



**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 Finale 2022

RAPPORTO n. 21

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

CECILIA BALESTRA

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
F. de Amorim	OGS	Campionamento in mare ed elaborazione dati CTD
C. Balestra	OGS	Elaborazione dati inquinanti
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
M. Bazzaro	OGS	Campionamento in mare, analisi ed elaborazione dati per ossigeno disciolto, TSM
M. Bordiga	OGS	Campionamento in mare
V. Natali	OGS	Campionamento in mare
V.A. Laudicella	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	Campionamento in mare; Analisi clorofille
M. Cannavacciuolo	SZN	Campionamento in mare
M. Pansera	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.....	28
3.1.3.	PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO	43
3.1.4.	IDROCARBURI TOTALI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX 56	
3.1.5.	GLICOLE ETILENICO.....	64
3.1.6.	METALLI PESANTI.....	65
3.1.7.	CONSIDERAZIONI DI SINTESI.....	73
3.1.7.1	Indagini fisiche, chimiche e biologiche	73
3.1.7.2	Indagini sugli inquinanti	77
3.2.	MISURE CORRENTOMETRICHE	87
4.	CONCLUSIONI	90
5.	BIBLIOGRAFIA	93
	ALLEGATI	I
A1	II
A2	XIII
A3	XVIII



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 2022.

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

* 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.

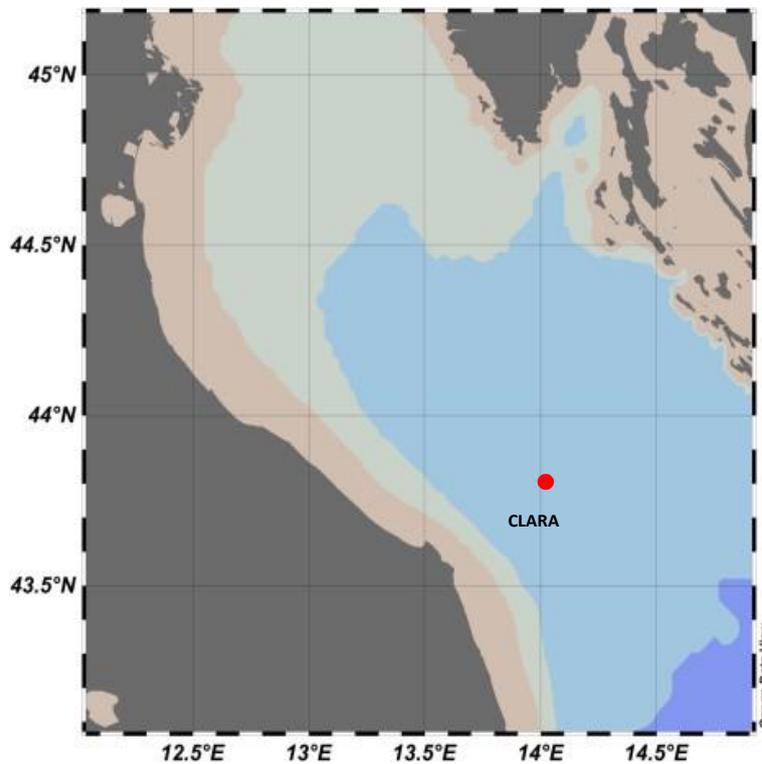


Fig. 2.1 - Ubicazione della piattaforma Clara NW.

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 2022 sono state condotte 2 campagne di monitoraggio dell'area interessata nel 1° semestre (marzo e maggio) nel e 3 campagne nel 2° semestre (luglio, novembre e dicembre).

Il campionamento, come da disciplinare tecnico, è stato effettuato in 8 stazioni disposte a croce lungo le direttrici NW-SE e NE-SW e aventi come punto di intersezione la piattaforma. 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.

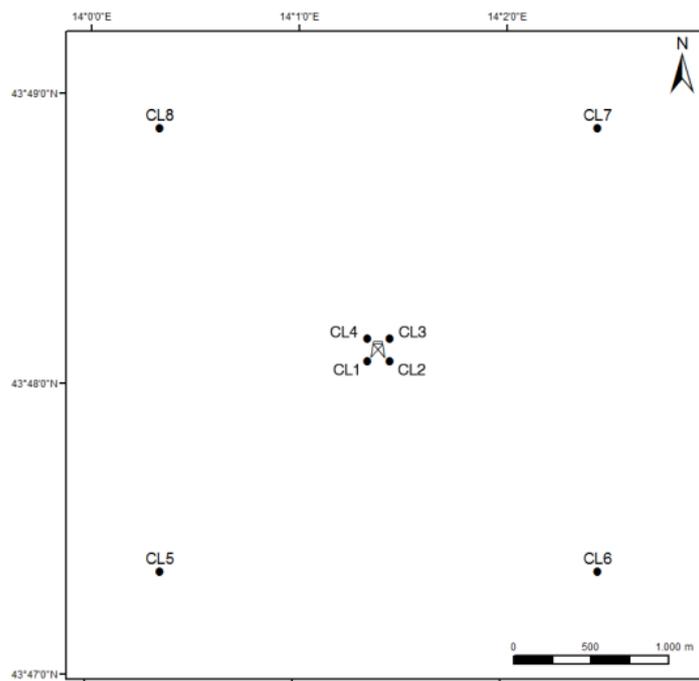


Fig. 2.2 - Schema di campionamento adottato nella fase di produzione della piattaforma Clara NW per le indagini idrologiche.



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 5 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 Ortofossato;
- 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 2022 i dati correntometrici in prossimità della piattaforma Clara sono stati raccolti mediante un ormeggio correntometrico sommerso posizionato in prossimità della struttura (coordinate 43° 48,3150’ N, 014° 01,436’ E) su un fondale di circa 74 m.

È stato utilizzato un ormeggio costituito correntometro acustico Teledyne RDI in questo caso sono stati utilizzati in periodi diversi due modelli un Sentinel V e un Sentinel WH, 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).

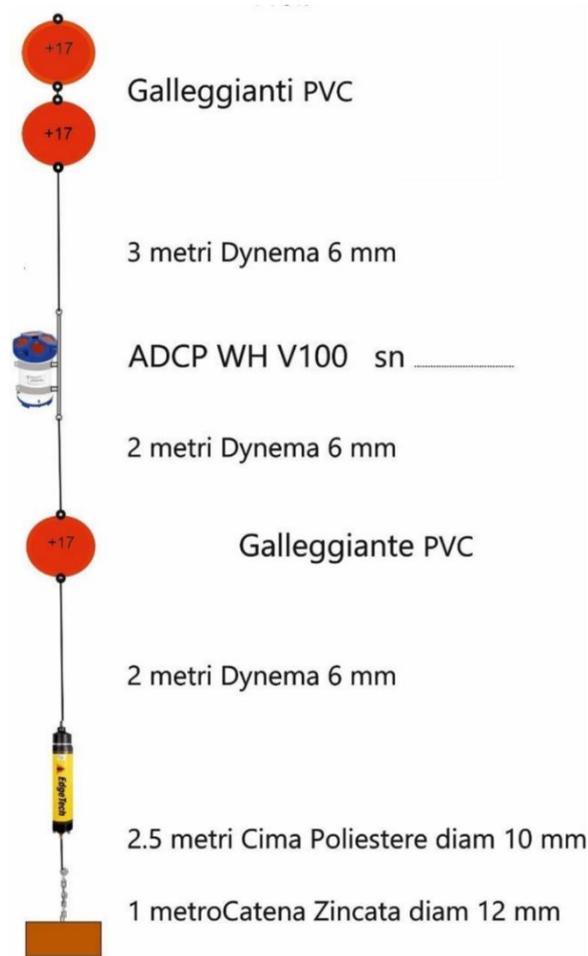


Fig. 2.3 – Schema dell’ormeggio correntometrico utilizzato presso la piattaforma Clara NW.

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 cm/s e la risoluzione di 0,1 cm/s. 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. La serie temporale riportata in questa relazione fa riferimento a più periodi di registrazione differenti. I dati sono stati successivamente processati in modo da ottenere un’unica serie temporale ai fini di facilitare la rappresentazione grafica.



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.



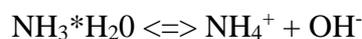
Nutrienti inorganici – per la determinazione dei nutrienti inorganici (nitriti, nitrati, ammonio, ortofosfati e silicati), i campioni di acqua di mare sono stati filtrati a bordo, mediante siringa, su filtri di fibra di vetro (Watman GF/F, porosità nominale 0,7 µm e Ø 47 mm), pre-combusti a 450°C per 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 (NO₂) è stata determinata attraverso una reazione di diazocopulazione che produce un composto azotato rosso-violaceo, letto a 520 nm.

I nitrati (NO₃) 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 (NH₃) e l’ammonio (NH₄⁺) 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 (NH₄⁺) e solo il 5% si trova come ammoniaca (NH₃). 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 (NH₄).

Il fosforo reattivo (PO₄) 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)₄) 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:

- NO₂: 0,01 µM



- NO₃: 0,02 µM
- NH₄: 0,02 µM
- PO₄: 0,01 µM
- Si(OH)₄: 0,02 µM

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 µm e 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 Å µM). L'estratto è stato iniettato attraverso un loop di 200 µL e l'eluizione ha previsto un flusso pari a 1 ml 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 μm e \varnothing 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°C fino al momento dell'analisi. La determinazione in laboratorio del peso secco totale è avvenuta per via gravimetrica, dopo essiccazione a 60°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 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 è 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 Perkin Elmer Nexion 350X con Autocampionatore MASN8140044 ESI e sistema di eliminazione interferenze UCT, utilizzato in modalità KED (cella di collisione) (All. A1-VI). Per le campagne di marzo e dicembre 2022 è stato utilizzato un ICP-MS Agilent 7900 Series come descritto nella nota tecnica (All. A2). La differenza tra i limiti di rilevabilità dei metalli (Tab. 2-III) è dovuta all'utilizzo di strumentazione diversa nelle determinazioni analitiche delle diverse campagne di monitoraggio, in quanto, come riportato nella nota "Nota tecnica inerente le analisi dei contaminanti" (All.A2), a causa di indisponibilità temporanea di strumenti del laboratorio di analisi, le stesse sono state eseguite con uno strumento diverso.

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.

Parametro	Metodica	UM	LR Marzo e maggio	LR Luglio e novembre	LR Dicembre
<i>Metalli</i>					
Alluminio	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	0,1	0,1	6,8
Arsenico	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	0,1	0,1	0,037
Bario	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	0,1	0,1	0,69
Cadmio	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	0,1	0,1	0,16
Cromo totale	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	0,1	0,1	0,22
Ferro	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	5	5	4,9
Indio	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	0,1	0,1	0,08
Mercurio	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	0,05	0,05	0,01
Nichel	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	0,1	0,1	0,14
Piombo	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	0,1	0,1	0,14
Rame	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	0,1	0,1	0,51
Vanadio	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	0,1	0,1	0,31
Zinco	EPA 6020B 2014	µg L ⁻¹	0,1	0,1	2,4
Silicio	EPA 200.7 1994	mg L ⁻¹	0,021	0,021	0,021-0,5*
<i>BTEX</i>					
Benzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L ⁻¹	0,01	0,01	0,01
Etilbenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L ⁻¹	0,01	0,01	0,01
Stirene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L ⁻¹	0,01	0,01	0,01
Toluene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L ⁻¹	0,05	0,05	0,05
Xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L ⁻¹	0,02	0,01	0,01
<i>ALTRE SOSTANZE</i>					
Idrocarburi policiclici aromatici	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg L ⁻¹	0,0028 ^x	0,0028 ^x	0,0028 ^x
idrocarburi alifatici C10-C32	EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007	µg L ⁻¹	23	23	23
Idrocarburi totali (espressi come n-esano) Calcolo	EPA 5021A 2014 + EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007	µg L ⁻¹	31 ^x	31 ^x	31 ^x
Glicole monoetilenico	EPA 8015D 2003	mg L ⁻¹	2,2	1,5	1,5

*0,5= in alcuni campioni LOD/LOQ sono stati alzati a causa della presenza di interferenti nella matrice analizzata

^x Le sommatorie sono state calcolate 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.



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 (C₁₀ H₂₂) e del n-tetracontano (C₄₀ H₈₂) (frazione estraibile);
- b) singoli idrocarburi, determinati mediante spazio di testa e analisi in gascromatografia con rivelatore FID, compresi tra n-pentano (C₅ H₁₂) e n-decano (C₁₀ H₁₂) inclusi (frazione volatile).

Analisi frazione volatile: il metodo è applicabile a una vasta gamma di composti organici che hanno una volatilità sufficientemente elevata 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'imbutto 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.

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).

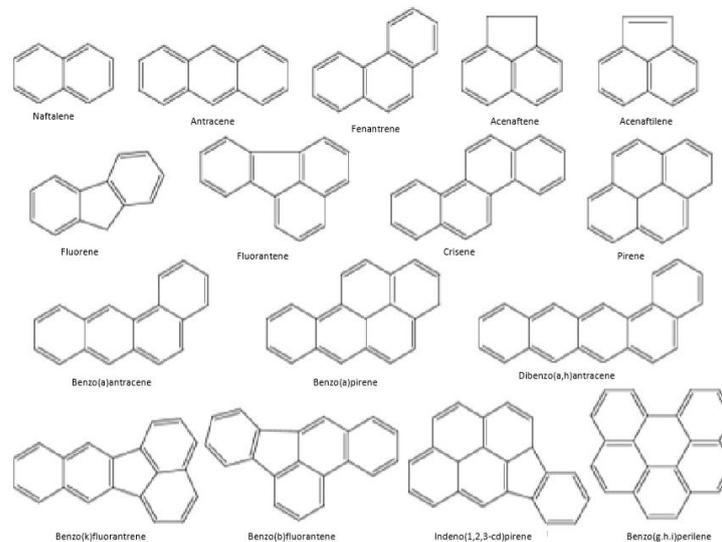


Fig. 2.4 – I 16 IPA prioritari secondo l’US-EPA.

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

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

Nella campagna di **marzo 2022** (fig. 3.1) le distribuzioni della temperatura (media $12,00 \pm 0,21^\circ\text{C}$) e della salinità (media $38,93 \pm 0,01$ psu) sono risultate quasi completamente omogenee su tutta la colonna d'acqua.

La torbidità ha presentato valori molto bassi ed omogenei in tutta la colonna d'acqua e in tutte le stazioni fino circa 60 m di profondità (media $0,8 \pm 0,1$ mg L⁻¹), seguiti da un rapido aumento fino ai massimi al fondo (massimo assoluto pari a 3,0 mg L⁻¹ in CL7).

Anche l'ossigeno disciolto alla saturazione è risultato piuttosto uniforme in tutta l'area d'indagine (media $100,6 \pm 1,2\%$).

Le mappe areali (fig. 3.2) confermano quanto osservato con i profili verticali, evidenziando la sostanziale omogeneità lungo la colonna d'acqua sia di temperatura (media in superficie $12,58 \pm 0,11^\circ\text{C}$; media al fondo $11,82 \pm 0,02^\circ\text{C}$) che di salinità (media in superficie $38,92 \pm 0,01$ psu; media al fondo $38,93 \pm 0,01$ psu).

Anche per la fluorescenza (fig. 3.3) sono stati registrati valori piuttosto bassi ed uniformi lungo tutta la colonna (media $0,5 \pm 0,1$ µg L⁻¹), con un debole picco a circa 40 m di profondità in tutte le stazioni (massimo 0,8 µg L⁻¹ nella stazione CL3).

A **maggio 2022** (fig. 3.4) la distribuzione di temperatura ha seguito l'andamento stagionale mostrando una stratificazione piuttosto pronunciata della colonna d'acqua in tutta l'area d'indagine, con valori più elevati in superficie (massimo 21,71 in CL3), in progressiva diminuzione con i minimi al fondo (minimo $12,23^\circ\text{C}$ in CL5).

La distribuzione di salinità è risultata piuttosto variabile tra le stazioni nei primi 20 m di profondità, con i valori minimi registrati in superficie (minimo 38,69 psu in CL5), i massimi a circa 15 m di profondità in tutte le stazioni (massimo 38,98 psu in CL6) e valori medi uniformi nel resto della colonna d'acqua (media $38,89 \pm 0,02$ psu).

La torbidità ha presentato valori molto omogenei nell'intera area d'indagine fino a circa 60 m di profondità (media $1,0 \pm 0,0$ mg L⁻¹), in rapido incremento fino a raggiungere i massimi al fondo (massimo 1,7 mg L⁻¹ in CL4).

L'ossigeno disciolto alla saturazione è stato $>100\%$ fino a circa 70 m di profondità, con valori piuttosto elevati intorno ai 20 m in tutte le stazioni (massimo 112,3% in CL4) e minimi al fondo (minimo 89,5% in CL5).

Le mappe areali (fig. 3.5) mettono in evidenza quanto osservato con i profili verticali, ossia il sostanziale incremento di temperatura con l'aumentare della profondità (media di $21,49 \pm 0,19^\circ\text{C}$ e di $12,26 \pm 0,02^\circ\text{C}$ in superficie e al fondo, rispettivamente). La salinità ha fatto registrare un debole gradiente N-S in superficie ($\Delta s \sim 0,21$ psu) e valori uniformi ed elevati al fondo (media $38,94 \pm 0,00$ psu).

La fluorescenza (fig. 3.6) è risultata molto bassa in superficie ($<0,1 \mu\text{g L}^{-1}$), in aumento fino ad un picco intorno a 60 m di profondità (massimo $2,1 \mu\text{g L}^{-1}$, stazione CL6), in successiva rapida diminuzione verso il fondo.

