocarburi Alifatici** che sono risultate sempre inferiori ai limiti di rilevabilità del metodo analitico in tutti i campionamenti effettuati nel 1° semestre.

**Tab. 3-II** - Concentrazioni ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) di Idrocarburi Alifatici (C10-C32) misurate nei tre surveys condotti nel 1° semestre 2023.

Stazione	Idrocarburi Alifatici (C10-C32)		
	Febbraio	Aprile	Maggio
CL 1 sup	< 23	< 23	< 23
CL1 20 m	< 23	< 23	< 23
CL1 40 m	< 23	< 23	< 23
CL1 fondo	< 23	< 23	< 23
CL2 sup	< 23	< 23	< 23
CL2 20 m	< 23	< 23	< 23
CL2 40 m	< 23	< 23	< 23
CL2 fondo	< 23	< 23	< 23
CL3 sup	< 23	< 23	< 23
CL3 20 m	< 23	< 23	< 23
CL3 40 m	< 23	< 23	< 23
CL3 fondo	< 23	< 23	< 23
CL4 sup	< 23	< 23	< 23
CL4 20 m	< 23	< 23	< 23
CL4 40 m	< 23	< 23	< 23
CL4 fondo	< 23	< 23	< 23
CL5 sup	< 23	< 23	< 23
CL5 20 m	< 23	< 23	< 23
CL5 40 m	< 23	< 23	< 23
CL5 fondo	< 23	< 23	< 23
CL6 sup	< 23	< 23	< 23
CL6 20 m	< 23	< 23	< 23
CL6 40 m	< 23	< 23	< 23
CL6 fondo	< 23	< 23	< 23
CL7 sup	< 23	< 23	< 23
CL7 20 m	< 23	< 23	< 23
CL7 40 m	< 23	< 23	< 23
CL7 fondo	< 23	< 23	< 23
CL8 sup	< 23	< 23	< 23
CL8 20 m	< 23	< 23	< 23
CL8 40 m	< 23	< 23	< 23
CL8 fondo	< 23	< 23	< 23

Le concentrazioni degli **IPA** sono riportate in Tab. 3-III assieme agli Standard di Qualità Ambientale basati sulla media annuale (SQA-MA) e sulla concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA) come indicato nel DM 172/2015. In febbraio e aprile le concentrazioni sono risultate inferiori al limite di rilevabilità strumentale in tutti i campioni, fatta eccezione per la stazione CL3 in superficie ( $0,00082 \mu\text{g L}^{-1}$ ) nel mese di aprile, attribuibile esclusivamente al fenantrene. In maggio, quando rilevate le concentrazioni sono risultate comprese tra  $0,0006$  e  $0,00098 \mu\text{g L}^{-1}$  nelle stazioni CL1-CL4 e tra  $0,0007$  e  $0,00103$

$\mu\text{g L}^{-1}$  nelle stazioni CL5-CL8, anche in questo caso attribuibili esclusivamente al fenantrene. Le concentrazioni di benzo(a)pirene (Tab. 3-III) sono risultate invece sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale.

**Tab. 3-III** - Concentrazioni ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) della sommatoria dei 16 Idrocarburi Policiclici Aromatici ( $\Sigma$  16 IPA) e del Benzo(a)pirene misurate nei tre surveys condotti nel 1° semestre 2023. Per il calcolo di  $\Sigma$ IPA è stato utilizzato il criterio del *Lower Bound* che considera nullo il contributo di ogni addendo non rilevabile, applicando però la seguente modifica cautelativa: nel caso in cui le concentrazioni degli addendi siano non rilevabili, il risultato non è zero ma viene definito come inferiore al maggiore dei limiti di rilevabilità dei parametri analitici sommati. SQA-MA= Standard Qualità Ambientale - Media Annuo; SQA-CMA= Standard Qualità Ambientale - Concentrazione Massima Ammissibile.

	IROCARBURI POLICICLICI AROMATICI ( $\Sigma$ 16 IPA)			Benzo(a)pirene		
DM 172/2015						
SQA-MA					0,00017	
SQA-CMA					0,027	
Stazione	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
CL 1 sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL1 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL1 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL1 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL2 sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL2 20 m	<0,0028	<0,0028	0,00092	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL2 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL2 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL3 sup	<0,0028	0,00082	0,0006	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL3 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL3 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL3 fondo	<0,0028	<0,0028	0,00098	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL4 sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL4 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL4 40 m	<0,0028	<0,0028	0,00066	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL4 fondo	<0,0028	<0,0028	0,00076	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL5 sup	<0,0028	<0,0028	0,0007	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL5 20 m	<0,0028	<0,0028	0,00091	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL5 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL5 fondo	<0,0028	<0,0028	0,00095	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL6 sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL6 20 m	<0,0028	<0,0028	0,00091	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL6 40 m	<0,0028	<0,0028	0,00103	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL6 fondo	<0,0028	<0,0028	0,00081	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL7 sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL7 20 m	<0,0028	<0,0028	0,00078	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL7 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL7 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL8 sup	<0,0028	<0,0028	0,00083	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL8 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL8 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
CL8 fondo	<0,0028	<0,0028	0,00078	<0,00014	<0,00014	<0,00014



I valori misurati per i **Solventi Organici Aromatici** (BTEX) sono riportati in Tab. 3-IV assieme agli Standard di Qualità Ambientale basati sulla media annuale (SQA-MA) e sulla concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA) come indicato nel DM 172/2015.

A febbraio 2023 il **benzene** è stato riscontrato in 15 campioni, di cui 8 nell'area prossima alla piattaforma (media  $0,0117 \pm 0,0019 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e 7 nell'area di controllo (media  $0,0111 \pm 0,0009 \mu\text{g L}^{-1}$ ). In aprile ha presentato concentrazioni non quantificabili ( $< 0,01 \mu\text{g L}^{-1}$ ) o prossimi al limite di quantificazione in tutti i campioni dell'area prossima alla piattaforma, mentre nell'area di controllo sono stati quantificati 4 campioni nel range  $0,0110$ - $0,0500 \mu\text{g L}^{-1}$ . A maggio è stato rilevato in 27 campioni, le medie tra le due aree (CL1-CL4:  $0,0321 \pm 0,0235 \mu\text{g L}^{-1}$  e CL5-CL8:  $0,0347 \pm 0,0217 \mu\text{g L}^{-1}$ ) non indicano differenze significative.

L'**etilbenzene** è stato rilevato nel mese di febbraio in 7 campioni e in maggio in 6 campioni, mentre in aprile è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità. Quando rilevato le concentrazioni sono risultate costanti e geograficamente omogenee con valori medi di  $0,0118 \pm 0,015$  e  $0,0142 \pm 0,0029 \mu\text{g L}^{-1}$  in febbraio e maggio rispettivamente.

A febbraio lo **stirene** è stato rilevato in tutti i campioni delle stazioni prossime alla piattaforma e in 12 campioni in quelle di controllo. Non si osservano differenze significative tra i valori dei due gruppi di stazioni (media  $0,0129 \pm 0,0017 \mu\text{g L}^{-1}$ -CL1-CL4 e media  $0,0124 \pm 0,0016 \mu\text{g L}^{-1}$ -CL5-CL8). Nel mese di aprile le concentrazioni sono risultate in media lievemente più elevate nelle stazioni di controllo ( $0,0196 \pm 0,0069 \mu\text{g L}^{-1}$ ) rispetto a quelle prossime alla piattaforma ( $0,0148 \pm 0,0040 \mu\text{g L}^{-1}$ ), mentre a maggio le concentrazioni sono risultate costanti e geograficamente omogenee (media globale  $0,0198 \pm 0,0047 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

Il **toluene**, nel corso del 1° semestre di monitoraggio, non è mai stato quantificato in quanto le concentrazioni sono sempre risultate inferiori al limite di rilevabilità del metodo analitico ( $< 0,05 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

Lo **xilene** è stato quantificato solamente durante il campionamento di febbraio in tre campioni nell'area prossima alla piattaforma (media  $0,0527 \pm 0,0038 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e quattro nell'area di controllo ( $0,0475 \pm 0,0131 \mu\text{g L}^{-1}$ ).





**Tab. 3-IV --** Microinquinanti organici (BTEX;  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) determinati nel corso dei tre surveys condotti nel 1° semestre 2023. SQA-MA= Standard Qualità Ambientale - Media Annuia; SQA-CMA= Standard Qualità Ambientale - Concentrazione Massima Ammissibile.