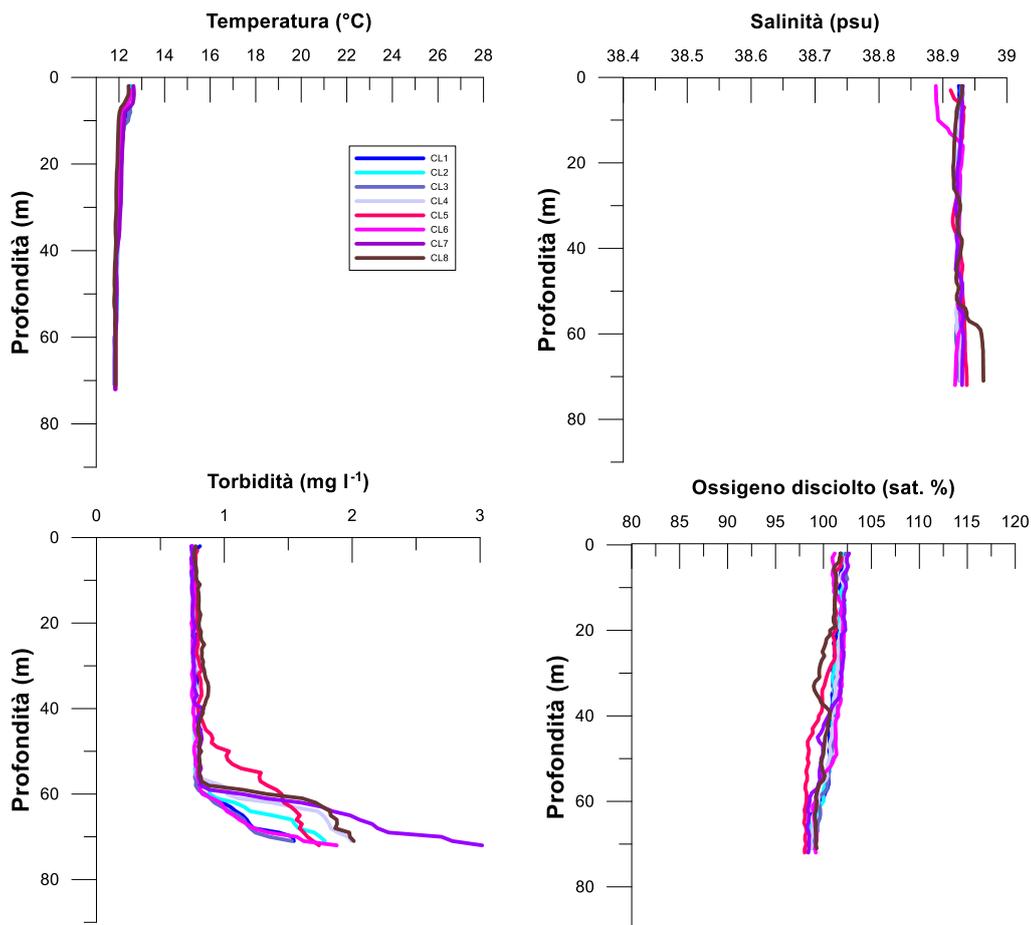


Fig. 3.1 - Profili di temperatura ($^\circ\text{C}$), salinità (psu), torbidità (mg L^{-1}) e ossigeno disciolto in % di saturazione (sat %). **Marzo 2022.**

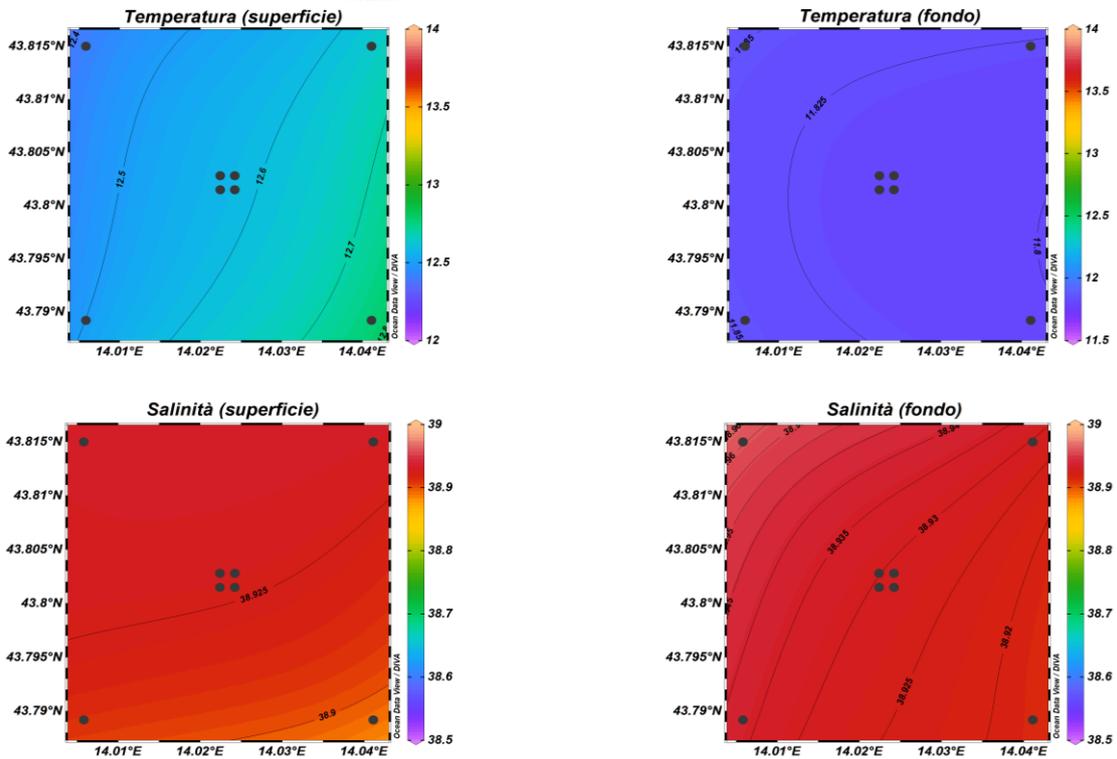


Fig. 3.2 - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Marzo 2022**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

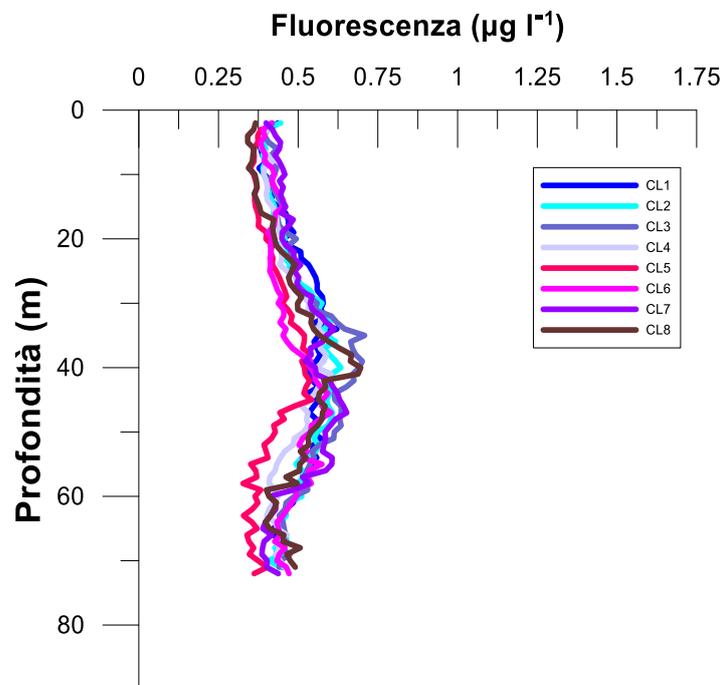


Fig. 3.3 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g L}^{-1}$). **Marzo 2022**.

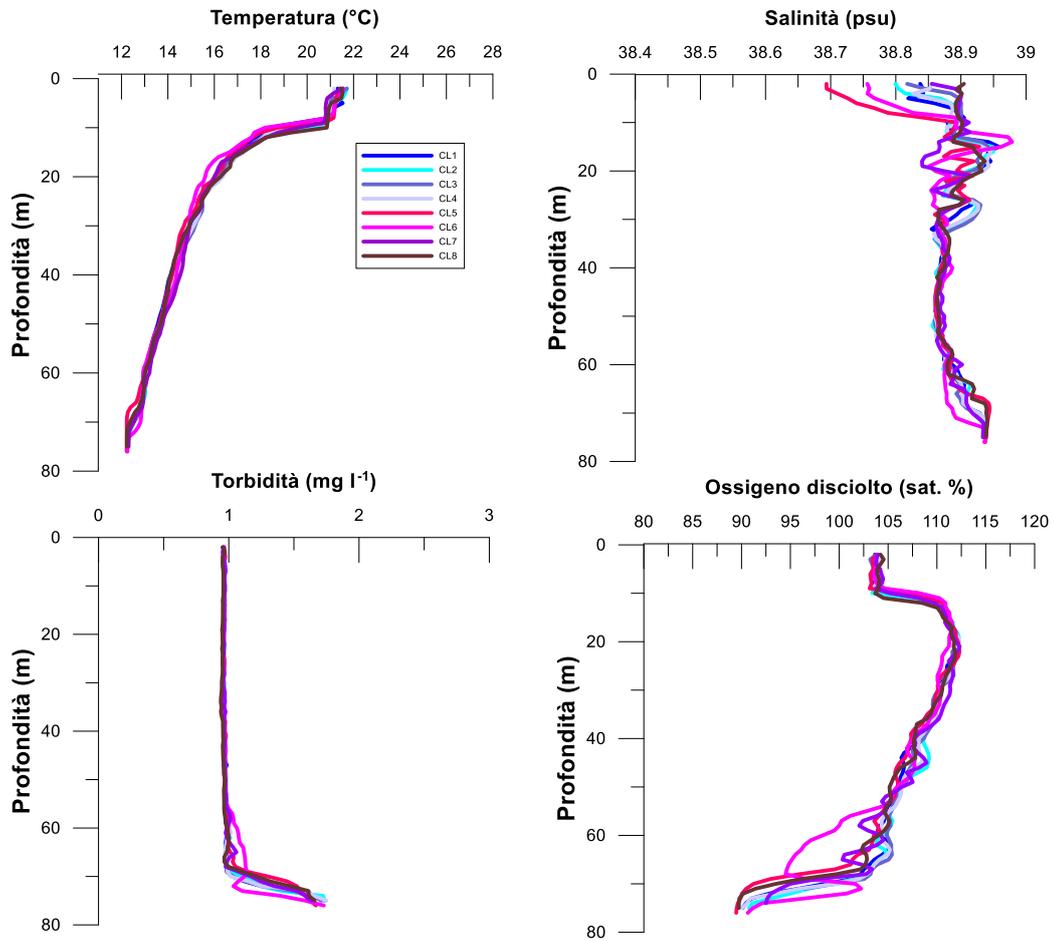


Fig. 3.4 - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L⁻¹) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). **Maggio 2022.**

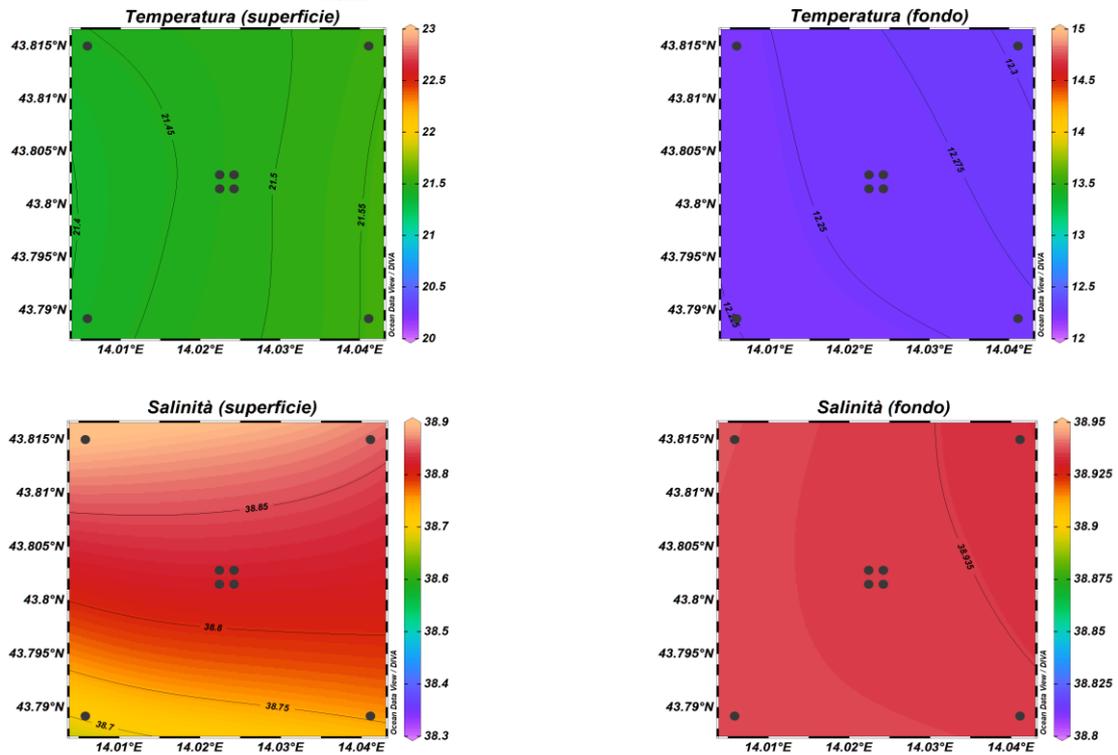


Fig. 3.5 - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Maggio 2022**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

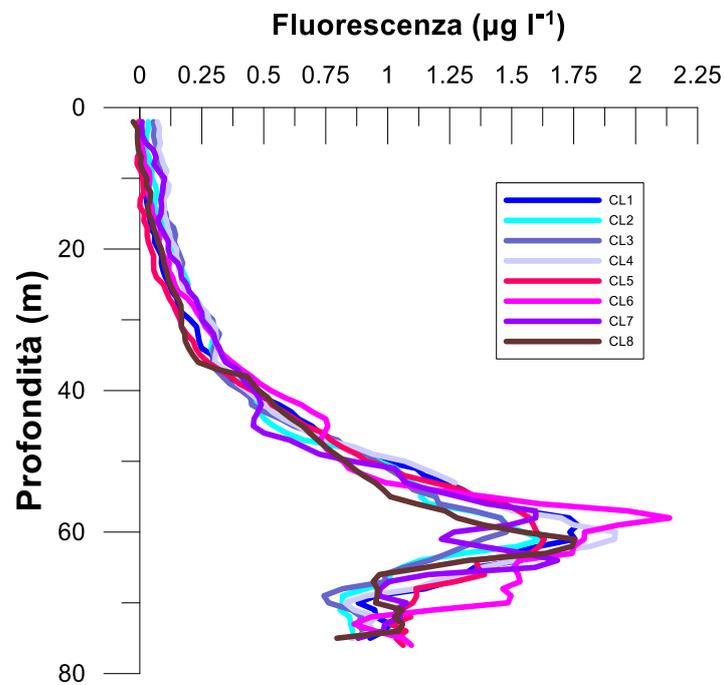


Fig. 3.6 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g L}^{-1}$). **Maggio 2022**.



A **luglio** (fig. 3.7) la distribuzione dei valori di temperatura ha mostrato la caratteristica stratificazione verticale stagionale in tutte le stazioni di campionamento, con valori massimi e omogenei registrati in superficie (media $27,71 \pm 0,17^\circ\text{C}$), un termoclino ben sviluppato tra i 10 e 20m di profondità e valori progressivamente decrescenti e valori minimi uniformi al fondo (media $13,51 \pm 0,12^\circ\text{C}$).

Valori molto elevati di salinità sono stati rilevati in superficie in tutte le stazioni (massimo registrato nella stazione CL8 39,20 psu), è stata registrata una rapida diminuzione fino ai valori minimi poco sopra i 20m di profondità (minimo 38,10 psu, stazione CL7), e una distribuzione piuttosto uniforme fino al fondo (media $38,78 \pm 0,03$ psu).

La torbidità ha fatto registrare valori molto bassi ed omogenei in tutta la colonna d'acqua e in tutte le stazioni fino circa 65m di profondità (media $<0,3 \text{ mg L}^{-1}$), seguiti da un rapido aumento fino ai valori massimi al fondo (massimo $0,9 \text{ mg L}^{-1}$, stazione CL7).

L'ossigeno disciolto alla saturazione è risultato alquanto omogeneo nei primi 15m di profondità (media $107,4 \pm 1,5\%$), in rapido aumento fino ai valori massimi intorno a 20m (massimo $127,9\%$, stazione CL6) e valori progressivamente decrescenti fino al fondo, dove sono stati registrati i valori minimi (minimo $89,5\%$, stazione CL6).

Le mappe areali (fig. 3.8) hanno mostrato una distribuzione orizzontale piuttosto omogenea di temperatura con valori massimi in superficie (media $27,78 \pm 0,11^\circ\text{C}$) e con valori minimi al fondo (media $13,32 \pm 0,07^\circ\text{C}$). Analogamente, la salinità è risultata omogenea e con valori massimi superficiali (media $39,16 \pm 0,04$ psu), e valori più bassi al fondo (media $38,85 \pm 0,01$ psu).

La fluorescenza (fig. 3.9) ha fatto rilevare valori generalmente molto bassi ed uniformi dalla superficie fino a circa 60m di profondità (media $<0,2 \mu\text{g L}^{-1}$), seguito da un aumento fino ai valori massimi al fondo (massimo $1,5 \mu\text{g L}^{-1}$, stazione CL3).

Nel mese di **novembre** (fig. 3.10) dai profili verticali dei valori della temperatura risulta evidente il processo stagionale di rimescolamento delle acque in superficie, con la presenza di uno strato superficiale omogeneo ben sviluppato fino a circa 30m di profondità (media $19,48 \pm 0,06^\circ\text{C}$), seguito da una progressiva diminuzione dei valori fino ad uno strato al fondo con valori minimi ed omogenei (minimo $14,18^\circ\text{C}$, stazione CL5).



La distribuzione di salinità ha seguito un andamento analogo, con una distribuzione verticale omogenea a valori elevati fino a circa 30m di profondità (media $39,09 \pm 0,01$ psu), e valori leggermente meno elevati e piuttosto uniformi fino al fondo (media $38,95 \pm 0,03$ psu).

La torbidità ha fatto registrare valori bassi ed omogenei ($<0,4$ mg L⁻¹) fino a circa 55m, in aumento verso valori massimi al fondo (massimo $1,0$ mg L⁻¹, stazione CL6).

Anche i profili verticali di ossigeno disciolto hanno mostrato valori omogenei $>100\%$ fino a circa 30m di profondità (media $98,9 \pm 0,2\%$), seguiti da un picco di massimo registrato nella stazione CL5 ($121,7\%$), in diminuzione fino ad uno strato di fondo con valori minimi ed uniformi (media $85,6 \pm 1,3\%$).

Le mappe areali (fig. 3.11) confermano la presenza di uno strato superficiale omogeneo evidenziano (media $19,48 \pm 0,05$ °C) e valori minimi al fondo (media $14,42 \pm 0,17$ °C), dove è stato rilevato un debole gradiente NE-SW ($\Delta T \sim 0,6$ °C). Analogamente la distribuzione orizzontale della salinità è risultata alquanto omogenea e con valori molto elevati in superficie (media $39,09 \pm 0,01$ psu) e più bassi al fondo (media $38,91 \pm 0,01$ psu).

La fluorescenza (fig. 3.12) è stata caratterizzata da valori bassi ($<0,5$ µg L⁻¹) dalla superficie al fondo in tutte le stazioni di campionamento.

A **dicembre** (fig. 3.13) i profili verticali alquanto omogenei dalla superficie al fondo della temperatura (media $16,50 \pm 0,15$ °C) e della salinità (media $39,03 \pm 0,00$ psu) evidenziano un forte rimescolamento della colonna d'acqua dovuto alla dinamica invernale.

Anche la torbidità è risultata omogenea ovunque fino a circa 65m di profondità (media $0,7 \pm 0,0$ mg L⁻¹), in aumento verso il fondo (massimo $1,4$ mg L⁻¹, stazione CL2).

L'ossigeno disciolto è stato $<100\%$ ovunque, con valori omogenei fino a circa 65m di profondità (media $98,4 \pm 0,6\%$), e con una lieve diminuzione al fondo. Piccole differenze sono state rilevate in profondità nella stazione di controllo CL5.

Le mappe areali (fig. 3.14) confermano quanto osservato con i profili verticali, evidenziando la sostanziale omogeneità nella distribuzione della temperatura in superficie (media $16,65 \pm 0,1$ °C) e al fondo (media $16,11 \pm 0,1$ °C) e i valori elevati ed omogenei della salinità in superficie (media $39,04 \pm 0,00$ psu) e al fondo (media $39,02 \pm 0,00$ psu).

La fluorescenza (fig. 3.15) è stata generalmente uniforme e con valori $<0,5$ µg L⁻¹ dalla superficie al fondo ovunque.

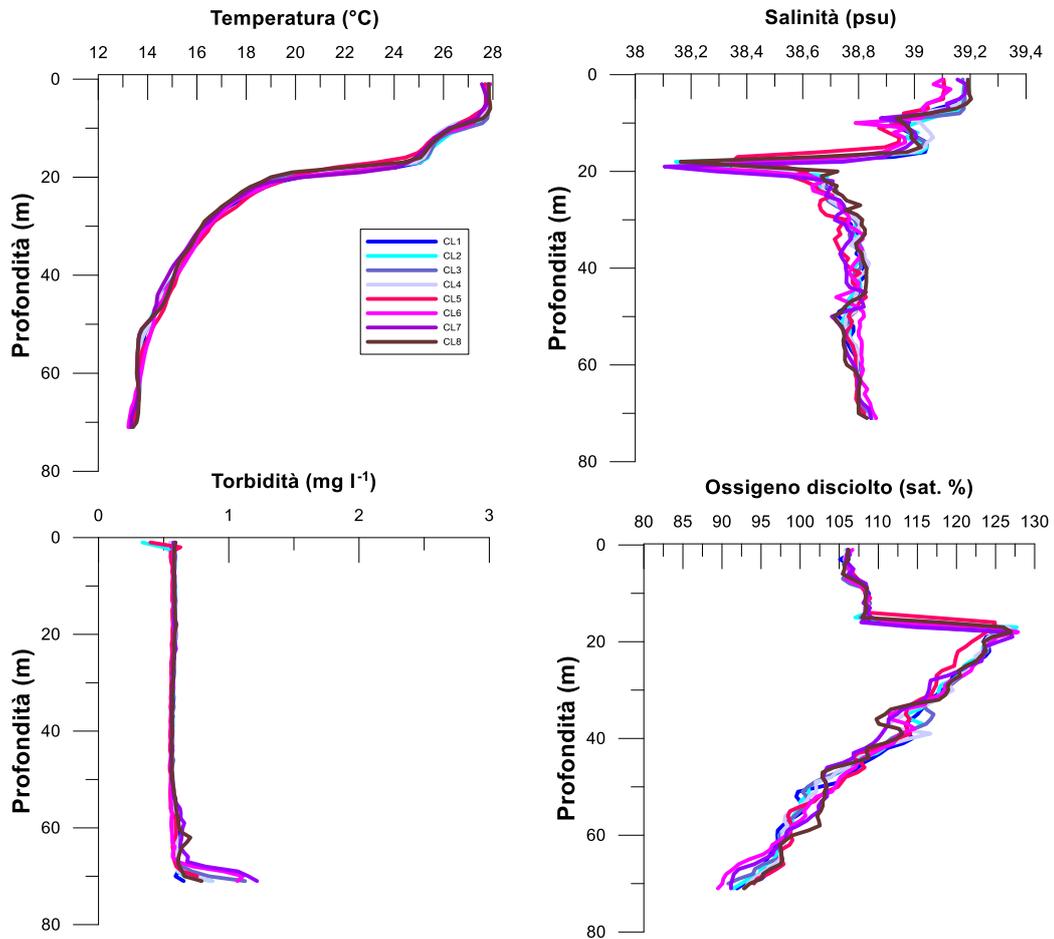


Fig. 3.7 - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L⁻¹) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). Campagna di **Luglio 2022**.

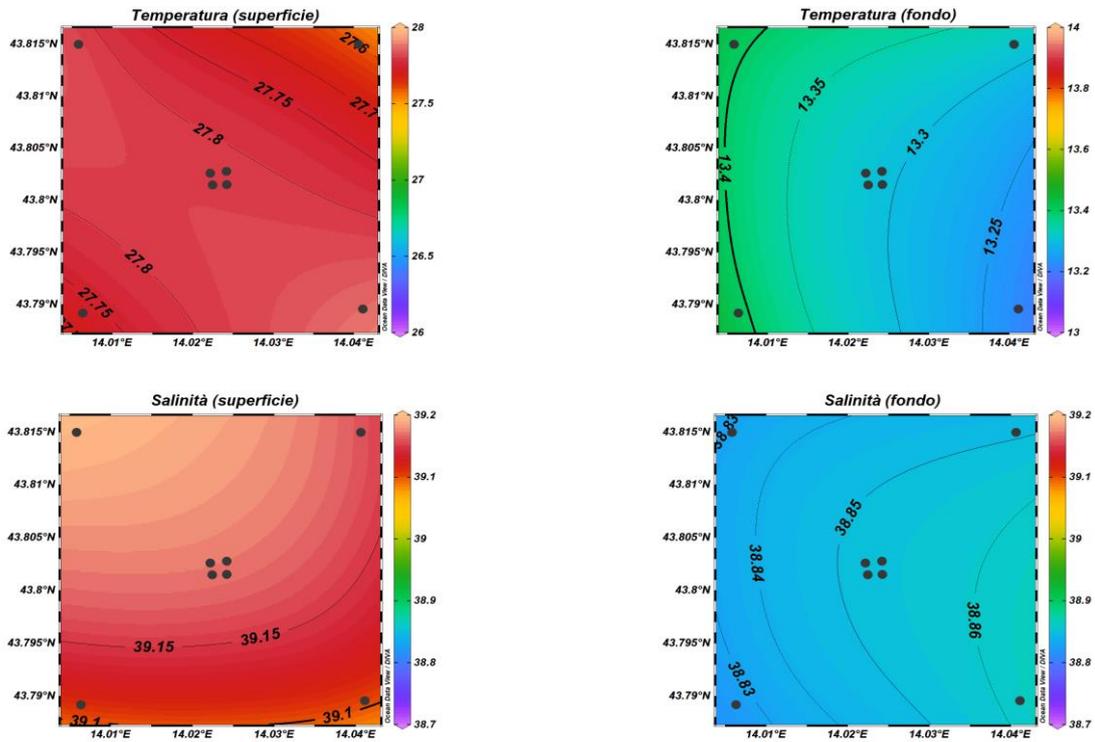


Fig. 3.8 - Mappe areali rappresentanti la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. Campagna di **Luglio 2022**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

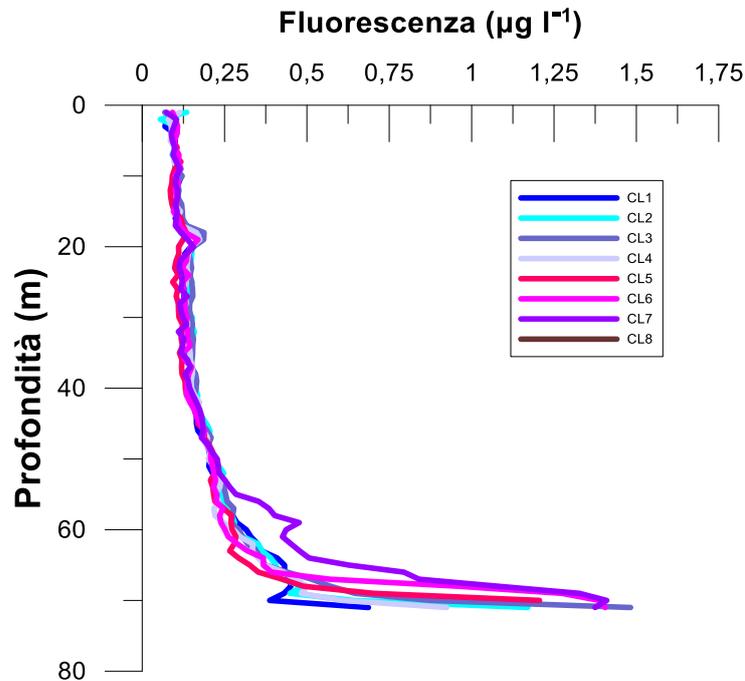


Fig. 3.9 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g L}^{-1}$). Campagna di **Luglio 2022**.

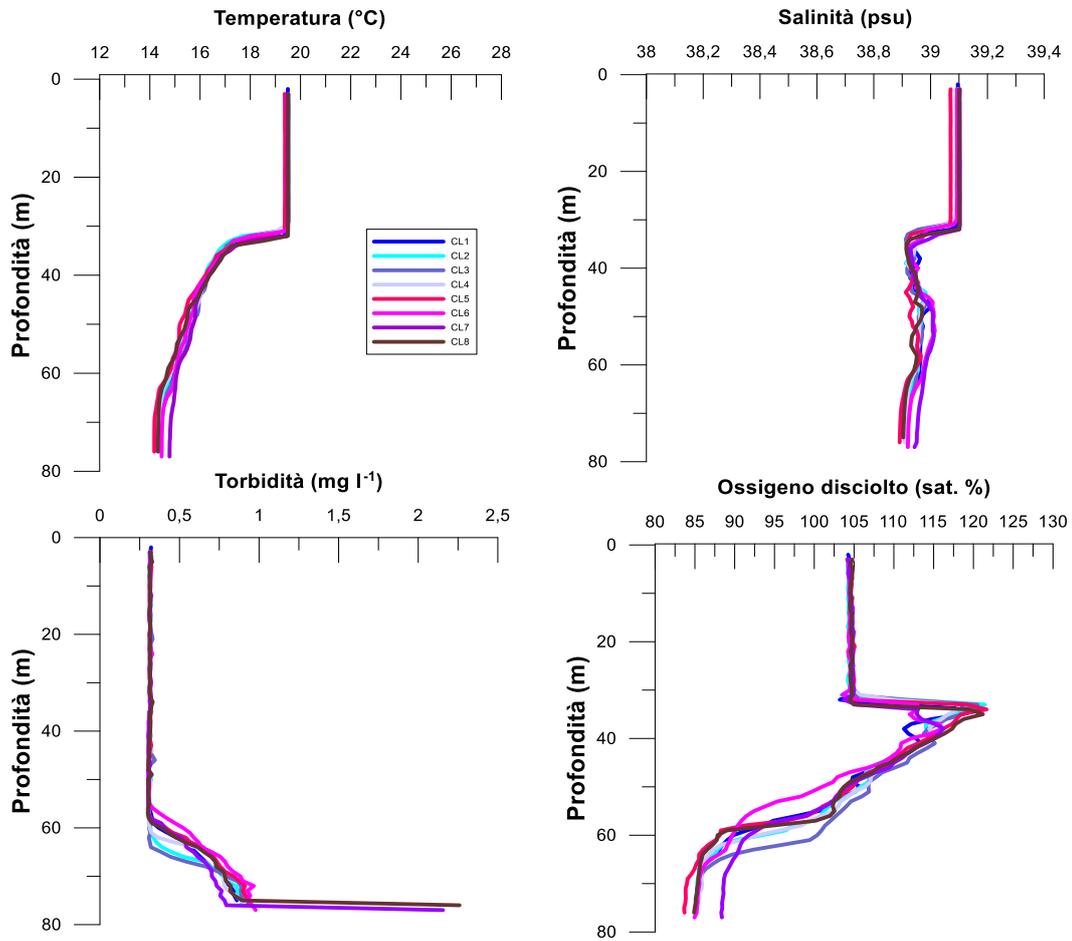


Fig. 3.10 - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L⁻¹) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). Campagna di **Novembre 2022**

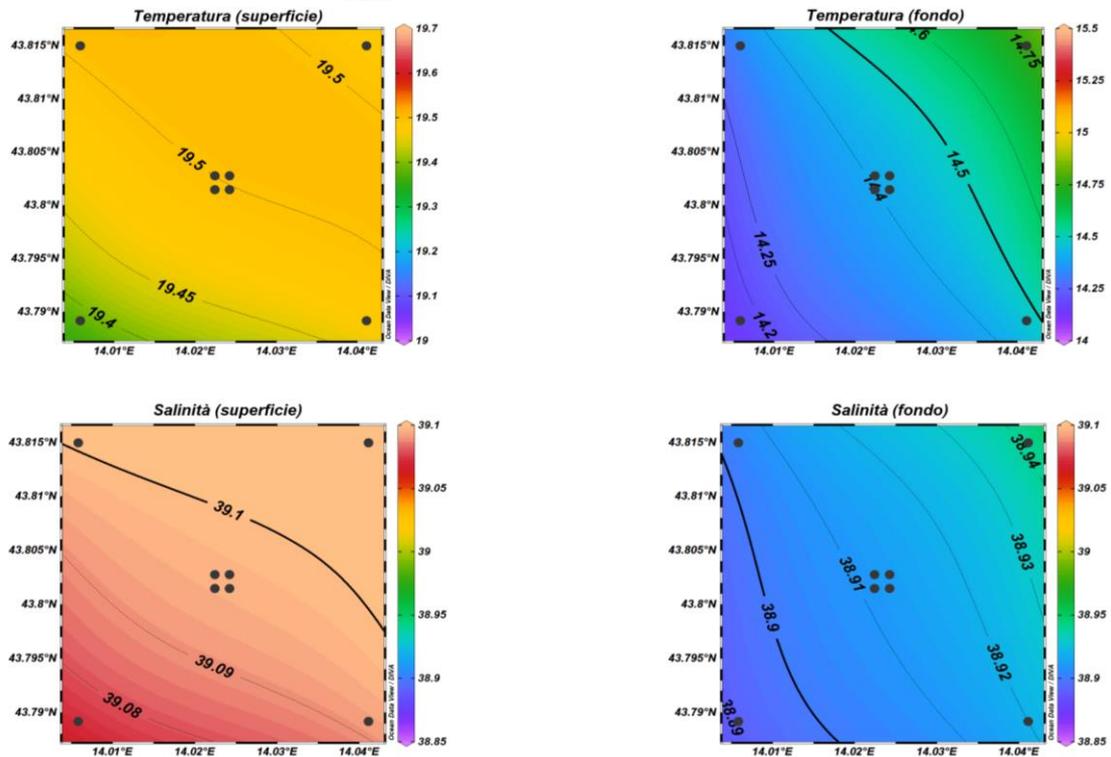


Fig. 3.11 - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. Campagna di **Novembre 2022**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

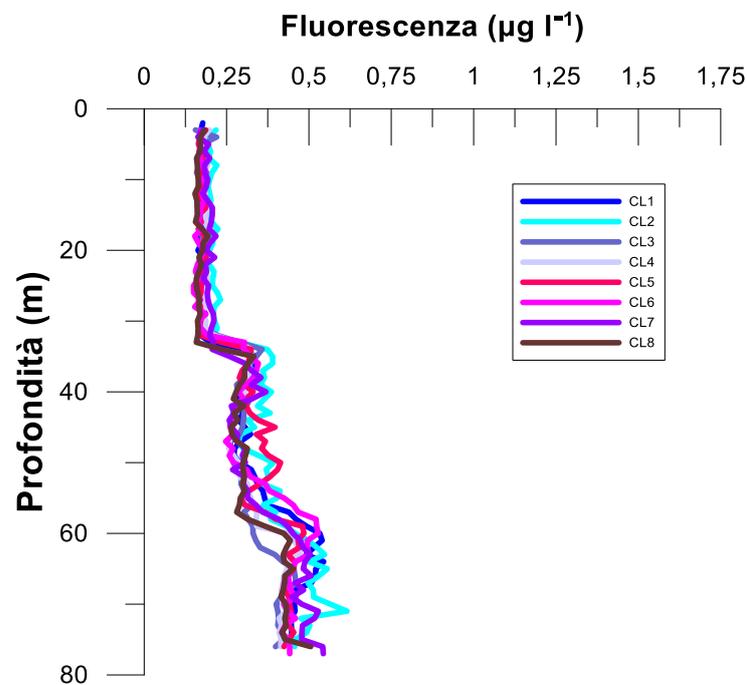


Fig. 3.12 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g L}^{-1}$). Campagna di **Novembre 2022**.