DM 172/2015 SQA-MA SQA-CMA	Benzene			Etilbenzene			Stirene		
	8								
	50								
Stazione	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
CL1 sup	0,0101	<0,010	0,029	0,0127	<0,010	<0,010	0,0130	<0,010	<0,010
CL1 20 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0111	0,020	<0,010
CL1 40 m	<0,010	<0,010	0,057	<0,010	<0,010	<0,010	0,0123	0,014	0,017
CL1 fondo	0,0105	0,010	0,015	<0,010	<0,010	<0,010	0,0107	0,011	0,015
CL2 sup	0,0151	<0,010	0,011	0,0105	<0,010	<0,010	0,0141	<0,010	0,021
CL2 20 m	0,0109	<0,010	0,012	<0,010	<0,010	0,01	0,0124	0,011	0,02
CL2 40 m	<0,010	<0,010	0,015	<0,010	<0,010	<0,010	0,0134	0,015	0,015
CL2 fondo	0,0114	0,010	<0,010	0,0101	<0,010	<0,010	0,0156	<0,010	<0,010
CL3 sup	<0,010	<0,010	0,041	0,0117	<0,010	<0,010	0,0126	<0,010	0,014
CL3 20 m	0,0143	<0,010	0,07	<0,010	<0,010	<0,010	0,0154	<0,010	0,017
CL3 40 m	<0,010	<0,010	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	0,0113	0,015	0,019
CL3 fondo	0,0111	<0,010	0,015	<0,010	<0,010	<0,010	0,0145	<0,010	0,022
CL4 sup	<0,010	<0,010	0,071	0,0106	<0,010	<0,010	0,0143	0,021	0,019
CL4 20 m	0,0101	<0,010	0,055	<0,010	<0,010	0,016	0,0137	<0,010	0,033
CL4 40 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0102	0,011	0,02
CL4 fondo	<0,010	<0,010	0,014	<0,010	<0,010	0,015	0,0110	<0,010	0,029
CL5 sup	<0,010	0,017	0,039	<0,010	<0,010	<0,010	0,0104	<0,010	0,014
CL5 20 m	0,0129	<0,010	0,037	<0,010	<0,010	0,012	0,0131	<0,010	0,023
CL5 40 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,016	0,019
CL5 fondo	<0,010	<0,010	0,016	<0,010	<0,010	<0,010	0,0113	0,013	0,016
CL6 sup	<0,010	0,050	0,072	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	0,016
CL6 20 m	<0,010	<0,010	0,064	<0,010	<0,010	<0,010	0,0127	0,022	0,018
CL6 40 m	0,0104	<0,010	0,013	<0,010	<0,010	<0,010	0,0131	0,020	0,019
CL6 fondo	0,0115	<0,010	0,015	<0,010	<0,010	<0,010	0,0118	<0,010	0,02
CL7 sup	0,0113	<0,010	0,045	0,0137	<0,010	<0,010	0,0157	0,012	0,016
CL7 20 m	0,0105	<0,010	0,069	<0,010	<0,010	0,018	0,0136	0,030	0,031
CL7 40 m	<0,010	<0,010	0,014	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,027	0,017
CL7 fondo	<0,010	<0,010	0,017	<0,010	<0,010	<0,010	0,0103	<0,010	0,021
CL8 sup	<0,010	0,011	0,03	0,0135	<0,010	<0,010	0,0117	<0,010	0,02
CL8 20 m	<0,010	<0,010	0,043	<0,010	<0,010	0,014	<0,010	<0,010	0,025
CL8 40 m	0,0101	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0110	0,017	0,019
CL8 fondo	0,0108	0,017	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	0,0138	0,028	0,018

Tab. 3-IV – Continua.

	Toluene			Xilene		
DM 172/2015 SQA-MA	1			1		
SQA-CMA	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
Stazione	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
CL 1 sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,057	<0,020	<0,020
CL1 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL1 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL1 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL2 sup	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL2 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL2 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL2 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL3 sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,050	<0,020	<0,020
CL3 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL3 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL3 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL4 sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,051	<0,020	<0,020
CL4 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL4 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL4 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL5 sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,0319	<0,020	<0,020
CL5 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL5 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL5 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL6 sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,042	<0,020	<0,020
CL6 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL6 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL6 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL7 sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,055	<0,020	<0,020
CL7 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL7 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL7 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL8 sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,061	<0,020	<0,020
CL8 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL8 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
CL8 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020

### 3.1.5. GLICOLE ETILENICO

Il **Glicole Etilenico** è sempre risultato inferiore al limite di rilevabilità strumentale ovunque in tutti i monitoraggi (Tab. 3-V).

**Tab. 3-V** - Concentrazioni (mg L<sup>-1</sup>) di Glicole etilenico registrate nel corso dei tre surveys condotti nel 1° semestre 2023.

Stazione	Glicole Etilenico		
	Febbraio	Aprile	Maggio
CL sup	<1,5	<1,5	<1,5
CL1 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL1 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL1 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
CL2 sup	<1,5	<1,5	<1,5
CL2 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL2 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL2 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
CL3 sup	<1,5	<1,5	<1,5
CL3 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL3 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL3 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
CL4 sup	<1,5	<1,5	<1,5
CL4 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL4 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL4 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
CL5 sup	<1,5	<1,5	<1,5
CL5 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL5 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL5 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
CL6 sup	<1,5	<1,5	<1,5
CL6 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL6 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL6 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
CL7 sup	<1,5	<1,5	<1,5
CL7 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL7 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL7 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
CL8 sup	<1,5	<1,5	<1,5
CL8 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL8 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
CL8 fondo	<1,5	<1,5	<1,5



### 3.1.6. METALLI PESANTI

Le concentrazioni dei metalli determinati nella colonna d'acqua nelle campagne condotte in febbraio, aprile e maggio 2023 sono riportate in Tab. 3-VI assieme agli Standard di Qualità Ambientale basati sulla media annuale (SQA-MA) e sulla concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA) come indicato nel DM 172/2015.

**Alluminio** – Nel mese di febbraio è stato quantificato in tutti i campioni ed è risultato in media moderatamente più elevato nell'area prossima alla piattaforma ( $40,39 \pm 28,35 \mu\text{g L}^{-1}$ ) rispetto all'area di controllo ( $23,03 \pm 11,29 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Diversamente nei mesi di aprile e maggio è risultato sempre inferiore a limite di rilevabilità del metodo analitico.

**Arsenico** – A febbraio nonostante le concentrazioni siano risultate quantificabili in tutti i campioni (range 1,46 e  $2,32 \mu\text{g L}^{-1}$ , massimo nella stazione CL8 in superficie), non risultano evidenti differenze tra l'area prossima alla piattaforma (media  $1,87 \pm 0,18 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e quella di controllo (media  $1,93 \pm 0,23 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Nei mesi di aprile e maggio, le concentrazioni di arsenico sono sempre risultate inferiori al limite di rilevabilità del metodo.

**Bario** – In febbraio fatta eccezione per il massimo isolato ( $17 \mu\text{g L}^{-1}$ ) in CL4 fondo, le concentrazioni di bario sono risultate omogeneamente distribuite tra le due aree (media  $5,62 \pm 1,38$  e  $5,49 \pm 1,58 \mu\text{g L}^{-1}$  rispettivamente). Ad aprile le concentrazioni del bario sono risultate sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale, mentre in maggio è stato rilevato solo in 5 campioni tra le stazioni prossime alla piattaforma nel range di 0,11-0,27  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

**Cadmio** – Le concentrazioni di cadmio, nel primo semestre, sono risultate sempre inferiori al limite di rilevabilità del metodo analitico, fatta eccezione per il campione a 40m nella stazione CL7 risultato pari a  $0,20 \mu\text{g L}^{-1}$ .

**Cromo** – A febbraio il cromo è stato rilevato in un solo campione ( $3,9 \mu\text{g L}^{-1}$ , CL4 al fondo), mentre in aprile risulta presente in tutti i campioni con concentrazioni geograficamente omogenee e medie comparabili tra stazioni prossime alla piattaforma e stazioni di controllo (media  $0,175 \pm 0,050$  e  $0,179 \pm 0,023 \mu\text{g L}^{-1}$ , rispettivamente), nel mese di maggio risulta invece inferiore al limite di rilevabilità strumentale in tutte le stazioni.

**Ferro** – Nel primo semestre 2023 il ferro viene rilevato solo nel mese di febbraio in due campioni, CL2-superficie e fondo pari a 9,3 e  $5,8 \mu\text{g L}^{-1}$  rispettivamente.

**Mercurio** – Nei mesi di aprile e maggio le concentrazioni di mercurio sono sempre risultate



inferiori al limite di rilevabilità, mentre a febbraio è stato rilevato in quasi tutti i campioni, e i valori di questo metallo sono variati tra 0,01 e 0,38  $\mu\text{g L}^{-1}$  risultando superiori allo SQA-CMA fissato per legge in 8 campioni, ciononostante non si osserva differenze significative tra le medie dell'area prossima alla piattaforma e in quella di controllo ( $0,08 \pm 0,07$  e  $0,12 \pm 0,13 \mu\text{g L}^{-1}$  rispettivamente).

**Nichel** – Durante il primo semestre 2023 per il nichel è stato rilevato solo un valore ad aprile ( $4,29 \mu\text{g L}^{-1}$ ) in superficie della stazione CL4, mentre a febbraio e maggio le concentrazioni sono risultate sempre inferiori al limite di rilevabilità del metodo analitico.