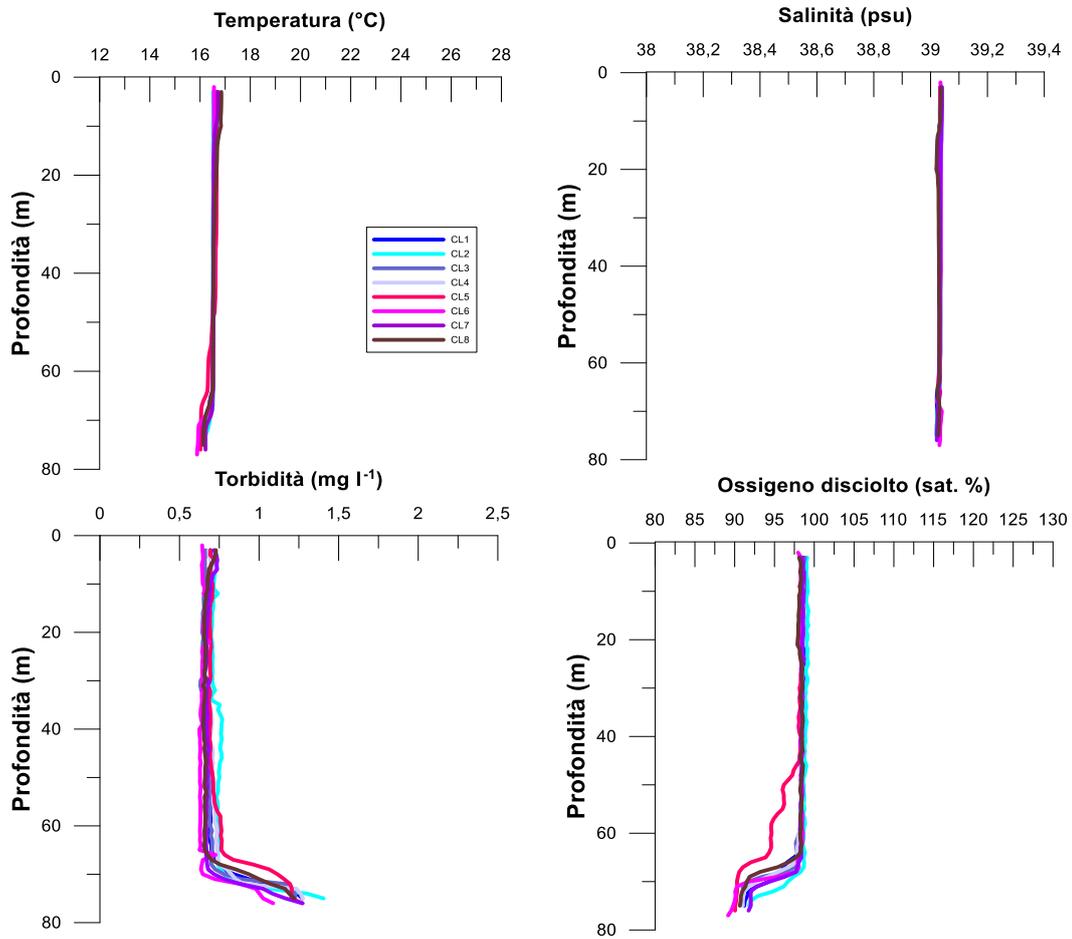


Fig. 3.13 - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L⁻¹) e ossigeno disciolto in % di saturazione (sat %); campagna di **Dicembre 2022**.

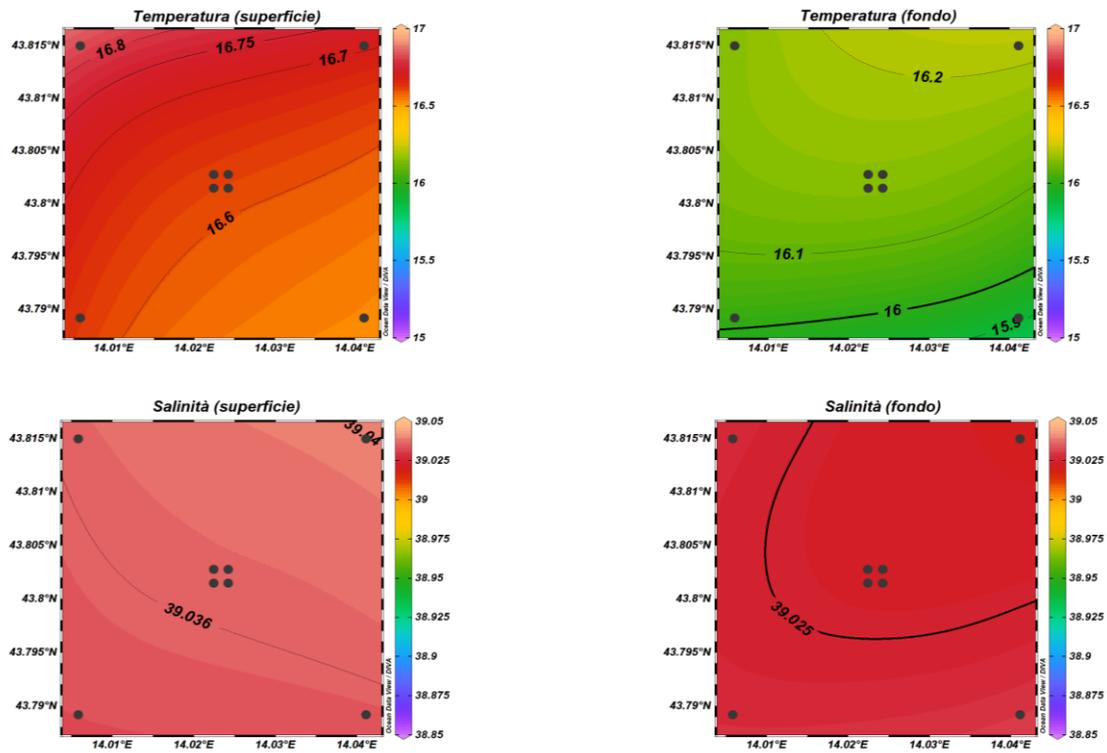


Fig. 3.14 - Mappe areali rappresentanti la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. Campagna di **Dicembre 2022**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

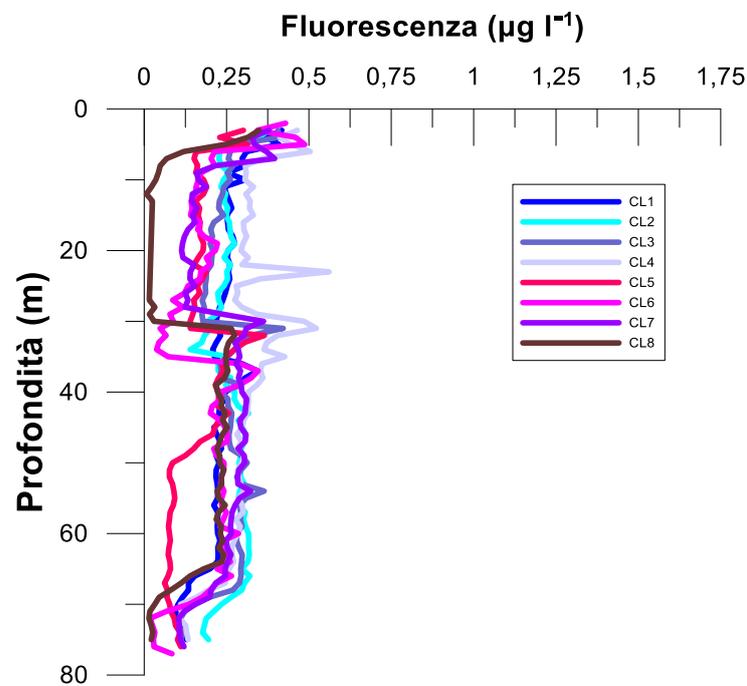


Fig. 3.15 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g L}^{-1}$). Campagna di **Dicembre 2022**.



3.1.2. NUTRIENTI

I risultati relativi ai nutrienti della campagna di **marzo 2022** sono graficati nelle figure 3.16a, 3.16b e 3.17. Le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a $0,20 \pm 0,05$ μM per i nitrati (NO_3), $0,20 \pm 0,09$ μM per i nitriti (NO_2) e $0,03 \pm 0,02$ μM per l'ammonio (NH_4). In generale, le concentrazioni più elevate hanno caratterizzato le acque di fondo. Il valore massimo di NO_3 ($0,31$ μM) è stato osservato infatti al fondo di CL5, mentre la concentrazione media calcolata per questa quota è risultata pari a $0,27 \pm 0,04$ μM . Il minimo di NO_3 ($0,13$ μM), invece, è stato riscontrato nella superficie di CL3. Per quanto riguarda NO_2 le concentrazioni più elevate sono state osservate nelle acque di fondo di tutte le stazioni ($0,33 \pm 0,04$ μM), il massimo ($0,39$ μM) al fondo di CL5, mentre il minimo ($0,09$ μM) in superficie di CL4. La concentrazione più elevata di NH_4 ($0,09$ μM) è stata misurata a 20 m in CL3, mentre valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale hanno caratterizzato quote variabili di tutte le stazioni.

Per i fosfati (PO_4) non sono stati osservati particolari andamenti e le concentrazioni sono risultate piuttosto contenute nell'intera area (media, $0,02 \pm 0,01$ μM ; massimo, $0,04$ μM in CL3 a 20 m) poiché valori uguali o inferiori al limite di rilevabilità strumentale hanno caratterizzato variabilmente le quote di tutte le stazioni.

La concentrazione media di $\text{Si}(\text{OH})_4$ è risultata pari a $1,87 \pm 0,17$ μM e valori moderatamente più elevati ($2,03 \pm 0,10$ μM) hanno caratterizzato le quote di fondo di tutte le stazioni. Il massimo ($2,07$ μM) è stato misurato a 40 m in CL7, mentre il minimo ($1,45$ μM) è stato osservato in superficie in CL4.

I risultati relativi ai nutrienti della campagna di **maggio 2022** sono graficati nelle figure 3.18a, 3.18b e 3.19. Le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a $0,29 \pm 0,46$ μM per NO_3 , $0,04 \pm 0,04$ μM per NO_2 , $0,02 \pm 0,01$ μM per NH_4 . Valori più elevati di NO_3 e NO_2 sono stati misurati al fondo, mentre per NH_4 non è stato osservato alcun andamento particolare. La concentrazione media di NO_3 al fondo è risultata pari a $1,05 \pm 0,18$ μM , mentre il massimo assoluto ($1,36$ μM) è stato misurato in CL5 sempre in questa quota. Valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale hanno caratterizzato la superficie, i 20 e i 40 m delle stazioni CL3 e CL4. La concentrazione media di NO_2 al fondo è risultata pari a $0,10 \pm 0,02$ μM , e il massimo ($0,13$ μM) è stato misurato al fondo di CL7. Valori inferiori o uguali al limite di rilevabilità strumentale hanno caratterizzato variabilmente le

stazioni CL3, CL5, CL6, CL7 e CL8 tra la superficie e i 40 m di profondità. Le concentrazioni di NH_4 sono variate tra valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale, riscontrati in tutte le stazioni a quote variabili, e un massimo di $0,06 \mu\text{M}$, misurato al fondo di CL6.

Per quanto riguarda i fosfati (PO_4), le concentrazioni sono risultate piuttosto contenute poichè comprese tra valori prossimi o inferiori al limite di rilevabilità strumentale e $0,03 \mu\text{M}$ (al fondo di CL2 e CL3), fatta eccezione per il massimo ($0,08 \mu\text{M}$) misurato al fondo di CL6. La concentrazione media di $\text{Si}(\text{OH})_4$ è stata di $1,57 \pm 1,05 \mu\text{M}$, mentre valori più elevati sono stati rilevati nelle acque di fondo ($3,33 \pm 0,23 \mu\text{M}$). Il massimo ($3,60 \mu\text{M}$) è stato osservato infatti in questa quota in CL5, mentre il minimo ($0,65 \mu\text{M}$) ha caratterizzato CL4 a 20 m.

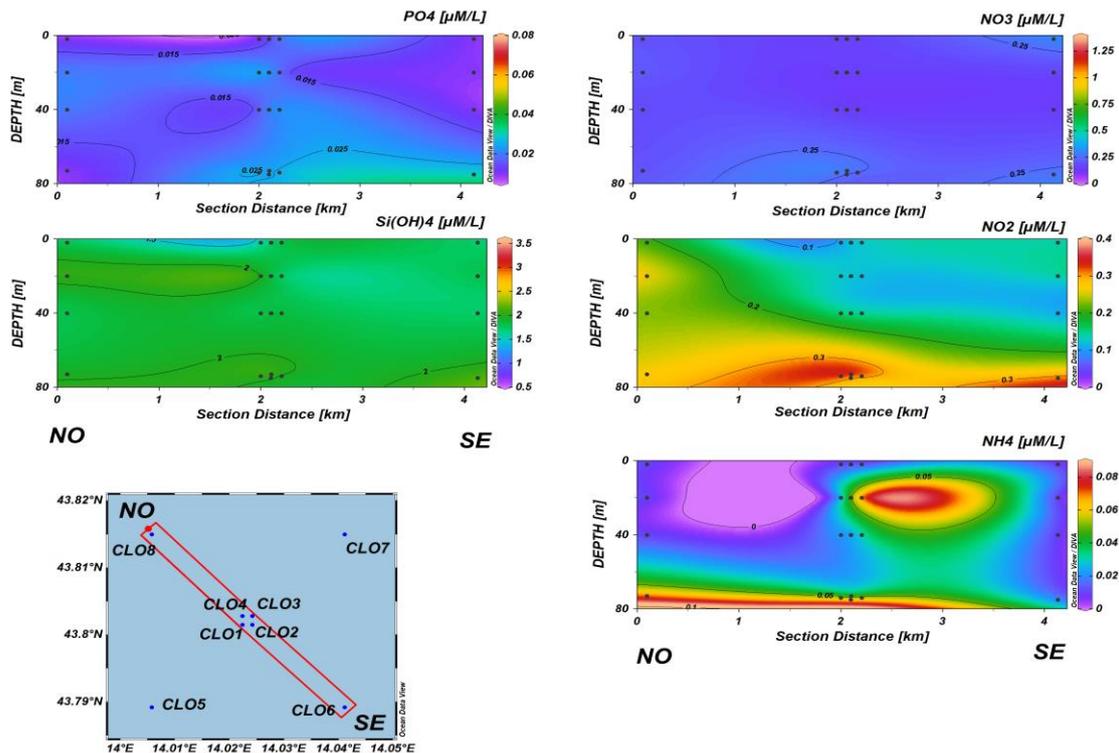


Fig. 3.16a - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($\text{Si}(\text{OH})_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Marzo 2022.**

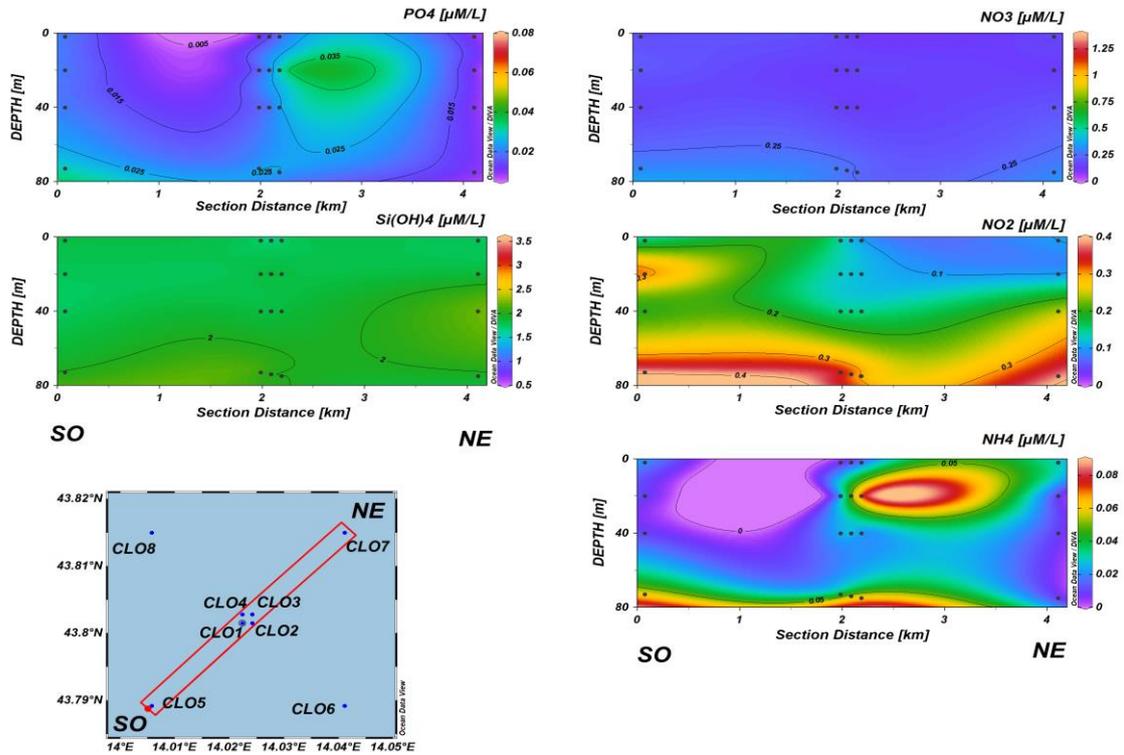


Fig. 3.16b - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati (Si(OH)_4), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Marzo 2022.**