**Piombo** – Nel primo semestre è stato possibile quantificare il piombo solo nel campione superficiale della stazione CL4 ( $0,107 \mu\text{g L}^{-1}$ ) nel mese di aprile. Il resto dei campioni è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità strumentale.

**Rame** – A febbraio il rame è stato rilevato in tutti i campioni ed è risultato geograficamente omogeneo tra le due aree (CL1-CL4: media  $4,75 \pm 1,01 \mu\text{g L}^{-1}$ ; CL5-CL8: media  $5,39 \pm 1,09 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Ad aprile è stato quantificato solo in tre campioni: nella quota superficiale della stazione CL4 ( $11,5 \mu\text{g L}^{-1}$ ), e a 20 m delle stazioni CL6 e CL7 (rispettivamente  $0,144$  e  $0,459 \mu\text{g L}^{-1}$ ) mentre a maggio è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità strumentale.

**Vanadio** – Ad aprile e maggio il vanadio è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità strumentale, mentre a febbraio è stato rilevato in tutti i campioni e ha presentato una certa omogeneità geografica tra le stazioni vicine alla piattaforma ( $3,3 \pm 0,49 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e a quanto misurato nei controlli ( $3,11 \pm 0,55 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

**Zinco** – A febbraio lo zinco è stato quantificato solo alla profondità di 20 m nelle stazioni CL2 ( $4,70 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e CL5 ( $13,00 \mu\text{g L}^{-1}$ ), mentre ad aprile è stato rilevato in 6 campioni tra le stazioni prossime alla piattaforma nel range  $0,49 - 5,18 \mu\text{g L}^{-1}$  e in 2 campioni nelle stazioni di controllo (media  $0,50 \pm 0,02 \mu\text{g L}^{-1}$ ); a maggio è stato quantificato solamente in CL3 al fondo ( $0,41 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

**Indio** – Nel primo semestre di monitoraggio, concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità sono state osservate in tutti i campioni, fatta eccezione per CL2 40m, per il quale è stata rilevata una concentrazione pari a  $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$  nel mese di maggio.

**Silicio** – Nel mese di febbraio il silicio è stato rilevato in tutti i campioni e ha presentato una buona omogeneità geografica ( $0,22 \pm 0,07 \text{mg L}^{-1}$ ), mentre ad aprile concentrazioni moderatamente più elevate hanno caratterizzato l'area prossima alla piattaforma (media

$0,41 \pm 0,18 \text{ mg L}^{-1}$ ) rispetto all'area di controllo ( $0,20 \pm 0,14 \text{ mg L}^{-1}$ ). Diversamente a maggio è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità strumentale.

**Tab. 3- VI -** Concentrazioni ( $\mu\text{g/L}$ ; Si in  $\text{mg/L}$ ) di Metalli Pesanti registrate nel corso dei tre surveys condotti nel 1° semestre 2023. SQA-MA= Standard Qualità Ambientale - Media Annuia; SQA-CMA= Standard Qualità Ambientale - Concentrazione Massima Ammissibile.

DM 172/2015	Alluminio (Al)			Arsenico (As)			Bario (Ba)		
SQA-MA				5					
SQA-CMA									
Stazione	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
CL1 sup	34,7	<0,40	<0,40	2,26	<0,10	<0,10	7,6	<0,10	0,12
CL1 20 m	32,5	<0,40	<0,40	1,75	<0,10	<0,10	7,6	<0,10	<0,10
CL1 40 m	28,2	<0,40	<0,40	1,74	<0,10	<0,10	5,8	<0,10	0,11
CL1 Fondo	19,0	<0,40	<0,40	2,11	<0,10	<0,10	5,9	<0,10	0,11
CL2 sup	98,0	0,476	<0,40	1,74	<0,10	<0,10	6,0	<0,10	<0,10
CL2 20 m	31,8	0,566	<0,40	1,80	<0,10	<0,10	6,2	<0,10	<0,10
CL2 40 m	26,7	<0,40	<0,40	1,78	<0,10	<0,10	4,3	<0,10	0,27
CL2 Fondo	25,0	0,441	<0,40	1,84	<0,10	<0,10	3,5	<0,10	0,11
CL3 sup	25,5	<0,40	<0,40	1,77	<0,10	<0,10	6,2	<0,10	<0,10
CL3 20 m	19	<0,40	<0,40	1,86	<0,10	<0,10	2,6	<0,10	<0,10
CL3 40 m	119	<0,40	<0,40	1,80	<0,10	<0,10	5,1	<0,10	<0,10
CL3 Fondo	55	<0,40	<0,40	1,84	<0,10	<0,10	6,2	<0,10	0,22
CL4 sup	23,4	<0,40	<0,40	2,14	<0,10	<0,10	4,7	<0,10	<0,10
CL4 20 m	34,8	<0,40	<0,40	1,65	<0,10	<0,10	5,9	<0,10	<0,10
CL4 40 m	29,1	<0,40	<0,40	1,68	<0,10	<0,10	6,7	<0,10	<0,10
CL4 Fondo	44,6	<0,40	<0,40	2,09	<0,10	<0,10	17,0	<0,10	<0,10
CL5 sup	17	<0,40	<0,40	1,94	<0,10	<0,10	8,6	<0,10	<0,10
CL5 20 m	13	<0,40	<0,40	2,00	<0,10	<0,10	8,6	<0,10	<0,10
CL5 40 m	17	<0,40	<0,40	1,99	<0,10	<0,10	4,1	<0,10	<0,10
CL5 Fondo	15	<0,40	<0,40	1,90	<0,10	<0,10	4,2	<0,10	<0,10
CL6 sup	19	<0,40	<0,40	1,90	<0,10	<0,10	5,1	<0,10	<0,10
CL6 20 m	8,0	<0,40	<0,40	1,95	<0,10	<0,10	4,5	<0,10	<0,10
CL6 40 m	29,3	<0,40	<0,40	1,63	<0,10	<0,10	7,0	<0,10	<0,10
CL6 Fondo	19	<0,40	<0,40	1,86	<0,10	<0,10	5,2	<0,10	<0,10
CL7 sup	16	<0,40	<0,40	1,93	<0,10	<0,10	4,9	<0,10	<0,10
CL7 20 m	34,2	<0,40	<0,40	2,22	<0,10	<0,10	4,9	<0,10	<0,10
CL7 40 m	16	<0,40	<0,40	1,46	<0,10	<0,10	4,9	<0,10	<0,10
CL7 Fondo	40,4	<0,40	<0,40	1,68	<0,10	<0,10	4,8	<0,10	<0,10
CL8 sup	31,6	<0,40	<0,40	2,32	<0,10	<0,10	4,2	<0,10	<0,10
CL8 20 m	35,7	<0,40	<0,40	2,14	<0,10	<0,10	6,2	<0,10	<0,10
CL8 40 m	45,3	<0,40	<0,40	2,26	<0,10	<0,10	7,2	<0,10	<0,10
CL8 Fondo	12	<0,40	<0,40	1,73	<0,10	<0,10	3,4	<0,10	<0,10

Tab. 3- VI- Continua.

DM 172/2015 SQA-MA SQA-CMA	Cadmio (Cd)			Cromo totale			Ferro (Fe)		
	0,2			4					
Stazione <sup>2</sup>	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
CL1 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,221	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL1 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,188	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL1 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,166	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL1 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,235	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL2 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,327	<0,10	9,3	<5,0	<5,0
CL2 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,137	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL2 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,132	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL2 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,151	<0,10	5,8	<5,0	<5,0
CL3 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,178	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL3 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,126	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL3 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,153	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL3 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,157	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL4 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,162	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL4 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,143	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL4 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,16	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL4 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	3,9	0,167	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL5 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,162	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL5 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,153	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL5 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,171	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL5 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,173	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL6 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,169	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL6 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,173	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL6 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,13	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL6 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,172	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL7 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,214	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL7 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,214	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL7 40 m	0,20	<0,10	<0,10	<0,22	0,211	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL7 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,161	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL8 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,184	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL8 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,189	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL8 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,182	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
CL8 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,205	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0

Tab. 3- VI - Continua.

DM 172/2015	Mercurio (Hg)			Nichel (Ni)			Piombo (Pb)		
SQA-MA	0,07			8,6			1,3		
SQA-CMA	0,07			34			14		
Stazione	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
CL1 sup	0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL1 20 m	<b>0,08</b>	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL1 40 m	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL1 Fondo	0,02	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL2 sup	<b>0,169</b>	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL2 20 m	<b>0,10</b>	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL2 40 m	<b>0,09</b>	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL2 Fondo	0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL3 sup	0,03	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL3 20 m	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL3 40 m	0,03	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL3 Fondo	<b>0,09</b>	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL4 sup	0,06	<0,050	<0,050	<0,14	4,29	<0,10	<0,14	0,107	<0,10
CL4 20 m	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL4 40 m	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL4 Fondo	<b>0,237</b>	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL5 sup	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL5 20 m	<b>0,111</b>	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL5 40 m	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL5 Fondo	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL6 sup	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL6 20 m	0,07	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL6 40 m	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL6 Fondo	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL7 sup	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL7 20 m	<b>0,379</b>	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL7 40 m	0,03	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL7 Fondo	0,07	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL8 sup	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL8 20 m	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL8 40 m	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
CL8 Fondo	0,07	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10



Tab. 3- VI - Continua.

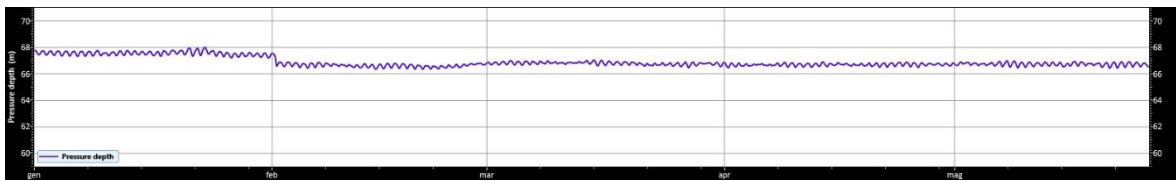
DM 172/2015	Rame (Cu)			Vanadio (V)			Zinco (Zn)		
SQA-MA									
SQA-CMA									
Stazione	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
CL1 sup	6,0	<0,10	<0,10	2,6	<0,10	<0,10	<2,4	0,68	<0,40
CL1 20 m	6,0	<0,10	<0,10	3,3	<0,10	<0,10	<2,4	5,18	<0,40
CL1 40 m	3,6	<0,10	<0,10	3,2	<0,10	<0,10	<2,4	1,01	<0,40
CL1 Fondo	4,8	<0,10	<0,10	2,9	<0,10	<0,10	<2,4	0,97	<0,40
CL2 sup	5,5	<0,10	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	4,7	<0,40	<0,40
CL2 20 m	3,3	<0,10	<0,10	2,9	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL2 40 m	3,3	<0,10	<0,10	2,9	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL2 Fondo	4,2	<0,10	<0,10	2,6	<0,10	<0,10	<2,4	0,488	<0,40
CL3 sup	3,9	<0,10	<0,10	3,2	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL3 20 m	4,6	<0,10	<0,10	3,9	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL3 40 m	5,8	<0,10	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL3 Fondo	4,6	<0,10	<0,10	3,1	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	0,41
CL4 sup	4,6	11,5	<0,10	3,2	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL4 20 m	5,5	<0,10	<0,10	3,3	<0,10	<0,10	<2,4	0,61	<0,40
CL4 40 m	3,9	<0,10	<0,10	3,1	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL4 Fondo	6,4	<0,10	<0,10	4,6	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL5 sup	5,6	<0,10	<0,10	3,0	<0,10	<0,10	<2,4	0,514	<0,40
CL5 20 m	4,8	<0,10	<0,10	2,5	<0,10	<0,10	13,0	<0,40	<0,40
CL5 40 m	4,3	<0,10	<0,10	3,6	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL5 Fondo	4,8	<0,10	<0,10	2,8	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL6 sup	3,5	<0,10	<0,10	3,2	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL6 20 m	4,8	0,144	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL6 40 m	4,2	<0,10	<0,10	3,0	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL6 Fondo	4,0	<0,10	<0,10	2,5	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL7 sup	6,2	<0,10	<0,10	2,7	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL7 20 m	5,8	0,459	<0,10	2,1	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL7 40 m	6,8	<0,10	<0,10	3,3	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL7 Fondo	6,7	<0,10	<0,10	3,3	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL8 sup	6,7	<0,10	<0,10	4,1	<0,10	<0,10	<2,4	0,484	<0,40
CL8 20 m	6,5	<0,10	<0,10	4,1	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL8 40 m	5,2	<0,10	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
CL8 Fondo	6,4	<0,10	<0,10	2,8	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40

Tab. 3- VI - Continua.

DM 172/2015	Indio (In)			Silicio		
	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
SQA-MA						
SQA-CMA						
Stazione						
CL1 sup	<0,08	<0,10	<0,10	0,10	0,41	<0,10
CL1 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,062	0,47	<0,10
CL1 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,23	0,42	<0,10
CL1 Fondo	<0,08	<0,10	<0,10	0,18	0,45	<0,10
CL2 sup	<0,08	<0,10	<0,10	0,22	0,5	<0,10
CL2 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,35	<0,10
CL2 40 m	<0,08	<0,10	0,1	0,40	0,43	<0,10
CL2 Fondo	<0,08	<0,10	<0,10	0,24	0,35	<0,10
CL3 sup	<0,08	<0,10	<0,10	0,20	0,57	<0,10
CL3 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,21	0,48	<0,10
CL3 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,18	0,43	<0,10
CL3 Fondo	<0,08	<0,10	<0,10	0,18	0,39	<0,10
CL4 sup	<0,08	<0,10	<0,10	0,10	0,056	<0,10
CL4 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,27	<0,10
CL4 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,060	0,098	<0,10
CL4 Fondo	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,84	<0,10
CL5 sup	<0,08	<0,10	<0,10	0,26	0,13	<0,10
CL5 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,25	0,69	<0,10
CL5 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,24	0,26	<0,10
CL5 Fondo	<0,08	<0,10	<0,10	0,22	0,21	<0,10
CL6 sup	<0,08	<0,10	<0,10	0,30	0,18	<0,10
CL6 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,24	0,15	<0,10
CL6 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,26	0,19	<0,10
CL6 Fondo	<0,08	<0,10	<0,10	0,24	0,23	<0,10
CL7 sup	<0,08	<0,10	<0,10	0,23	0,13	<0,10
CL7 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,23	0,14	<0,10
CL7 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,24	0,15	<0,10
CL7 Fondo	<0,08	<0,10	<0,10	0,27	0,15	<0,10
CL8 sup	<0,08	<0,10	<0,10	0,22	0,13	<0,10
CL8 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,22	0,1	<0,10
CL8 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,24	0,13	<0,10
CL8 Fondo	<0,08	<0,10	<0,10	0,24	0,2	<0,10

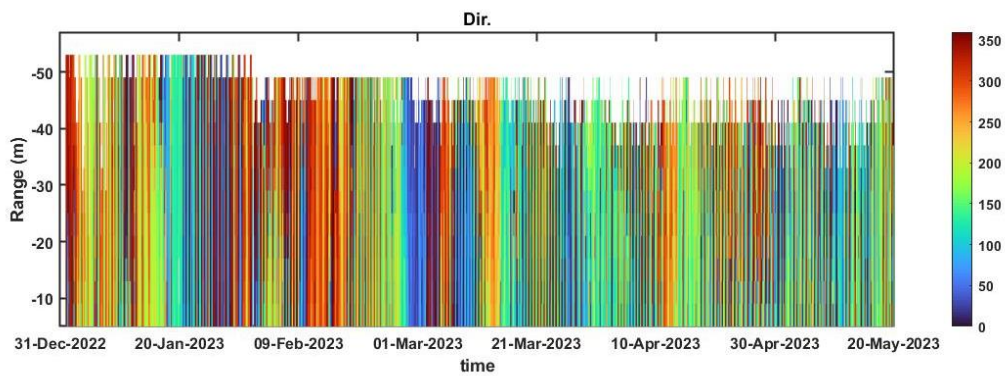
### 3.1.7 MISURE CORRENTOMETRICHE

La serie temporale riportata in questa relazione fa riferimento a due periodi di registrazione differenti. I dati sono stati processati in modo da ottenere un'unica serie temporale ai fini di facilitare la rappresentazione grafica. Il grafico della pressione relativo al periodo di registrazione dal 1° gennaio al 26 maggio 2023 (fig 3.22) denota il buon equilibrio dell'ormeggio durante l'intero periodo di osservazione. Infatti, non si notano abbattimenti significativi del correntometro tali da poter creare problemi alle misure.