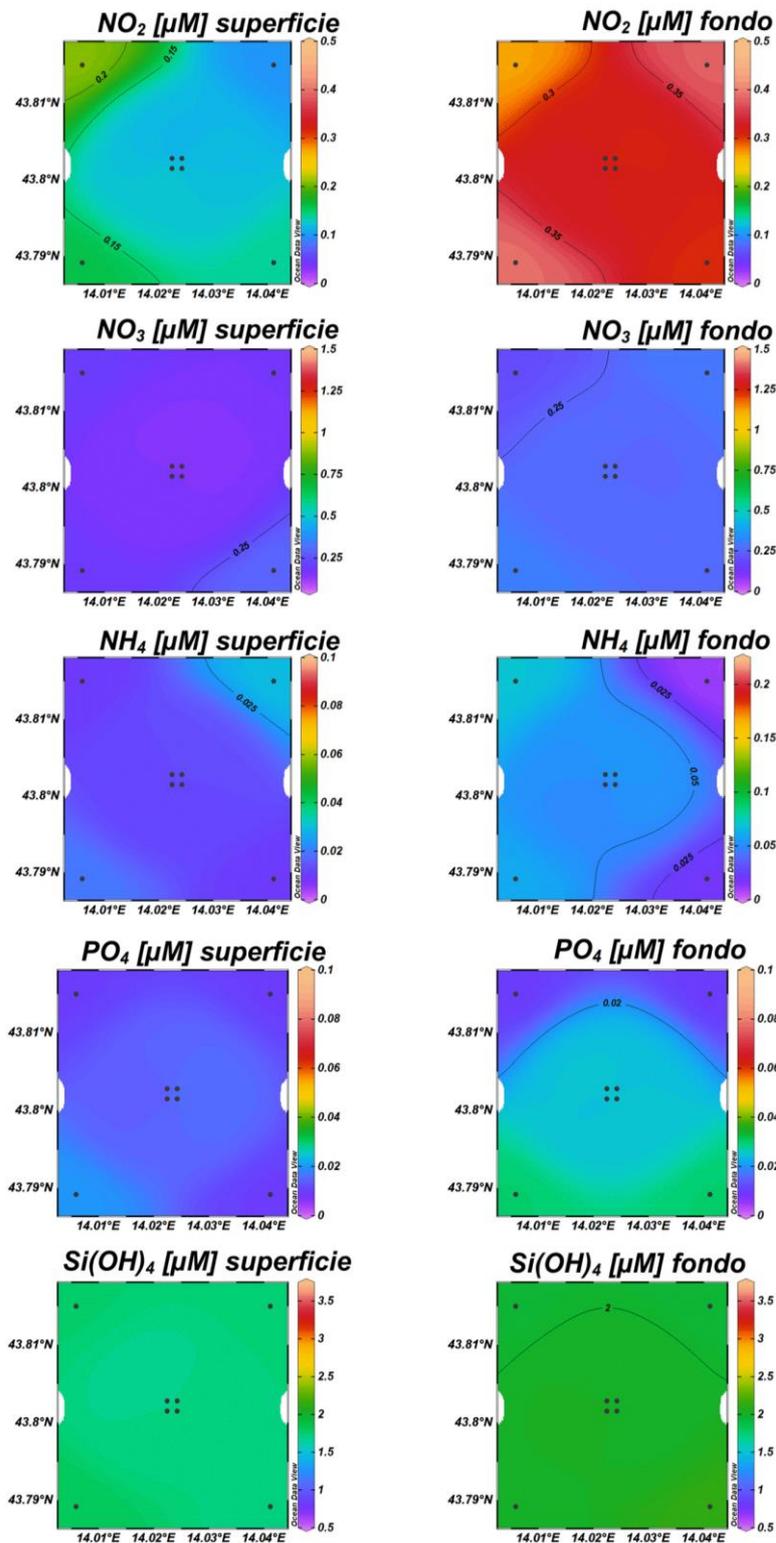


Fig. 3.17 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO₄), silicati (Si(OH)₄), nitrati (NO₃), nitriti (NO₂) e ammonio (NH₄) espresse in μ M. **Marzo 2022.**

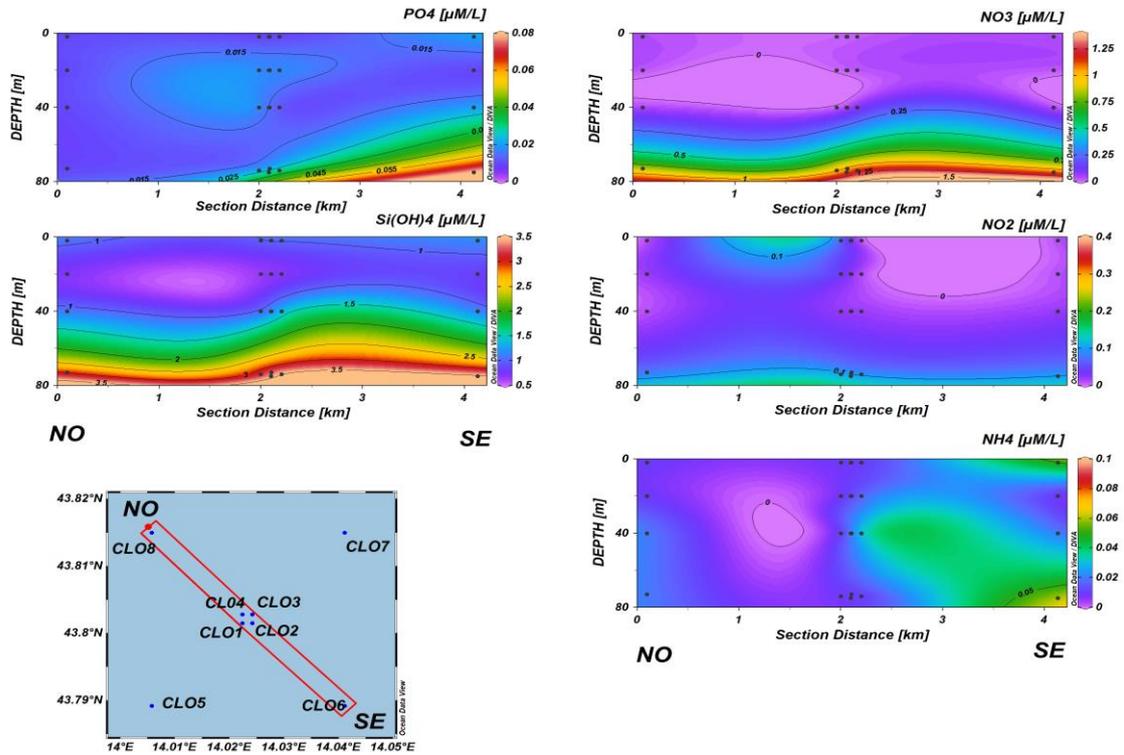


Fig. 3.18a - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati (Si(OH)_4), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Maggio 2022.**

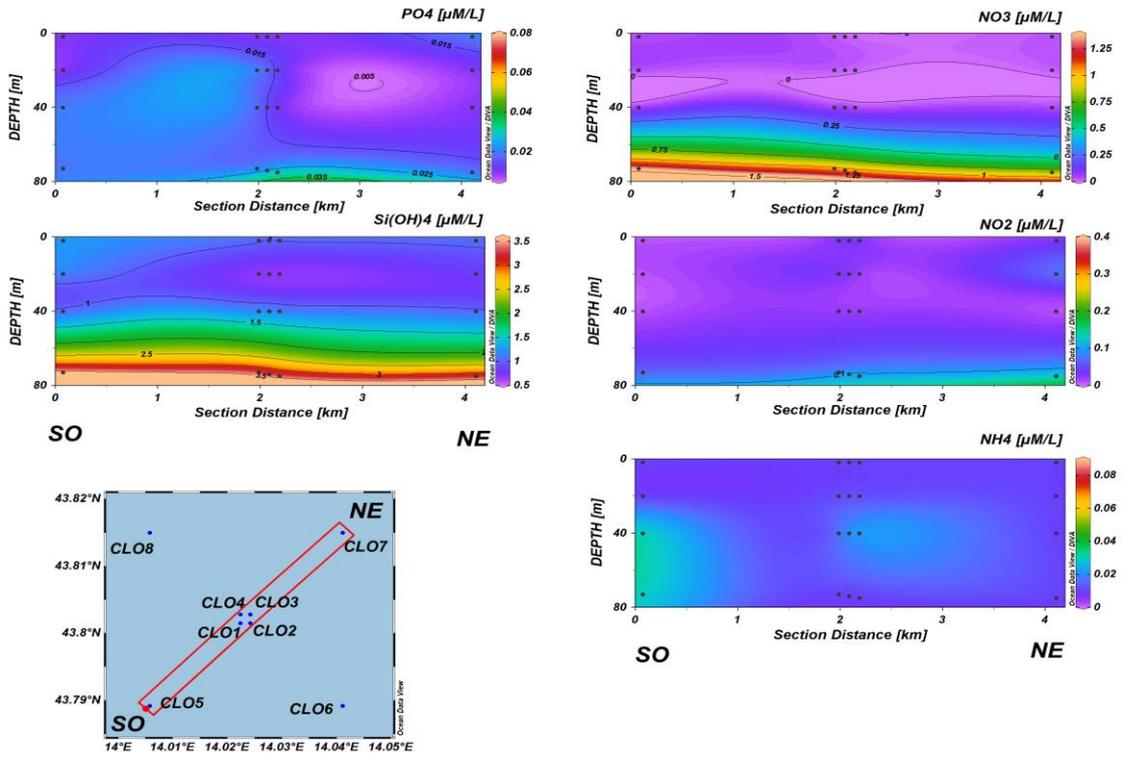


Fig. 3.18b - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati (Si(OH)_4), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . Maggio 2022.

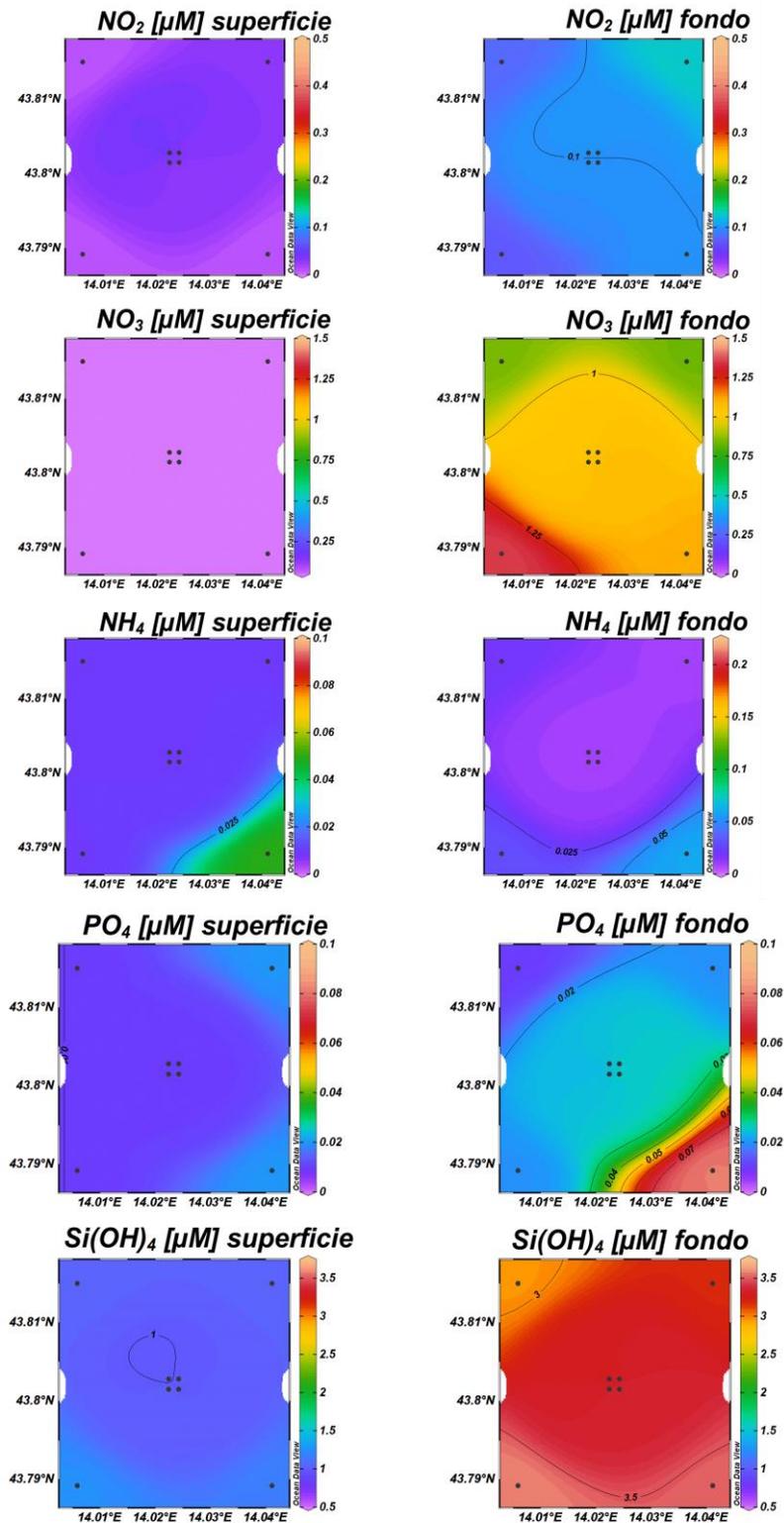


Fig. 3.19 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati (Si(OH)_4), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Maggio 2022.**



Nel mese di **luglio** (figg. 3.20a, 3.20b e 3.21) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a $0,03 \pm 0,02 \mu\text{M}$ per i nitrati (NO_3), $0,05 \pm 0,06 \mu\text{M}$ per i nitriti (NO_2), $0,03 \pm 0,03 \mu\text{M}$ per l'ammonio (NH_4). In generale le concentrazioni più elevate dei nitriti sono state rilevate nelle acque di fondo, mentre per i nitrati e l'ammonio non è stato osservato alcun andamento particolare. Il valore massimo di NO_3 ($0,10 \mu\text{M}$) è stato osservato in superficie della stazione CL7, mentre valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati a quote variabili in tutte le stazioni. Le concentrazioni medie più elevate di nitriti sono state osservate nelle acque di fondo ($0,13 \pm 0,05 \mu\text{M}$), con il massimo ($0,19 \mu\text{M}$) al fondo della stazione CL6; valori inferiori o uguali al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati tra la superficie ed i 40 m in tutte le stazioni. La massima concentrazione di NH_4 ($0,11 \mu\text{M}$) è stata misurata nella stazione CL8 al fondo, mentre concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono state riscontrate a quote variabili in tutte le stazioni eccetto che nella CL4.

I fosfati (PO_4) sono risultati generalmente contenuti ed omogenei ($0,01 \pm 0,01 \mu\text{M}$), variando tra un massimo di $0,03 \mu\text{M}$ riscontrato a 20 m nella stazione CL4 e valori uguali o inferiori al limite di rilevabilità strumentale a quote variabili in tutte le stazioni.

La concentrazione media di Si(OH)_4 è risultata pari a $1,45 \pm 1,07 \mu\text{M}$; valori più elevati ($3,25 \pm 0,29 \mu\text{M}$) hanno caratterizzato le quote di fondo di tutte le stazioni, con il massimo ($3,67 \mu\text{M}$) nella stazione CL6, mentre il minimo ($0,59 \mu\text{M}$) è stato osservato a 20 m nella stazione CL8.

Nel **novembre** (figg. 3.22a, 3.22b e 3.23) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a $0,41 \pm 0,67 \mu\text{M}$ per NO_3 , $0,03 \pm 0,02 \mu\text{M}$ per NO_2 e NH_4 . Per i NO_3 le concentrazioni più elevate sono state osservate al fondo ($1,56 \pm 0,09 \mu\text{M}$) ed il massimo ($1,70 \mu\text{M}$) è stato misurato nella stazione CL7, mentre valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati a quote variabili tra la superficie e i 40 m in tutte le stazioni. Per i NO_2 non è stato osservato un andamento particolare, il massimo di $0,07 \mu\text{M}$ è stato raggiunto al fondo delle stazioni CL1, CL3 e CL4, mentre valori inferiori o uguali al limite di rilevabilità sono stati riscontrati a quote variabili tra la superficie ed i 40 m in tutte le stazioni eccetto che nella CL6. Anche per l'ammonio non è stato osservato alcun andamento particolare. Il massimo ($0,11 \mu\text{M}$) è stato misurato al fondo nella stazione CL7, mentre valori



inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati osservati a quote variabili in tutte le stazioni eccetto che nella CL4.

Per i fosfati le concentrazioni sono risultate in media pari a $0,02 \pm 0,02 \mu\text{M}$. Valori mediamente più elevati ($0,05 \pm 0,01 \mu\text{M}$) sono stati osservati nelle quote di fondo, mentre nelle altre quote le concentrazioni sono risultate $\leq 0,02 \mu\text{M}$.

La concentrazione media di silicati (Si(OH)_4) è stata di $1,69 \pm 1,59 \mu\text{M}$. Anche per i silicati le concentrazioni più elevate sono state osservate al fondo ($4,36 \pm 0,48 \mu\text{M}$), con il massimo ($5,02 \mu\text{M}$) nella stazione CL5, mentre il minimo ($0,68 \mu\text{M}$) è stato riscontrato in superficie nella stazione CL3.