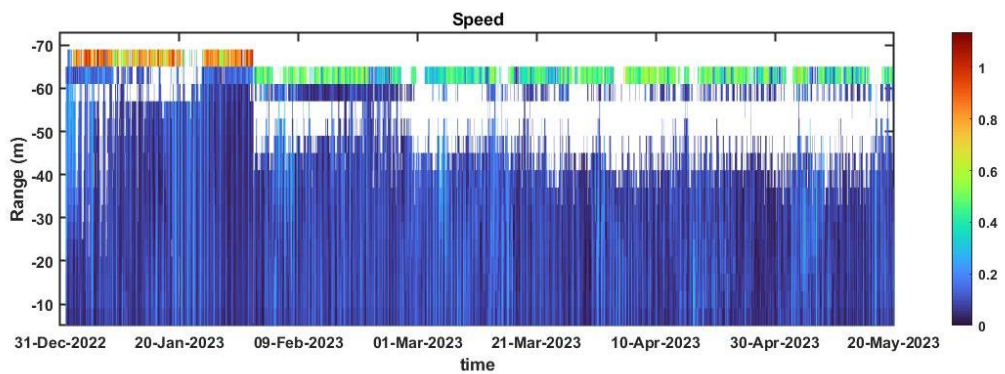


**Fig. 3.22** - Pressione misurata nel periodo gennaio – maggio 2023 dal correntometro posizionato presso Clara NW.

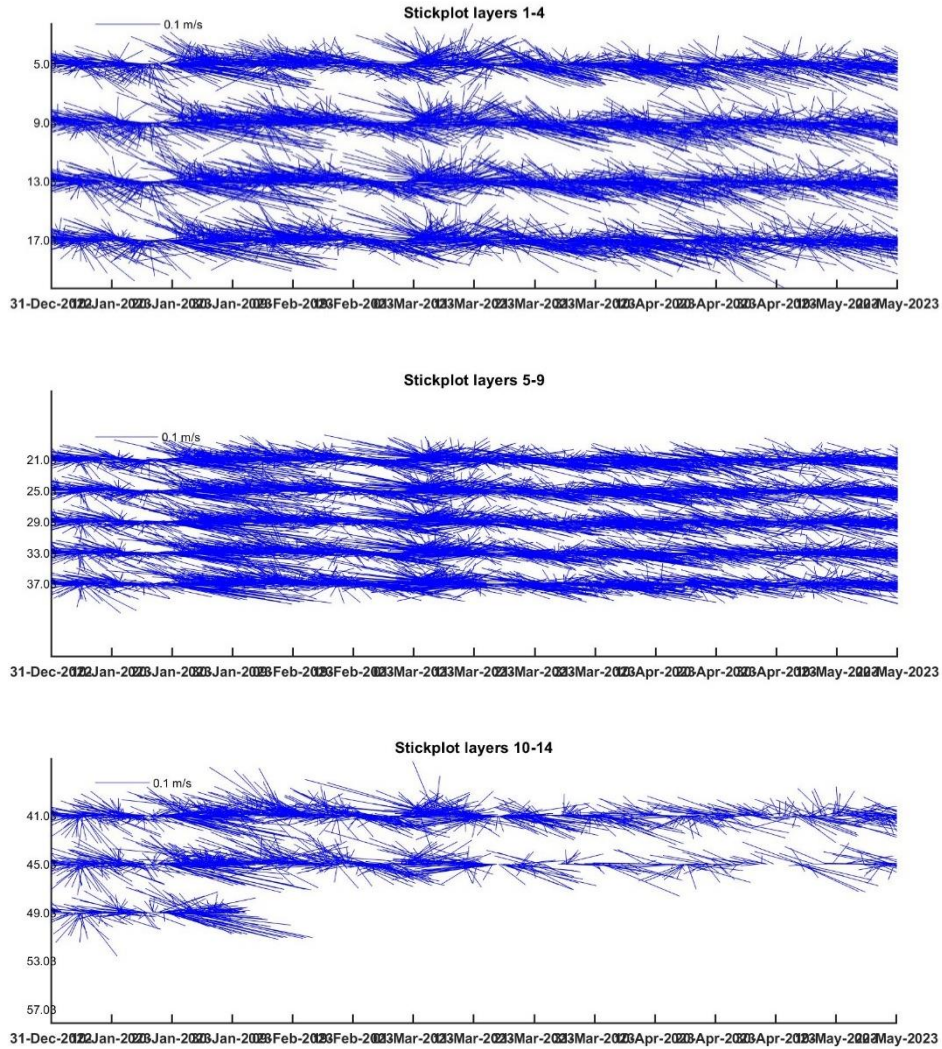
Per quanto concerne le misure correntometriche (figg. 3.23 – 3.25) durante il periodo preso in considerazione, la corrente ha avuto un andamento variabile caratterizzato da oscillazioni tra le direzioni settentrionali e meridionali. In particolare, durante il mese di gennaio la direzione prevalente della corrente è stata verso Sud-Est con sporadiche rotazioni verso Nord-Ovest e velocità massime fino a  $0,2 \text{ m s}^{-1}$ . Durante il mese di febbraio la direzione prevalente della corrente è stata Sud-Est con rotazioni verso Nord-Est e picchi di velocità fino a  $0,2 \text{ m s}^{-1}$ . Nei mesi di marzo e aprile la corrente ha avuto una direzione essenzialmente settentrionale con rotazioni tra Nord-Est e Nord-Ovest e picchi fino a  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ . Durante il mese di maggio la direzione è stata prevalentemente verso Sud-Est con sporadiche rotazioni verso Nord-Est e velocità inferiori ai  $0,1 \text{ m s}^{-1}$ .



**Fig. 3.23** - Contour plot della direzione della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuto con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023.

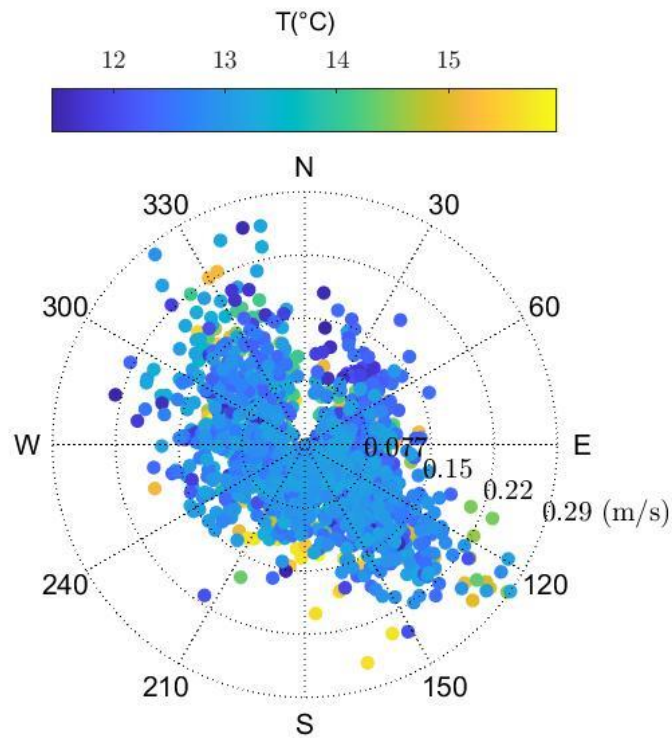


**Fig. 3.24** - Contour plot della velocità della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuto con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023.

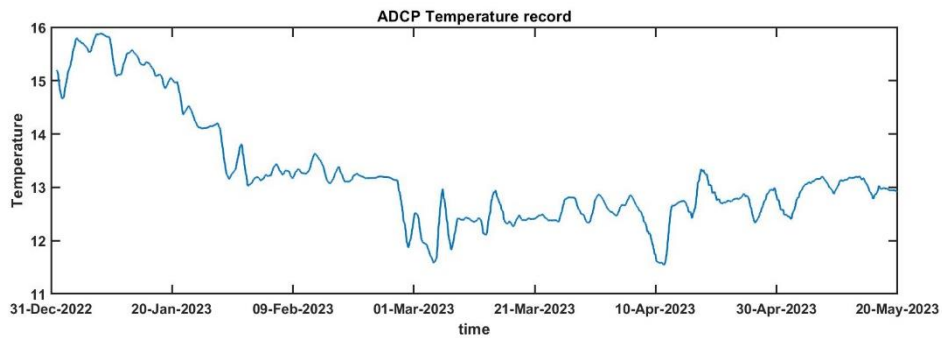


**Fig. 3.25** - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d'acqua ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023.

L'andamento della temperatura rilevata (figg. 3.26 e 3.27), risulta caratterizzata da un decremento dal mese di gennaio da circa 15,5° per poi stabilizzarsi da marzo a fine maggio a circa 13°C.



**Fig. 3.26** - Scatter polare della temperatura rilevata con l'ADCP nel periodo da gennaio a maggio 2023



**Fig. 3.27** - Andamento della temperatura registrata in prossimità del fondale dall'ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023.



#### 4. CONCLUSIONI

In riferimento al Decreto n. 0000227 del 17/09/2014 emesso dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-IRBIM di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l’installazione della piattaforma Clara NW e della condotta sottomarina collegante tale struttura alla piattaforma Calipso. A partire dal 2022 tale monitoraggio è proseguito per opera del nuovo RTI costituito dal Mandatario OGS e dai Mandanti CNR-IRBIM di Ancona, SZN di Napoli, AGROLAB Ambiente S.r.l. di Carrara, CIBM di Livorno, UNIVPM di Ancona e Shelter di Milano.

Gli aspetti da indagare contemplati in tale monitoraggio sono stati scelti in base: a) alle specifiche riportate nel Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; b) alle prescrizioni dell’ARPAM; c) alle conoscenze acquisite dal CNR-IRBIM di Ancona a partire dalla sua costituzione (1969) nel campo dell’oceanografia e della biologia marina in Adriatico e negli altri mari italiani; d) alle numerose esperienze effettuate dal CNR-ISMAR di Ancona dal 1998 ad oggi presso altri impianti di estrazione offshore 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.*, 2001; 2003; 2004; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015a; 2016a; 2016b; 2016c; 2017a; Franzo *et al.*, 2022; Spagnolo *et al.*, 2020a; 2021a; 2022a) d) alle caratteristiche idrologiche e sedimentologiche della zona in cui è installata Clara NW.

Nel dicembre 2020 è terminato il monitoraggio relativo alla fase di esercizio di Clara NW durato 5 anni per cui, a partire dal 1° semestre 2021, sarebbero dovute proseguire esclusivamente le campagne oceanografiche per lo studio delle caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d’acqua nonché la registrazione delle correnti. Tuttavia, nel 1° semestre 2020 parte delle indagini previste non sono state effettuate a causa dell’emergenza COVID-19 che ha di fatto bloccato con il lockdown tutte le attività a partire dal 9 marzo (Spagnolo *et al.*, 2021c). Tali indagini non concluse sono state ripetute nel 1° semestre 2021 e i risultati sono riportati in Spagnolo *et al.*, 2022a.



Nel presente rapporto, sono riportati i risultati relativi alle campagne di campionamento effettuate nel 1° semestre 2023.

**Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua** – Le caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua osservate nel 1° semestre 2023 sono in accordo con la climatologia del bacino (Artegiani *et al.*, 1997a, 1997b; Zavatarelli *et al.*, 1998).

Nel primo semestre 2023 le concentrazioni di nutrienti sono rientrate nei range dei valori noti per il bacino (Zavatarelli *et al.*, 1998; Marini *et al.*, 2008). Non sono emerse differenze significative tra le stazioni in prossimità della piattaforma e quelle posizionate a 2000 m di distanza. Tutti i nutrienti hanno presentato generalmente concentrazioni medie contenute. Rispetto agli anni precedenti, la concentrazione media di nitrati, fosfati e silicati è risultata paragonabile a quanto osservato negli anni precedenti, mentre la concentrazione media di nitriti è risultata più contenuta rispetto al 1° semestre 2021, ma paragonabile agli anni precedenti. La concentrazione media dell'ammonio è risultata confrontabile con quanto osservato nel 1° semestre 2022, superiore al 2021 e inferiore al biennio precedente.

Il carico solido sospeso è rientrato nei limiti dei valori riscontrati nei campionamenti precedenti. I valori maggiori sono stati osservati generalmente alle quote di fondo, probabilmente a causa di processi di risospensione e trasporto di sedimenti di fondo (Wang e Pinardi, 2002; Wang *et al.*, 2006).

Le concentrazioni medie di clorofilla *a* e clorofilla *c* (caratteristica delle diatomee) sono risultate comparabili rispetto al primo semestre degli anni precedenti, mentre per la clorofilla *b* (caratteristica delle alghe verdi -Prasinophyceae- e delle Euglenophyta) le concentrazioni sono risultate lievemente superiori agli anni passati. Le concentrazioni sono comunque rientrate nei range precedentemente osservati e noti per il bacino (Zavatarelli *et al.*, 1998) e non sono emerse differenze tra le stazioni in prossimità della piattaforma e quelle posizionate a 2000 m di distanza.

In definitiva, non sono apparse evidenti alterazioni nei parametri oceanografici e idrochimici da attribuire alle attività di estrazione in corso sulla piattaforma Clara NW, confermando i risultati precedenti.

Per quanto concerne la ricerca di inquinanti, idrocarburi totali (IT), idrocarburi alifatici (IA), Idrocarburi policiclici aromatici (IPA), BTEX e glicole etilenico lungo la colonna d'acqua, non sono emerse particolari criticità nell'intera area d'indagine dal momento che valori





inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale o comunque molto contenuti sono stati misurati in tutti i campioni.

Sebbene alcuni metalli abbiano presentato in febbraio valori più elevati rispetto alle altre campagne, e per il mercurio siano stati misurati parecchi valori superiori allo SQA-CMA stabilito per legge, la generale comparabilità delle concentrazioni misurate vicino alla piattaforma e nei controlli suggerisce che tale incremento non è inequivocabilmente dovuto all'attività della piattaforma. Si rimanda alla nota tecnica (All. A2) per dettagli inerenti gli aspetti metodologici.

Nei mesi di aprile e maggio le concentrazioni sono risultate piuttosto contenute e non essendo emersa alcuna differenziazione statisticamente valida tra le stazioni prossime alla piattaforma (CL1-CL4) e quelle di controllo (CL5-CL8), è possibile confermare che l'effetto della presenza di Clara NW sull'ambiente marino circostante possa essere considerato trascurabile.

**Correntometria** – Le registrazioni effettuate durante tutto il periodo di osservazione hanno dimostrato che l'areale in cui è installata la piattaforma Clara NW, è caratterizzato da un regime delle correnti variabili, con oscillazioni tra le direzioni settentrionali e meridionali e con intensità generalmente debole ( $0,1-0,2 \text{ m s}^{-1}$ ) e picchi massimi nei mesi di marzo e aprile ( $0.5 \text{ m s}^{-1}$ ).



## 5. BIBLIOGRAFIA

- Artegianni 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.
- Artegianni 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.
- Carpenter J.H. 1965. The Chesapeake bay institute technique for the winkler dissolved oxygen method. *Lim. Ocean.*, 10(1): 141-143.
- Fabi G., De Ranieri S., Grati F., Marini M., Spagnolo A. 2001. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Regina. III Anno di indagine. Rapporto finale.* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 185 + XXVII pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Panfilì M., Scarcella G., Spagnolo A. 2003. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annalisa. III Anno di indagine. Rapporto Finale.* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 123 + XLVI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Scarcella G., Spagnolo A. 2004. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Barbara NW. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (2000 – 2002).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 228 + XLIX pp.
- Fabi G., Boldrin A., De Ranieri S., Manoukian S., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2005a. *Servizi di monitoraggio ambientale Piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Naomi-Pandora”. Rapporto conclusivo di due anni di indagine (2002-2003).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 201 + XXVIII pp.
- Fabi G., Ausili S., De Ranieri S., Nasci C., Spagnolo A. 2005b. *Servizi di monitoraggio ambientale piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Porto Corsini Mare Sud 1 (PCMS-1)”. Rapporto conclusivo di due anni di indagine.* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 95 + XI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Meneghetti F., Paschini E., Scarcella G., Spagnolo A. 2006. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Calipso. Rapporto finale di 4 anni di studio (2002-2005).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 224 + XLII pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Grilli F., Nasci C., Spagnolo A. 2010a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Nord. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (estate 2005 - inverno 2008).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 240 + XLIII pp.



- Fabi G., Campanelli A., De Ranieri S., Nasci C., Polidori P., Punzo E. 2010b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Est. Rapporto conclusivo di tre anni di monitoraggio (estate 2005 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 353 + XLI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2013. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Naide. Rapporto conclusivo di 4 anni di monitoraggio, dal pre-survey al terzo anno dopo la posa (estate 2004 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 397 + XLVI pp.
- Fabi G., De Biasi A.M., Gomiero A., Kozinkova L., Penna P.G., Polidori P., Spagnolo A. 2015a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea - Rapporto conclusivo dal pre-survey al terzo anno successivo alla posa in opera della piattaforma (2006-2010)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 251 + XLIV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A. De Biasi A.M., Gaetani A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Polidori P., 2016. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annamaria B - Piano Nazionale. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. Rapporto finale di sei anni di indagine (dal pre-survey al 3° anno post lavori di installazione)*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 258 + CXVIII pp.
- Fabi G., Bernardi Aubry F., Camatti E., Cassin D., De Biasi A., De Lazzari A., Kozinkova L., Punzo E., Spagnolo A. 2016b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di posa in opera (maggio dicembre 2015). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, indagini sulle comunità planctoniche e indagini sulla comunità bentonica. Rapporto n. 2*. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 155 + XXVII pp.
- Fabi G., Borghini M., Cassin D., De Biasi A., De Lazzari A., Gaetani A., Kozinkova L., Pellini G., Punzo E., Spagnolo A. 2016c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW e della condotta collegante Clara NW a Calipso. Fase di produzione - Rapporto semestrale (gennaio - giugno 2016). Rapporto n. 3*. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 151 + LXIV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gaetani A., Gomiero A., Kozinkova L. 2017a. *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.