A **dicembre** (figg. 3.24a, 3.24b e 3.25) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a $0,34 \pm 0,41 \mu\text{M}$ per i nitrati, $0,14 \pm 0,03 \mu\text{M}$ per i nitriti, $0,01 \pm 0,00 \mu\text{M}$ per l'ammonio. Le concentrazioni più elevate dei nitrati e dei nitriti sono state rilevate nelle acque di fondo, mentre non è stato osservato alcun andamento particolare per l'ammonio. Le concentrazioni medie dei NO_3 al fondo sono risultate pari a ($1,01 \pm 0,23 \mu\text{M}$) ed il valore massimo ($1,36 \mu\text{M}$) ha caratterizzato la stazione CL8, mentre nelle restanti stazioni le concentrazioni sono risultate piuttosto omogenee ($0,12 \pm 0,03 \mu\text{M}$). La concentrazione massima di NO_2 ($0,21 \mu\text{M}$) è stata misurata al fondo della stazione CL2, mentre il valore minimo ($0,11 \mu\text{M}$), molto più elevato dei minimi riscontrati nella precedente campagna, è stato osservato in superficie nelle stazioni CL4, CL5, CL7 e CL8 e al fondo della CL6. La concentrazione massima di NH_4 ($0,03 \mu\text{M}$) è stata misurata in superficie nella stazione CL8, mentre nei restanti campioni i valori sono risultati uguali o inferiori al limite di rilevabilità strumentale.

Per i fosfati le concentrazioni sono risultate piuttosto contenute ($0,01 \pm 0,01 \mu\text{M}$); concentrazioni lievemente più elevate sono state osservate nelle quote di fondo ($0,03 \pm 0,01 \mu\text{M}$), con il massimo ($0,05 \mu\text{M}$) nella stazione CL8, mentre valori minori o uguali al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati nei restanti campioni.

Le concentrazioni di silicati (Si(OH)_4) sono risultate in media $1,47 \pm 0,48 \mu\text{M}$ e i valori più elevati hanno caratterizzato le quote di fondo ($2,25 \pm 0,20 \mu\text{M}$) ed il massimo è stato misurato nelle stazioni CL5 e CL8. Nelle restanti quote i valori si sono attestati su una media di $1,21 \pm 0,13 \mu\text{M}$.

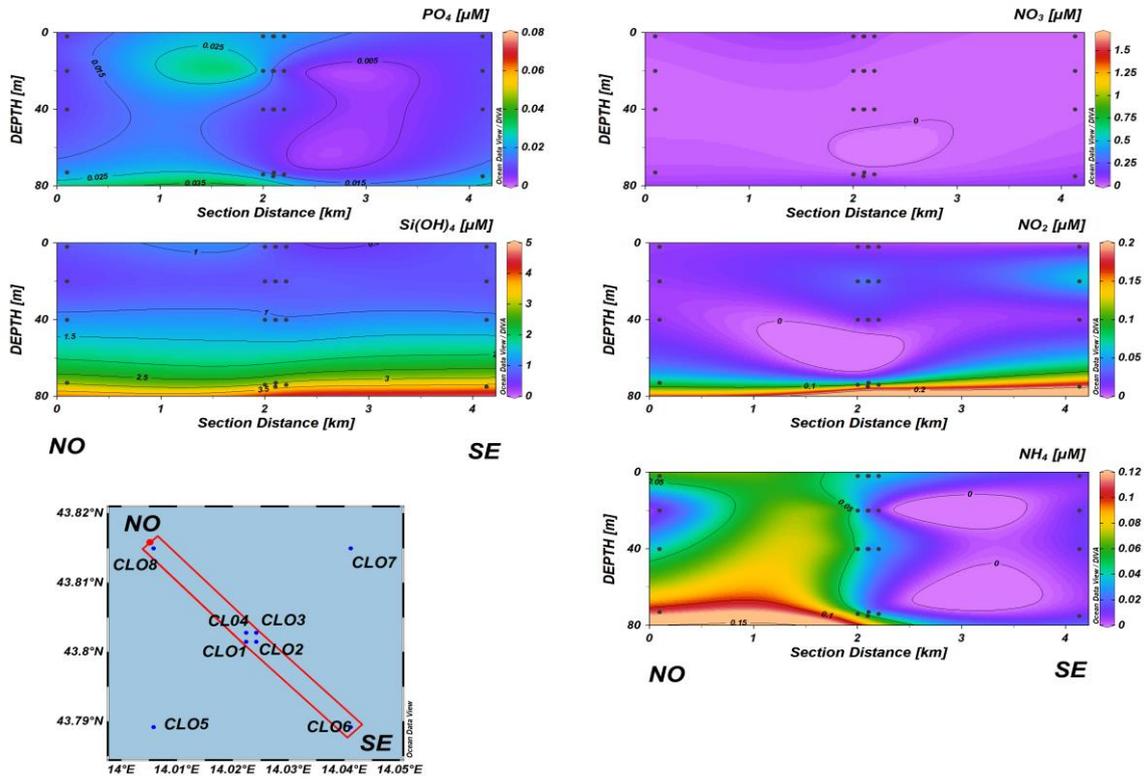


Fig. 3.20a - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . Luglio 2022.

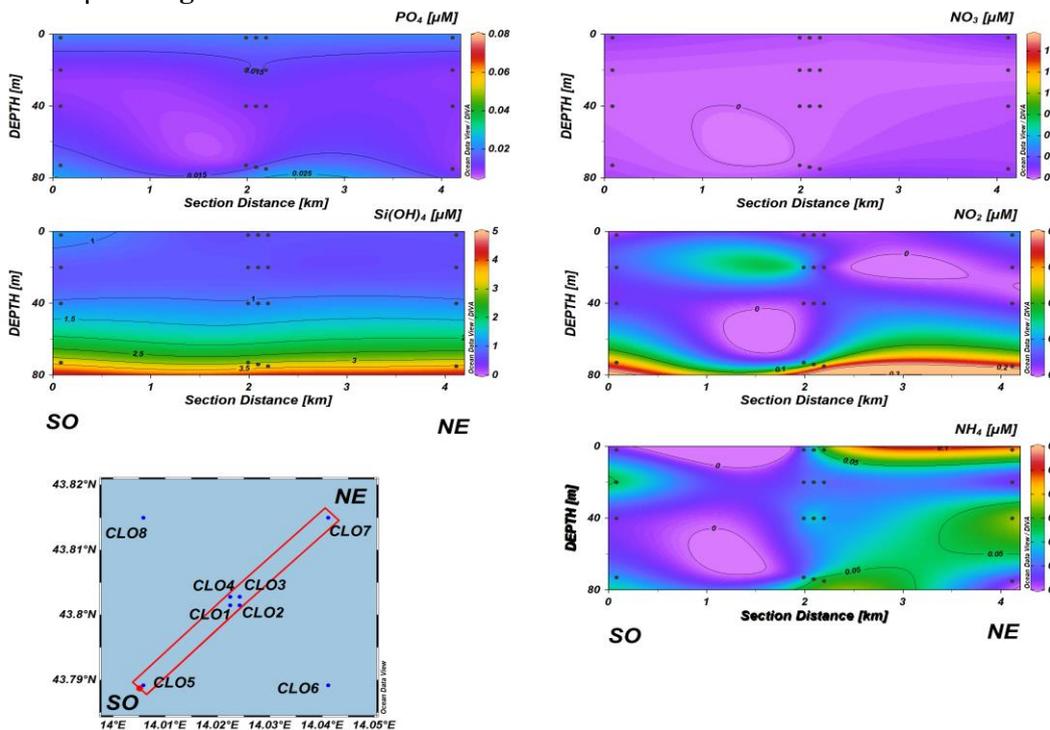


Fig. 3.20b - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . Luglio 2022.

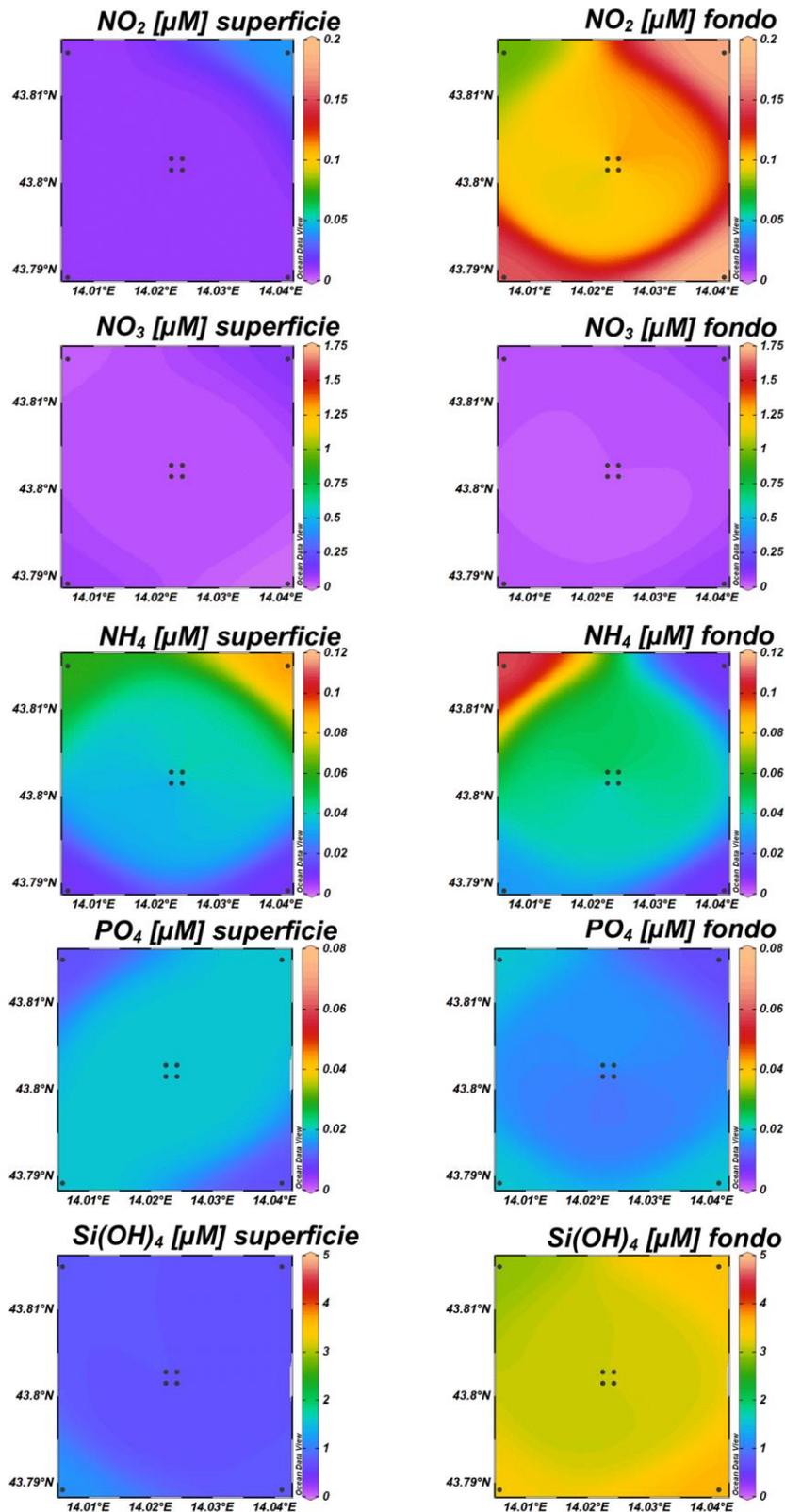


Fig. 3.21 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO₄), silicati (Si(OH)₄), nitrati (NO₃), nitriti (NO₂) e ammonio (NH₄) espresse in μ M. **Luglio 2022.**

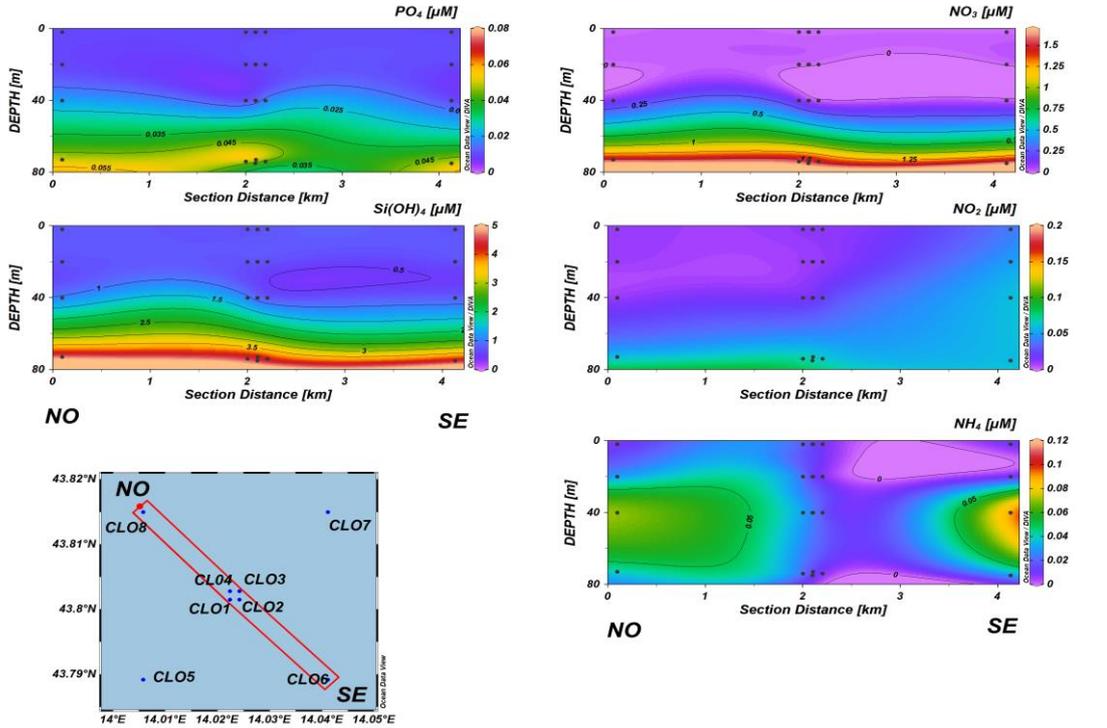


Fig. 3.22a - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Novembre 2022.**

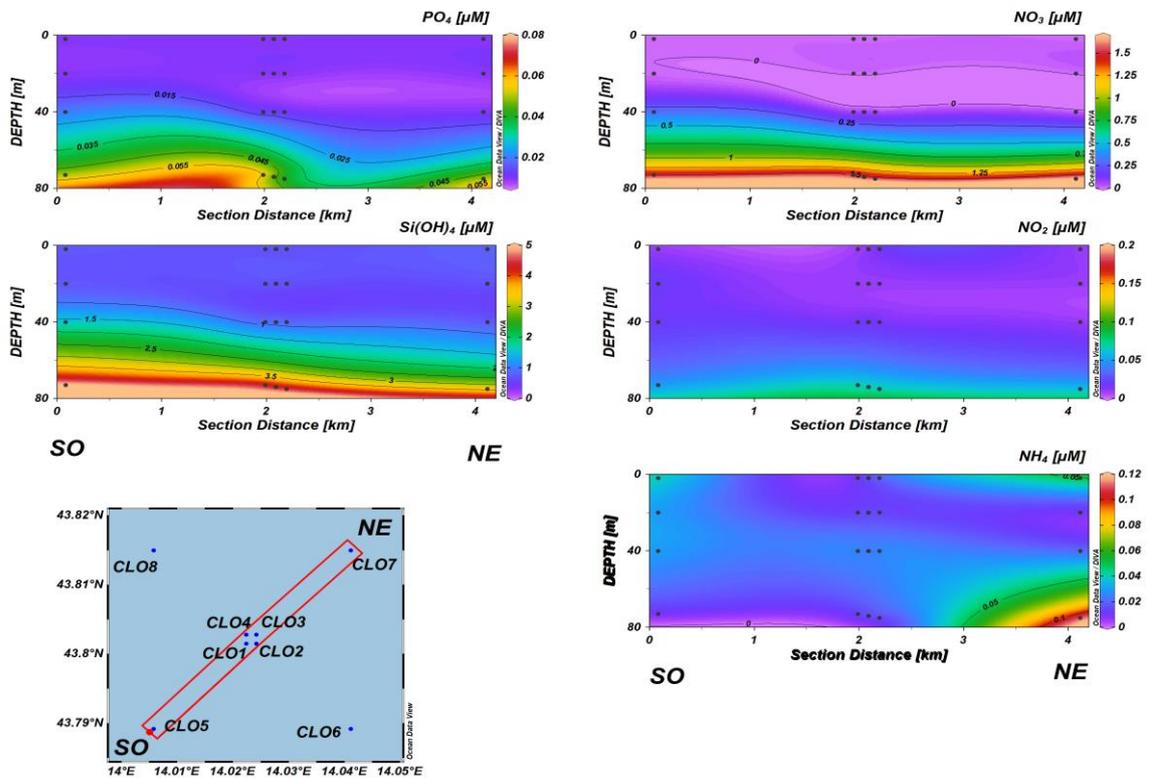


Fig. 3.22b - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Novembre 2022.**

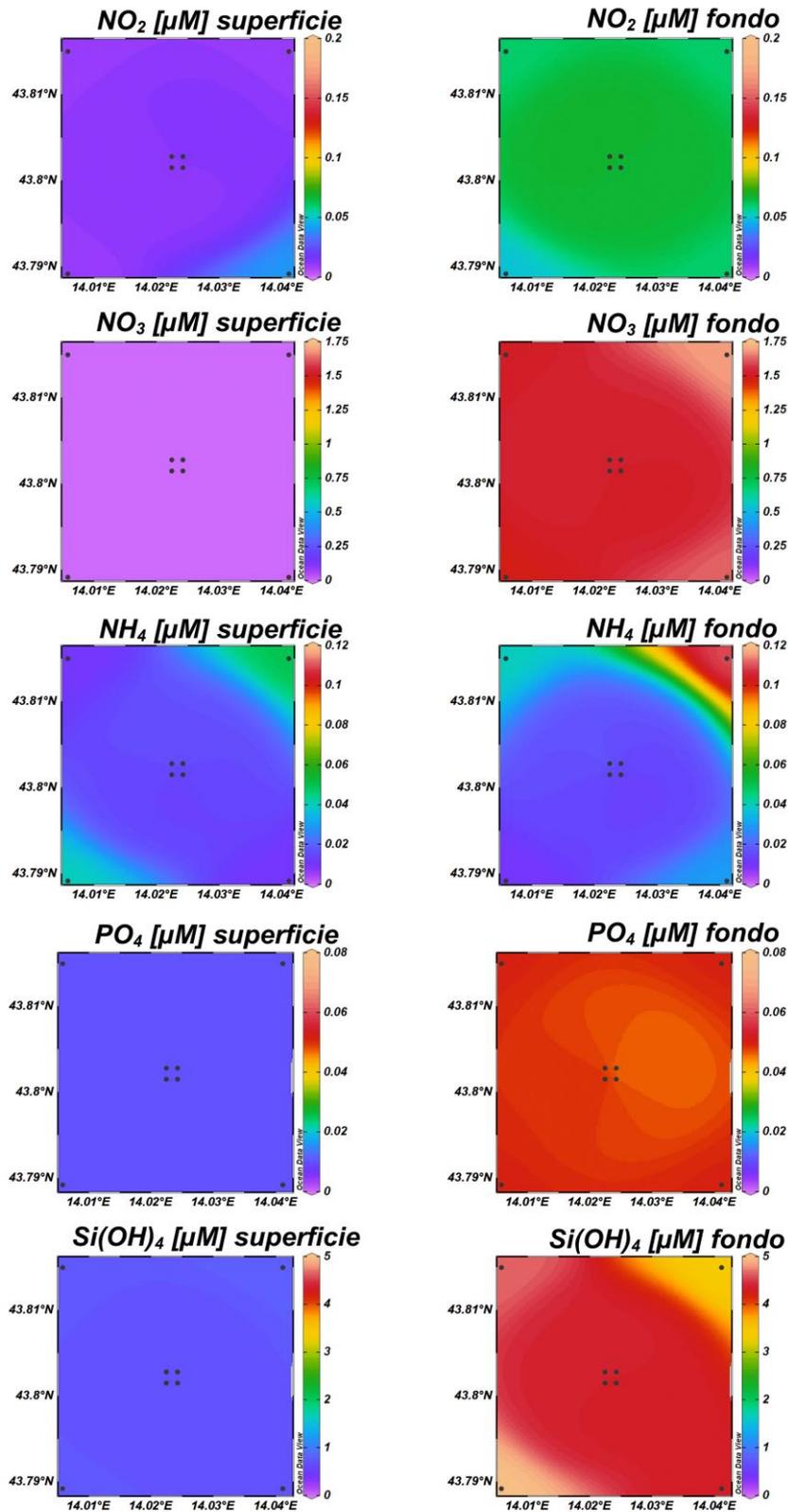


Fig. 3.23b - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati (Si(OH)_4), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Novembre 2022.**

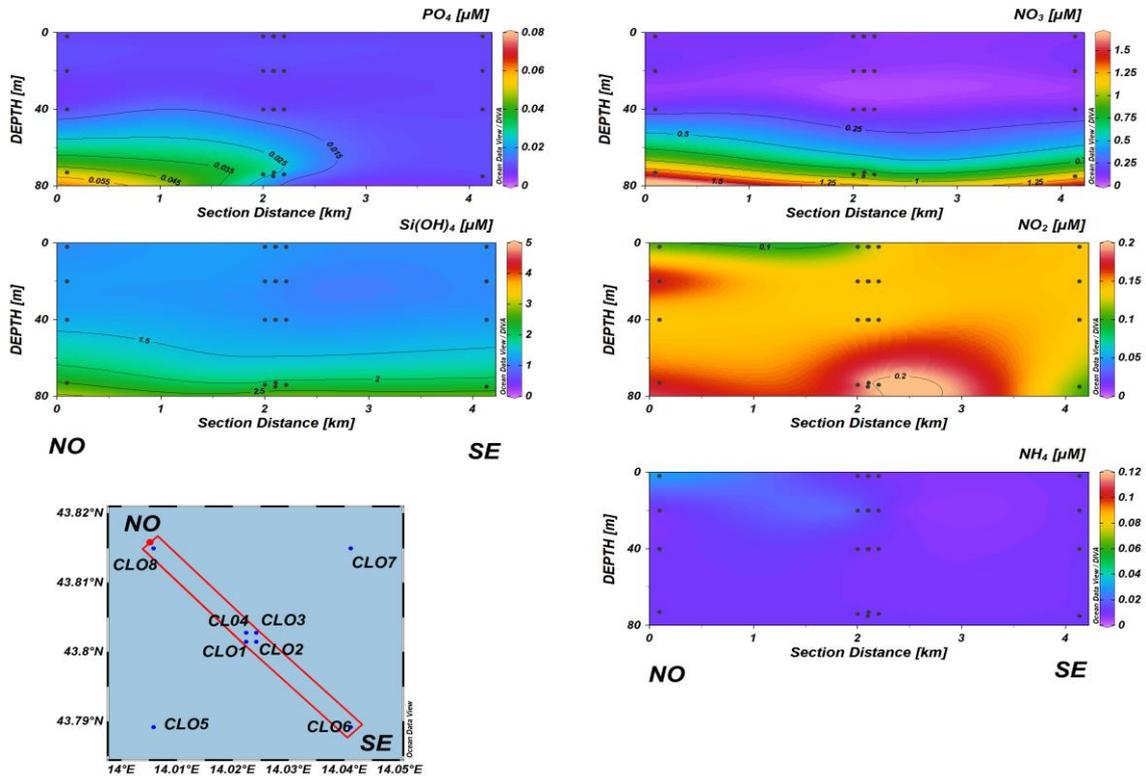


Fig. 3.24a - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Dicembre 2022.**

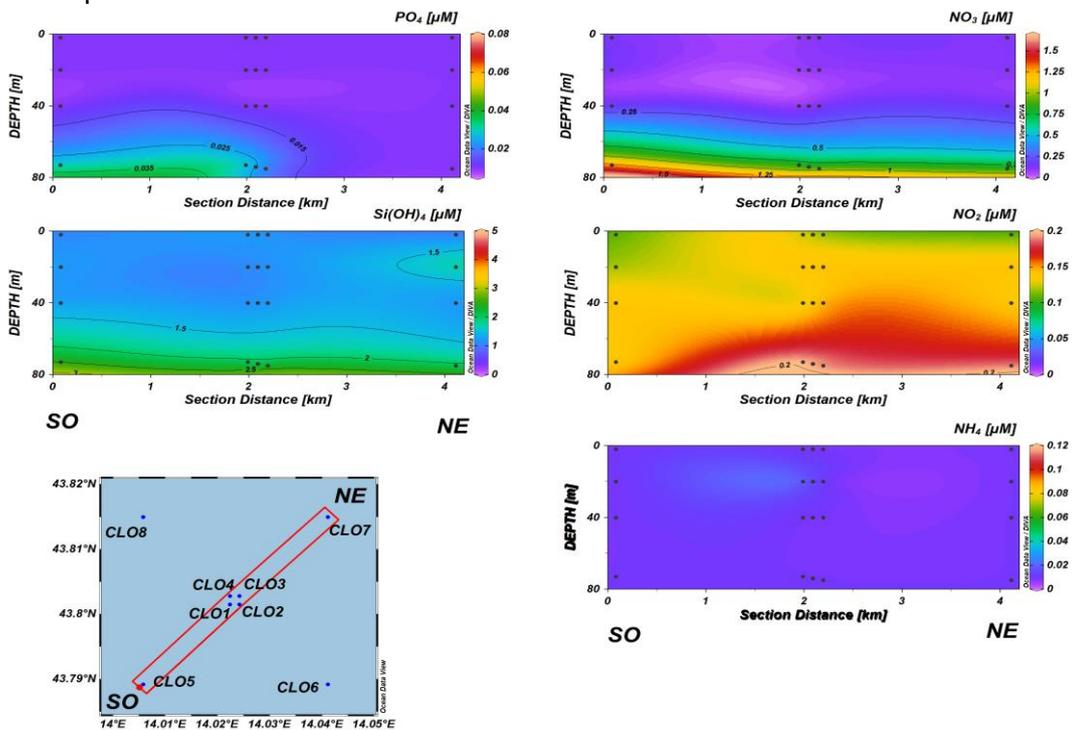


Fig. 3.24b - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) in μM . **Dicembre 2022.**

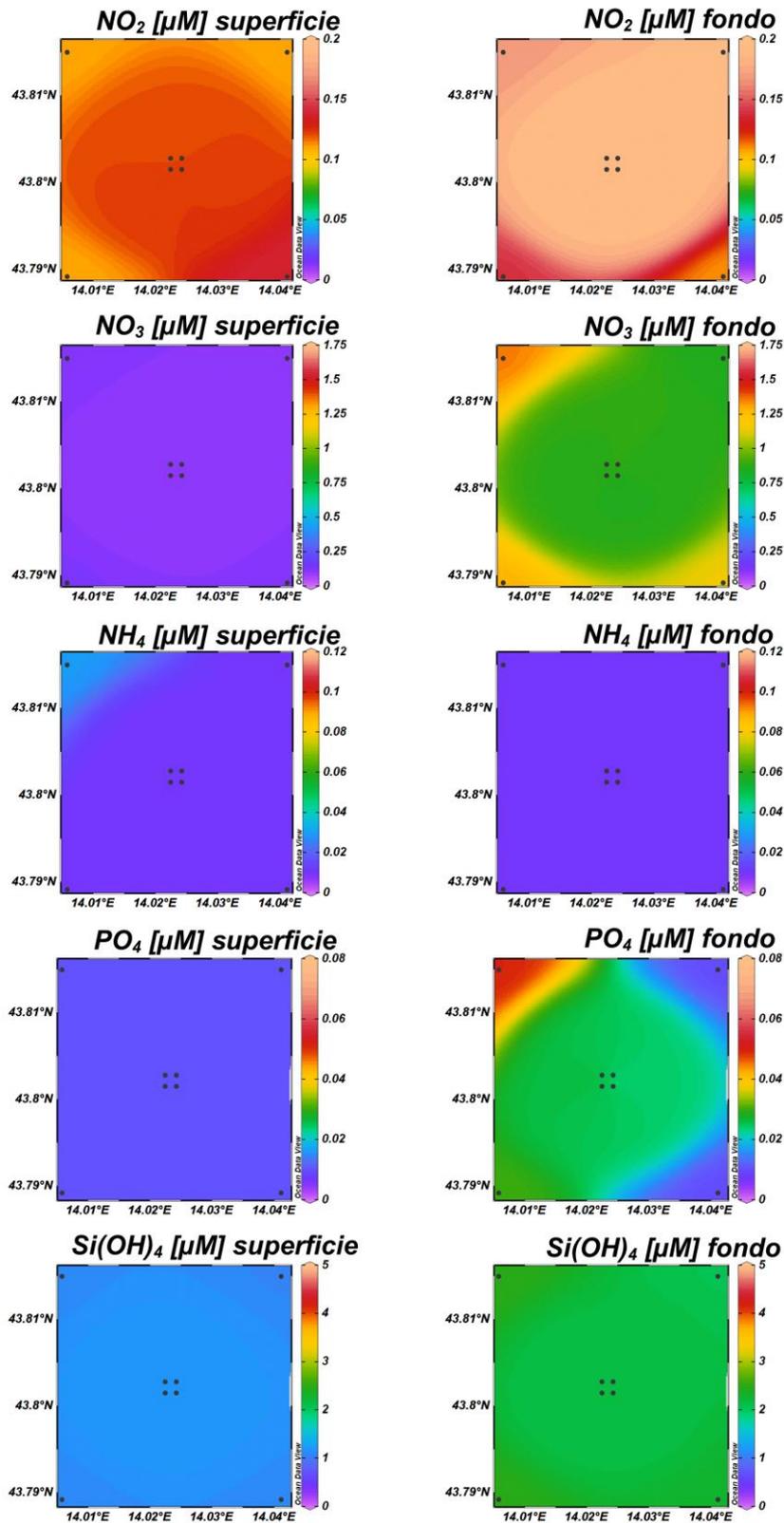


Fig. 3.25 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati (Si(OH)_4), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Dicembre 2022.**



3.1.3. PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO

I risultati di **marzo 2022** relativi ai pigmenti clorofilliani e al TSM sono illustrati nelle figure 3.26a, 3.26b e 3.27. In occasione di tale campagna, la concentrazione della clorofilla *a* (Chl *a*) è risultata mediamente pari a $288,2 \pm 47,6 \text{ ng L}^{-1}$ con un massimo di $412,5 \text{ ng L}^{-1}$ ed un minimo di $200,5 \text{ ng L}^{-1}$ misurati rispettivamente a 40 m in CL1 e in superficie in CL4. La clorofilla *b* (Chl *b*) ha presentato una concentrazione media di $13,8 \pm 5,1 \text{ ng L}^{-1}$ un massimo ($29,4 \text{ ng L}^{-1}$) a 40 m in CL8 e un minimo ($6,3 \text{ ng L}^{-1}$) nella quota superficiale di CL4. Infine, il valore medio di clorofilla *c* (Chl *c*) è risultato pari a $72,7 \pm 15,6 \text{ ng L}^{-1}$ con un massimo ($102,8 \text{ ng L}^{-1}$) a 40 m in CL1 ed un minimo ($52,1 \text{ ng L}^{-1}$) misurato in superficie e al fondo di CL4. In generale le concentrazioni più elevate di pigmenti clorofilliani sono state rilevate a 40 m di profondità.

Il materiale particellato (TSM) ha presentato una concentrazione media pari a $1,1 \pm 0,7 \text{ mg L}^{-1}$ e valori leggermente più elevati sono stati osservati nelle quote di fondo. Il massimo assoluto ($3,3 \text{ mg L}^{-1}$), infatti, è stato misurato al fondo in CL7, mentre il minimo ($0,4 \text{ mg L}^{-1}$) è stato riscontrato a 20 m in CL4 e CL5.

I risultati di **maggio 2022** relativi ai pigmenti clorofilliani e al TSM sono illustrati nelle figure 3.28a, 3.28b e 3.29. In occasione di tale campagna, la concentrazione media di Chl *a* è risultata pari a $231,8 \pm 128,4 \text{ ng L}^{-1}$ con un massimo di $462,5 \text{ ng L}^{-1}$ misurato al fondo in CL5 ed un minimo di $92,8 \text{ ng L}^{-1}$ riscontrato in superficie in CL3. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a $27,3 \pm 22,1 \text{ ng L}^{-1}$ e $82,2 \pm 52,9 \text{ ng L}^{-1}$. Il massimo di Chl *b* ($68,1 \text{ ng L}^{-1}$) ha caratterizzato il fondo di CL6, mentre il minimo ($0,0 \text{ ng L}^{-1}$) è stato misurato in CL5 alla quota superficiale. Il massimo di Chl *c* ($171,9 \text{ ng L}^{-1}$) è stato misurato al fondo in CL5, mentre la concentrazione minima ($26,0 \text{ ng L}^{-1}$) è stata osservata in superficie in CL1. Nel complesso, i pigmenti clorofilliani hanno presentato un incremento di concentrazione con l'aumentare della profondità. Il TSM ha presentato una concentrazione media pari a $0,3 \pm 0,3 \text{ mg L}^{-1}$ e analogamente a quanto osservato per i pigmenti clorofilliani valori più elevati hanno caratterizzato lo strato di fondo ($0,9 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$), mentre nelle restanti quote le concentrazioni sono risultate in media $0,1 \pm 0,0 \text{ mg L}^{-1}$.