- Franzo A., Saggiomo M., Borghini M., Siena G., Kralj M. 2022. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW - Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW- Indagini sulla colonna d'acqua. Rapporto semestrale 2022. Rapporto n. 20.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 54 + X pp.
- Hansen H.P., Koroleff F. 1999. Determination of nutrients. Methods of seawater analysis. *K Grasshof*: 159–228.
- Khoo K.H., Culbertson C.H., Bates R.G. 1977. Thermodynamics of the dissociation of ammonium ion in seawater from 5 to 40°C. *J. Solution Chem.*, 6(4): 281–290.
- 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
- Saggiomo V., Catalano G., Ribera d'Alcalà M. 2010, Ossigeno disciolto. Pagg. 21-32, in: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (Eds.), Metodologie di studio del Plancton marino. *Manuali e Linee Guida 56/2010*, ISPRA, SIBM Roma.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Minelli A., Regoli F., Siena G., Saggiomo M. 2020a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 5° anno della fase di produzione - Rapporto finale - Rapporto n. 16.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 292 + CLXX pp.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gomiero A., Kozinkova L., Minelli A., Montagnini L., Regoli F., Saggiomo M., Siena G. 2021b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - Rapporto finale 4° anno (2019). Rapporto n. 15.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 303 + CXIX pp.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., Ferrà Vega C., Minelli A., Montagnini L., Saggiomo M., Siena G. 2021c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - Rapporto semestrale 5° anno (2020). Rapporto n. 16.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 101 + XVIII pp.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gomiero A., Kozinkova L., Manarini T., Minelli A., Regoli F., Saggiomo M., Salvalaggio V., Siena G., Urbini L. 2022a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Bonaccia NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Bonaccia NW. Fase di*



produzione - Rapporto finale 5° anno (2020). Rapporto n. 15. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 308 + CLIX pp.

Schlitzer, R., Ocean Data View, <http://odv.awi.de>, 2016

Strickland J.D.H., Parsons T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 167. 310 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.

Vidussi F., Claustre H., Bustillos-Guzmán J., Cailliau C., Marty J. 1986. Determination of chlorophylls and carotenoids of marine phytoplankton: separation of chlorophyll a from divinylchlorophyll a and zeaxanthin from lutein. *J. Plankton Research*, 18: 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.

Whitfield M. 1974. The hydrolysis of ammonium ions in seawater - a theoretical study. *J. Mar. Biol. Ass. United Kingdom*, 54: 565-580,

Zavatarelli M., Raicich F., Bregant D., Russo A., Artegiani A., 1998. Climatological biogeochemical characteristics of the Adriatic Sea. *J. Mar. Syst.*, 18: 227-26.

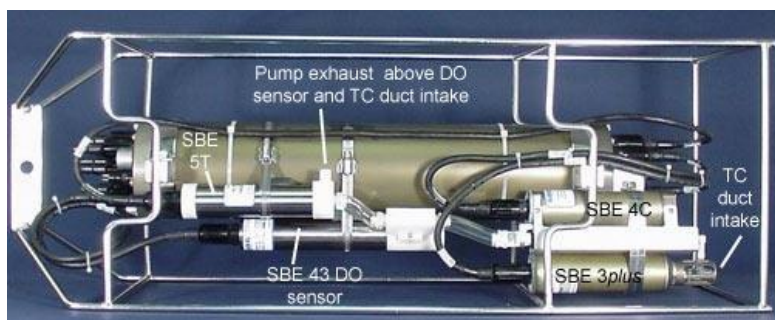


## ALLEGATI

## A1

# STRUMENTAZIONE UTILIZZATA PER LE INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

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



**CTD:** Sonda multiparametrica CTD SBE 9plus dotata dei seguenti sensori:

Sensore	Costruttore	Modello	Accuratezza	Intervallo di misura	Data ultima calibrazione
Temperatura	Sea Bird Electronics	SBE 3 plus	$\pm 0,001$ °C	-5 : +35°C	21/05/2019
Conducibilità	Sea Bird Electronics	SBE 4C	$\pm 0,0003$ S m <sup>-1</sup>	0 : 7 S m <sup>-1</sup>	21/05/2019
Pressione	Paroscientific Digiquartz®	Series 8000	$\pm 0,01$ % Fondo Scala	0: 6800 m	15/04/2009
Ossigeno	Sea Bird Electronics	SBE 43	$\pm 2\%$ saturazione	120% saturazione in superficie	Calibrazione con Winkler ad ogni campagna
Fluorimetro	WET Labs	ECO FLNTU(RT)D	$\pm 0,01$ µg L <sup>-1</sup>	0 : 50 µg L <sup>-1</sup>	Calibrazione con campioni di Chl ad ogni campagna
Turbidimetro	WET Labs	ECO FLNTU(RT)D	$\pm 0,01$ NTU	0 : 25 NTU	Calibrazione con campioni di TSM ad ogni campagna

**Campionatore:** SBE32 Carousel Water Sampler (“rosette”) con bottiglie OTE (Ocean Test Equipment), mod. 110B.



**CNR  
IRBIM**  
ISTITUTO PER LE  
RISORSE BIOLOGICHE  
E LE BIOTECNOLOGIE  
MARINE



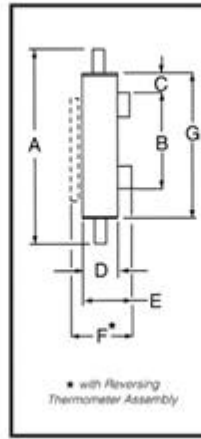
**OGS**  
Istituto Nazionale  
di Oceanografia  
e di Geofisica  
Sperimentale



**AGROLAB GROUP**  
Your labs. Your service.



Main Dimensions



		SAMPLER CAPACITY (liters)							
		1.7	2.5	5	8	10	12	20	30
<b>A</b>	inch	25.0	33.0	27.2	35	41.0	46.0	35.0	46.0
	mm	633	838	692	889	1041	1168	889	1168
<b>B</b>	inch	13	13	13	13	13	13	13	13
	mm	330	330	330	330	330	330	330	330
<b>C</b>	inch	2.5	2.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	mm	63	63	89	89	89	89	89	89
<b>D</b>	inch	3.5	3.5	5.6	5.6	5.6	5.6	8.6	8.6
	mm	89	89	142	142	142	142	218	218
<b>E</b>	inch	5.5	5.5	7.6	7.6	7.6	7.6	10.7	10.7
	mm	139	139	192	192	192	192	273	273
<b>F</b>	inch	8.0	8.0	10.1	10.1	10.1	10.1	13.3	13.3
	mm	204	204	257	257	257	257	338	337
<b>G</b>	inch	18.0	26.0	20.0	28.0	34.0	39.0	24.3	37.0
	mm	457	660	508	711	863	990	711	990
EMPTY WEIGHT	lb	5.5	6.5	8.0	10	12.5	13.5	25.0	28.0
	kg	2.5	3.0	3.6	4.5	5.7	6.1	11.4	12.7





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



<b>Strumento</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Modello</b>	<b>Risoluzione</b>	<b>Accuratezza</b>	<b>Intervallo di misura</b>	<b>Calibrazione</b>
ADCP	Teledyne RD Instruments	Sentinel V	0,1 cm/s	± 0,3 cm/s	± 5 m/s (default) ±20 m/s (maximum)	Ad ogni deployment

<b>Sensore</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Modello</b>	<b>Risoluzione</b>	<b>Accuratezza</b>	<b>Intervallo di misura</b>	<b>Calibrazione</b>
Temperatura	Teledyne RD Instruments	Sentinel V	0,1°C	± 0,4 cm/s	da -5°C a + 45°C	ad ogni deployment



**CNR  
IRBIM**  
ISTITUTO PER LE  
RISORSE BIOLOGICHE  
E LE BIOTECNOLOGIE  
MARINE



**OGS**  
Istituto Nazionale  
di Oceanografia  
e di Geofisica  
Sperimentale



**AGROLAB GROUP**  
Your labs. Your service.



## A1-III OSSIGENO DISCIOLTO

**Titolatore automatico Mettler Toledo T50 per la misura dell'ossigeno disciolto tramite il metodo di Winkler**



### Potenzialità analitiche

<b>Tipi di titolazione</b>	Acido-base acquose e non-acquose, precipitazione, redox, complessometria Titolazione diretta, retrotitolazione, determinazione del bianco, titolazione a due fasi
<b>Modi di titolazione</b>	Ai punti equivalenti, ai punti finali, pH-stat, Karl Fischer
<b>Tipi di indicazione</b>	Elettrochimica (potenziometria, voltammetria, amperometria) fotometrica, turbidimetrica, conduttimetrica.
<b>Dosaggio reagente</b>	Aggiunta dinamica, incrementale, continua
<b>Acquisizione dati</b>	Equilibrio e tempo fisso
<b>Valutazione</b>	Curve simmetriche, asimmetriche, segmentate, minimo, massimo, pK
<b>Calcolo</b>	Formule liberamente definibili, con funzioni logaritmiche, esponenziali, funzioni matematiche
<b>Misure</b>	pH e temperatura Conducibilità con compensazione temperatura Potenziale redox Iono-selettive dirette e con aggiunte standard Funzionalità "test sensore" integrata

### Panoramica delle principali funzioni

<b>One Click™ Titration</b>	Tasti di scelta rapida per ciascun utente	12
	Numero utenti	30
<b>Funzione Plug &amp; Play</b>	Riconoscimento automatico buretta	si
	Elettrodi	si
	Motore buretta	si
	Chiavetta USB	si, per metodi/risultati
	Scambiatore di campioni Rondo	si
	Stralivo di titolazione autom. Rondolino	si
<b>Motori per burette</b>	Per titolazione	1 interno
	Per dosaggio	3 esterni
	Risoluzione motore buretta	1/20.000 volume buretta
	Volume burette intercambiabili	1, 5, 10 e 20 mL
<b>Metodi e serie</b>	Titolazione auto-apprendimento	si
	Numero di campioni per serie	120
	Metodi METTLER TOLEDO predefiniti	> 30
	Numero max metodi	120
<b>Ingressi sensore</b>	Potenziometrico	2
	Polarizzato	1
	Riferimento	1
	Temperatura PT1000	1
	Conducibilità	1 opzionale
<b>Interfacce</b>	Ethernet	1
	COM	3
	USB host	1
	USB client	1
	Bus CAN	si
	Pompa/agitatore/Solvent Manager™	3
	TTL I/O	1
<b>Terminale</b>	Controllo	Touch Screen
	Schermo	Display TFT a colori 5.7" ¼ VGA
	Risoluzione	320 x 240 pixel
	Inclinazione	Regolabile in tre posizioni

## A1-IV NUTRIENTI

**Analizzatore a flusso continuo (continuous-flow analysis CFA) a quattro canali  
‘QuAAtro, Seal Analytical’**



QuAAtro è un moderno analizzatore a chimica umida che è utilizzato per automatizzare reazioni chimiche complesse.

<b>Modello</b>	QuAATro
<b>Produttore</b>	Seal Analytical
<b>Campioni analizzabili</b>	acqua di mare, acqua dolce, estratti di suolo, bevande o altri prodotti
<b>Principio</b>	flusso continuo segmentato , campioni mescolati ai reganti in flusso continuo e segmentati e separati da bolle d'aria
<b>Componenti</b>	campionatore, pompa, modulo manifold e modulo detector
<b>Software di controllo</b>	AACE

## A1-V HPLC

### High Performance Liquid Chromatography - Agilent 1100 series



<b>Modulo</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Modello</b>	<b>Caratteristiche</b>
Agilent 1100 Vacuum Degasser	Agilent	G 1379A	Degasatore
Agilent 1100 Series Quaternary Pump	Agilent	G 1311A	Pompa quaternaria
Agilent 1100 Thermostated Column Compartment	Agilent	G 1316A	Termostato per colonna
Agilent 1100 Series DAD	Agilent	G 1315B	Rivelatore ad array di diodi
Agilent 1100 Series Fluorescence Detector	Agilent	G 1321A	Rivelatore di fluorescenza

## **A1-VI ANALISI METALLI PESANTI**

**Spettrofotometro di massa ICP-MS Agilent 7900 series con autocampionatore**



## A1-VII ANALISI SILICIO

Spettrometro a emissione atomica AGILENT - ICP-OES 5100 SVDV



## A1-VIII ANALISI BTEX

Agilent – Sistema P&T Evolution, GC 7890B



## A1-IX IDROCARBURI TOTALI

**Frazione volatile - Agilent, con autocampionatore G4513A e colonna cromatografica ZB-5HT**



**Frazione estraibile - Agilent, CTC PAL RSi 85, GC 7890B e colonna cromatografica DB-624**



## **A1-X IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)**

**Agilent G4513A, GC 7890B, QqQ 7000C e colonna cromatografica DB-EUPAH**







A2

## NOTA TECNICA INERENTE LE ANALISI DEI CONTAMINANTI



## AGROLAB Italia S.r.l.

Via Retrone 29/31, 36077 Altavilla Vicentina VI, Italy  
 Tel.: +39 0444 349040, Fax: +39 0444 349041  
[altavilla@agrolab.it](mailto:altavilla@agrolab.it) [www.agrolab.it](http://www.agrolab.it)



## OGGETTO: NOTA TECNICA PER VARIAZIONE STRUMENTO

---

Per il monitoraggio delle acque dalla campagna di febbraio 2023 è stato necessario, a causa di problemi al parco strumenti in dotazione al sito produttivo di Priolo Gargallo (SR) storicamente usato per tali determinazioni, effettuare le analisi dei metalli presso la sede di Carrara diversamente da quanto fatto nelle campagne precedenti.

Le analisi eseguite nei campioni di febbraio 2023 sono state effettuate su strumentazione Agilent Technologies con una pre diluizione in rapporto 1:5 e primo punto di taratura studiato di conseguenza a tale diluizione. Per le acque in oggetto sono state necessarie diluizioni aggiuntive in rapporto 1:10 e/o 1:20 perchè la sola prediluizione non permetteva abbattimento degli interferenti e rivelazione degli standard interni rendendo di conseguenza non valutabile il dato sperimentale ottenuto.

A seguito della dismissione del vecchio ICP-MS Thermo le successive campagne sono state effettuate presso la sede di Priolo Gargallo (SR) utilizzando Agilent 7900 ICP-MS con autocampionatore Agilent SPS 4 Autosampler. Le analisi sono effettuate in modalità No Gas per i metalli Berillio, Boro e Mercurio; mentre per il resto dei metalli si procede in modalità He (che sarebbe equiparabile alla modalità KED dell'ICP-MS Thermo).

Il campione d'acqua viene ridotto di volume dopo ebollizione su piastra riscaldante, si esegue un'acidificazione e una lettura in ICP-MS col metodo EPA6020B:2014, utilizzando acidi di grado analitico.

I campioni vengono analizzati in batch contenenti 20 campioni ciascuno riportanti la seguente struttura.

Bianco di calibrazione

Retta di calibrazione (6 punti)

ICV ( $\pm 10\%$ )

CCB ( $<1/2$  LOQ)

SIC

MB ( $<1/2$  LOQ)

LCS ( $\pm 20\%$ )

LCSD ( $\pm 20\%$ )

10 campioni

CCV ( $\pm 10\%$ )

CCB ( $<1/2$  LOQ)

10 campioni

MS ( $\pm 25\%$ )

MSD ( $\pm 25\%$ )

CCV ( $\pm 10\%$ )

CCB ( $<1/2$  LOQ)



## AGROLAB Italia S.r.l.

Via Retrone 29/31, 36077 Altavilla Vicentina VI, Italy  
 Tel.: +39 0444 349040, Fax: +39 0444 349041  
[altavilla@agrolab.it](mailto:altavilla@agrolab.it) [www.agrolab.it](http://www.agrolab.it)



### Bianco di calibrazione

Il Bianco di calibrazione è una soluzione preparata con le medesime modalità degli standard di calibrazione ma priva degli analiti di interesse.

### Standard di calibrazione

Soluzioni utilizzate per la calibrazione dello strumento, preparate da stock solution o da standard certificati.

### Verifica iniziale della curva di Calibrazione (ICV)

Il ICV è la soluzione per la verifica della curva, cioè uno standard di controllo preparato da sorgente diversa (altro lotto) dei punti di curva, utilizzato per verificare inizialmente la taratura.

### Soluzione di controllo delle interferenze (SIC)

E' una soluzione contenente concentrazioni note di elementi ricercati e le possibili interferenze. La determinazione corretta degli analiti dimostra l'assenza d'interferenze.

### Bianco del metodo (MB)

Il Bianco del metodo è costituito da una matrice pulita sottoposta allo stesso trattamento del campione, sia per quanto riguarda la preparazione, sia per quanto riguarda l'analisi. Viene utilizzato per evidenziare l'assenza di contaminazioni durante la preparazione e l'analisi del batch dei campioni. Deve essere inferiore alla metà del primo punto della retta di calibrazione.

### Campione di Controllo del laboratorio (LCS) e duplicato (LCSD)

Il Campione di controllo del laboratorio è costituito da una matrice pulita a cui viene aggiunta una concentrazione nota degli analiti di interesse. Di norma per ogni batch analitico vengono preparate due soluzioni di controllo.

### Verifica della curva di calibrazione (CCV)

Il CCV è la soluzione per la verifica della curva, cioè uno standard di controllo preparato dalla solita sorgente dei punti di curva, utilizzato per verificare periodicamente la taratura. Il suo valore è vicino alla concentrazione mediana del range di taratura.

### Controllo Continuativo del Bianco (CCB)

o Continuing Calibration Blank, (CCB) sono bianchi di calibrazione letti come campioni, e che devono risultare inferiori alla metà del primo punto di calibrazione. La loro conformità accerta l'assenza di contaminazioni strumentali.

### Aggiunta dell'analita (MS e MSD)

L'aggiunta dell'analita è costituita da un campione analitico a cui viene aggiunta un'aliquota nota di materiale di riferimento contenente gli stessi analiti presenti nel campione in analisi, e che viene sottoposto alla stessa procedura di analisi del campione. Viene utilizzato per valutare le interferenze di matrici del campione e il recupero degli analiti.