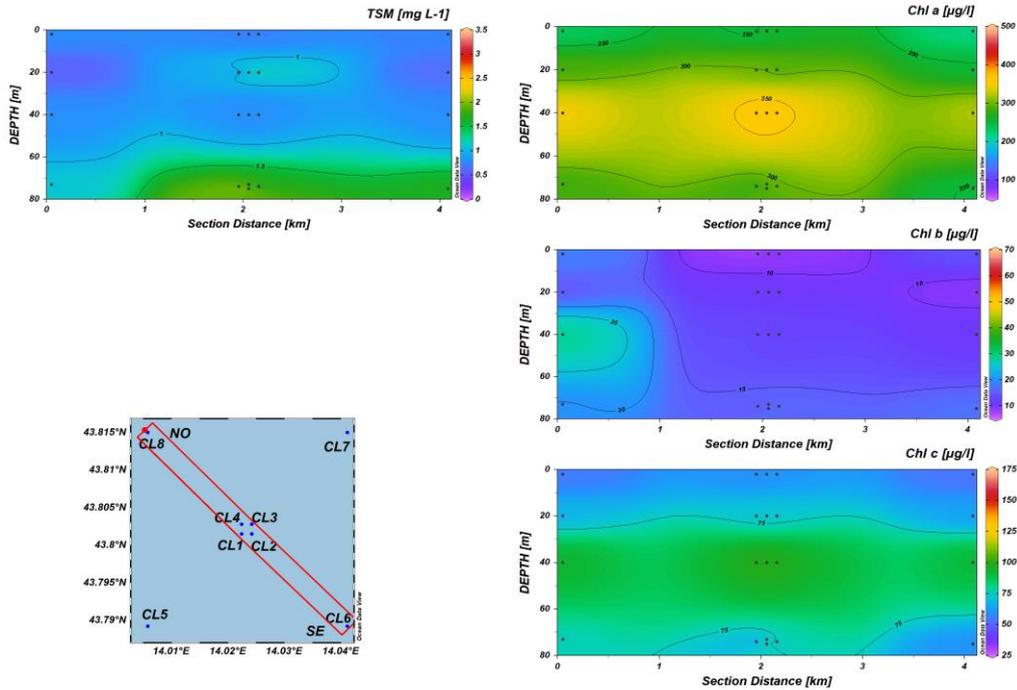


Fig. 3.26a - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L^{-1} . **Marzo 2022.**

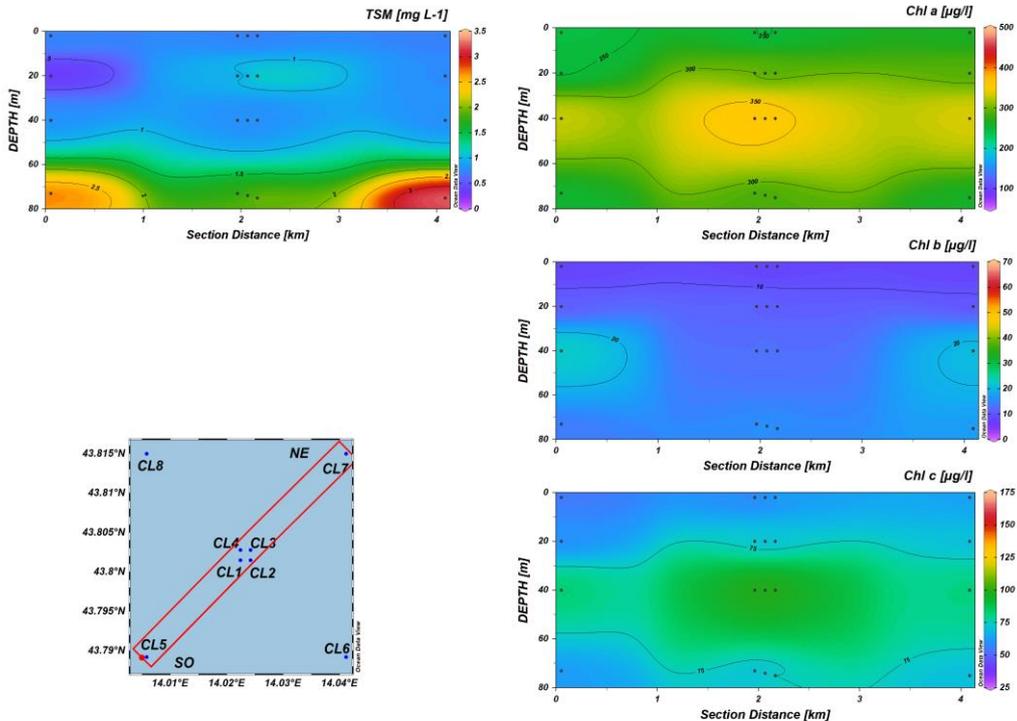


Fig. 3.26b - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L^{-1} . **Marzo 2022.**

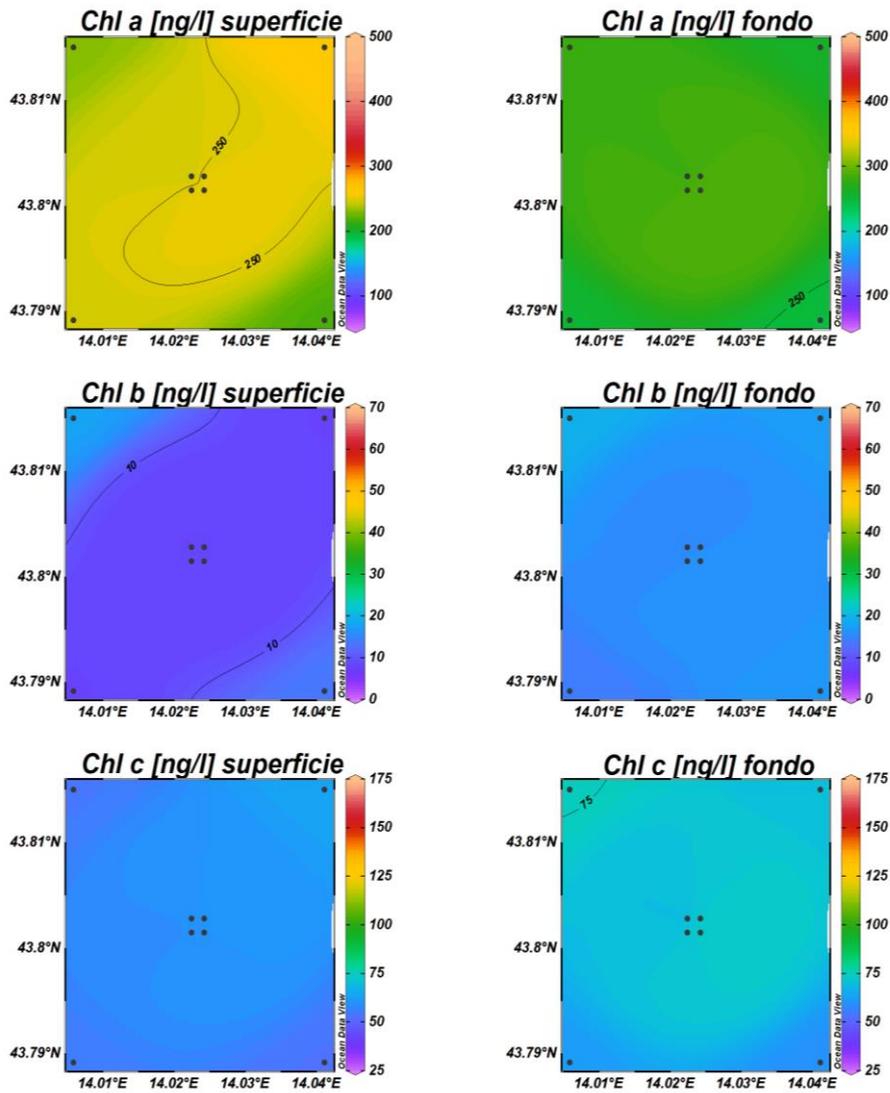


Fig. 3.27 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl *a*), clorofilla b (Chl *b*) e clorofilla c (Chl *c*) espresse in ng L^{-1} . **Marzo 2022.**

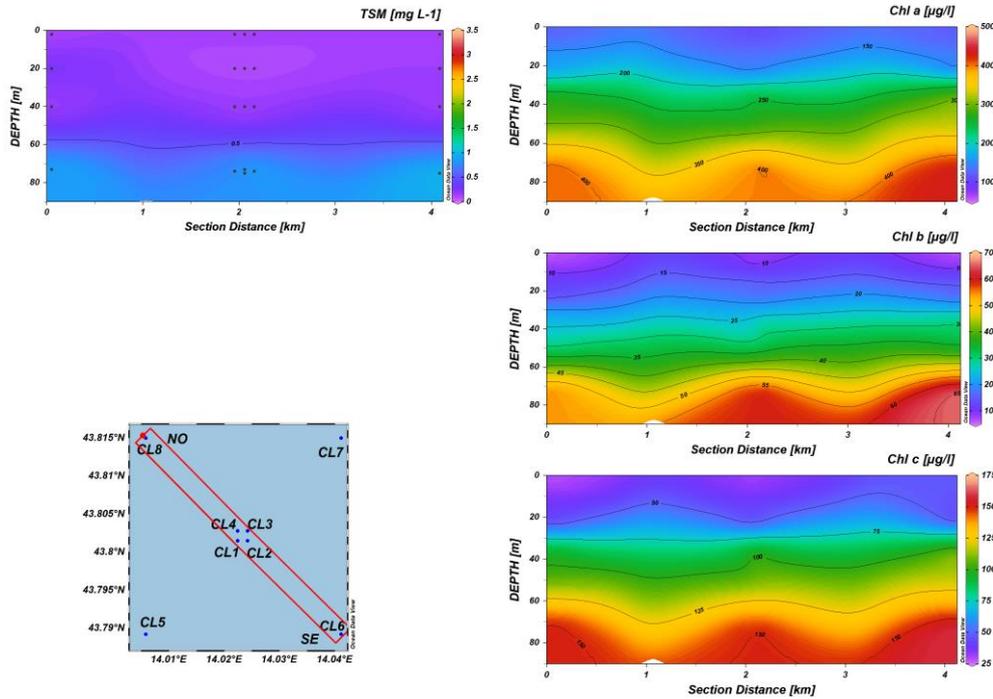


Fig. 3.28a - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl *a*), clorofilla b (Chl *b*), clorofilla c (Chl *c*), espresse in ng L^{-1} . **Maggio 2022.**

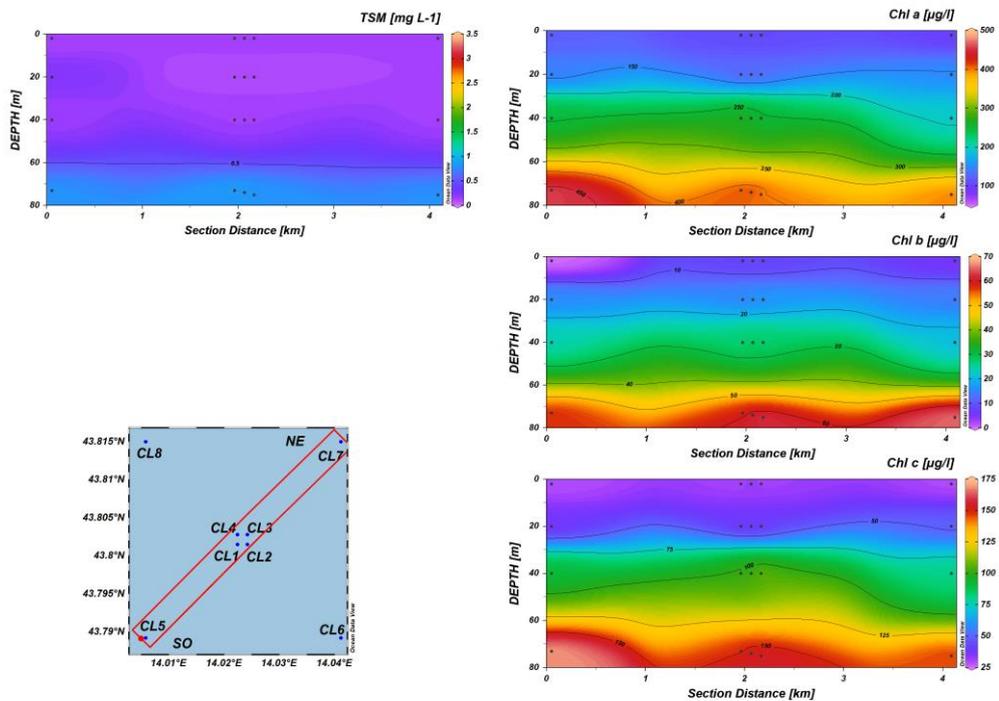


Fig. 3.28b - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl *a*), clorofilla b (Chl *b*), clorofilla c (Chl *c*), espresse in ng L^{-1} . **Maggio 2022.**

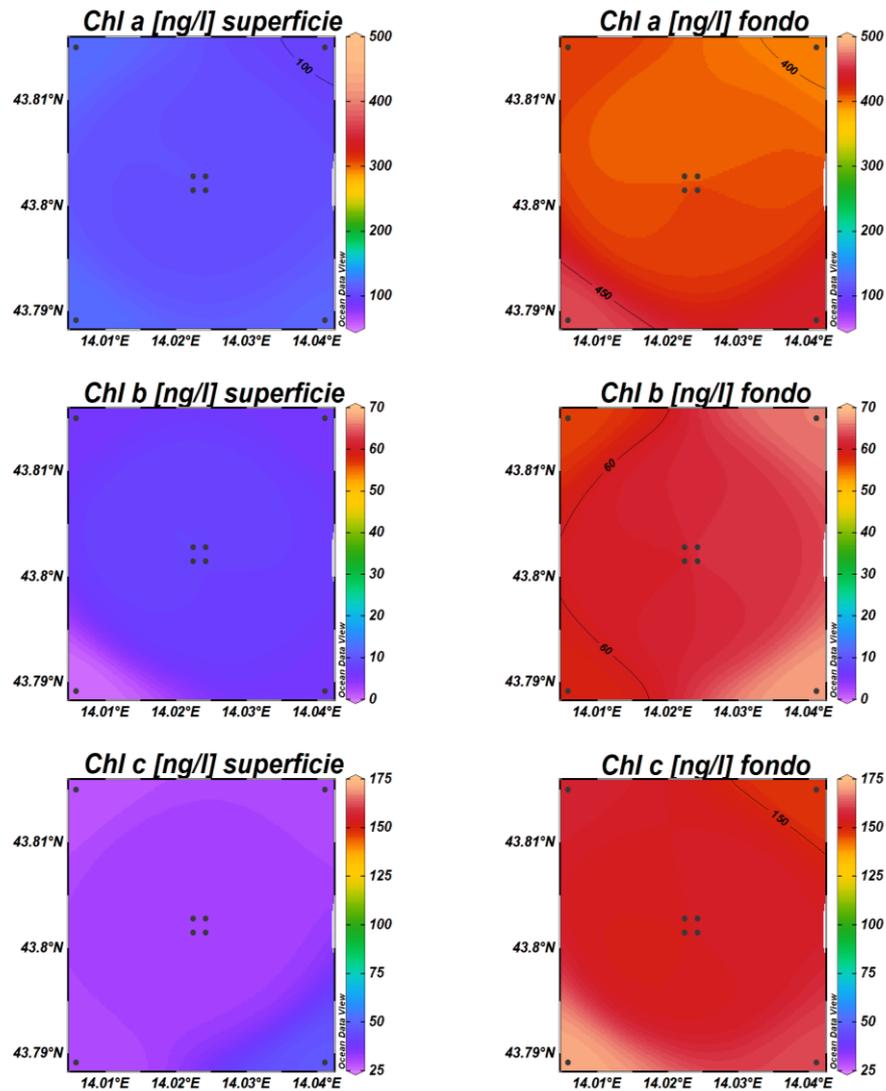


Fig. 3.29 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*) espresse in ng L⁻¹. **Maggio 2022.**

A **luglio** (figg. 3.30a, 3.30b, 3.31) in generale le concentrazioni più elevate di pigmenti clorofilliani sono state rilevate nelle acque di fondo. La concentrazione della clorofilla *a* (Chl *a*) è risultata mediamente pari a $121,7 \pm 114,0$ ng L⁻¹ con un massimo di $478,4$ ng L⁻¹ ed un minimo di $43,6$ ng L⁻¹ misurati rispettivamente al fondo della stazione CL7 ed a 40 m nella stazione CL3. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a $23,9 \pm 31,6$ ng L⁻¹ e $44,1 \pm 54,4$ ng L⁻¹. La concentrazione massima di Chl *b* ($105,4$ ng l⁻¹) è stata misurata al fondo della stazione CL5, mentre valori medi più contenuti ($6,9 \pm 3,5$ ng L⁻¹) hanno caratterizzato le altre quote. Come per la Chl *a* e



per la Chl *b*, anche il massimo di Chl *c* (206,0 ng L⁻¹) è stato riscontrato al fondo, mentre la concentrazione minima (12,5 ng L⁻¹) è stata misurata a 20 m nella stazione CL5.

Il materiale particolato (TSM), ha presentato una concentrazione media pari a 0,3 ± 0,3 mg L⁻¹. Come per i pigmenti clorofilliani, generalmente una maggiore concentrazione è stata riscontrata al fondo dell'area di campionamento. Il massimo (1,18 mg L⁻¹) è stato misurato al fondo della stazione CL7, mentre il minimo (0,04 mg L⁻¹) è stato riscontrato a 20 m nella stazione CL6.

A **novembre** (figg. 3.32a, 3.32b, 3.33) la concentrazione della Chl *a* è risultata mediamente pari a 153,9 ± 36,5 ng L⁻¹ con un massimo di 233,4 ng L⁻¹ misurato al fondo nella stazione CL8 ed un minimo di 59,1 ng L⁻¹ riscontrato a 20 m di profondità della stessa stazione. La Chl *b* e la Chl *c* hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a 24,4 ± 17,0 ng L⁻¹ e 45,0 ± 17,2 ng L⁻¹. Come già osservato per la Chl *a*, le concentrazioni massime di Chl *b* (73,6 ng L⁻¹) e di Chl *c* (74,6 ng L⁻¹) sono state osservate al fondo della stazione CL8, mentre i minimi (7,2 e 21,2 ng L⁻¹ per Chl *b* e Chl *c*, rispettivamente) a 20 m di profondità della stessa stazione.

Le concentrazioni dei pigmenti clorofilliani sono risultate generalmente più elevate nelle quote di fondo.

Il TSM è risultato paragonabile al mese precedente, con una concentrazione media pari a 0,4 ± 0,3 mg L⁻¹. Anche in questo caso le concentrazioni maggiori hanno caratterizzato lo strato di fondo dell'area di campionamento, il massimo (1,44 mg L⁻¹) è stato registrato al fondo della CL5.

A **dicembre** (figg. 3.34a, 3.34b, 3.35) 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 Chl *a* è risultata mediamente pari a 160,8 ± 37,4 ng L⁻¹ con un massimo di 212,3 ng L⁻¹ ed un minimo di 92,1 ng L⁻¹ riscontrato rispettivamente alla profondità di 20 m della stazione CL1 e al fondo della stazione CL8. La Chl *b* e la Chl *c* hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a 13,8 ± 2,4 ng L⁻¹ e 52,1 ± 11,9 ng L⁻¹. La concentrazione massima di Chl *b* (19,0 ng L⁻¹) è stata misurata alla profondità di 20 m della stazione CL1, mentre il minimo (9,1 ng L⁻¹) è stato riscontrato nella superficie della stazione CL7. Il massimo di Chl *c* (66,8 ng L⁻¹) ha caratterizzato la profondità di 20 m

nella stazione CL7, mentre la concentrazione minima ($25,3 \text{ ng L}^{-1}$) è stata misurata al fondo nella stazione CL8.

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.

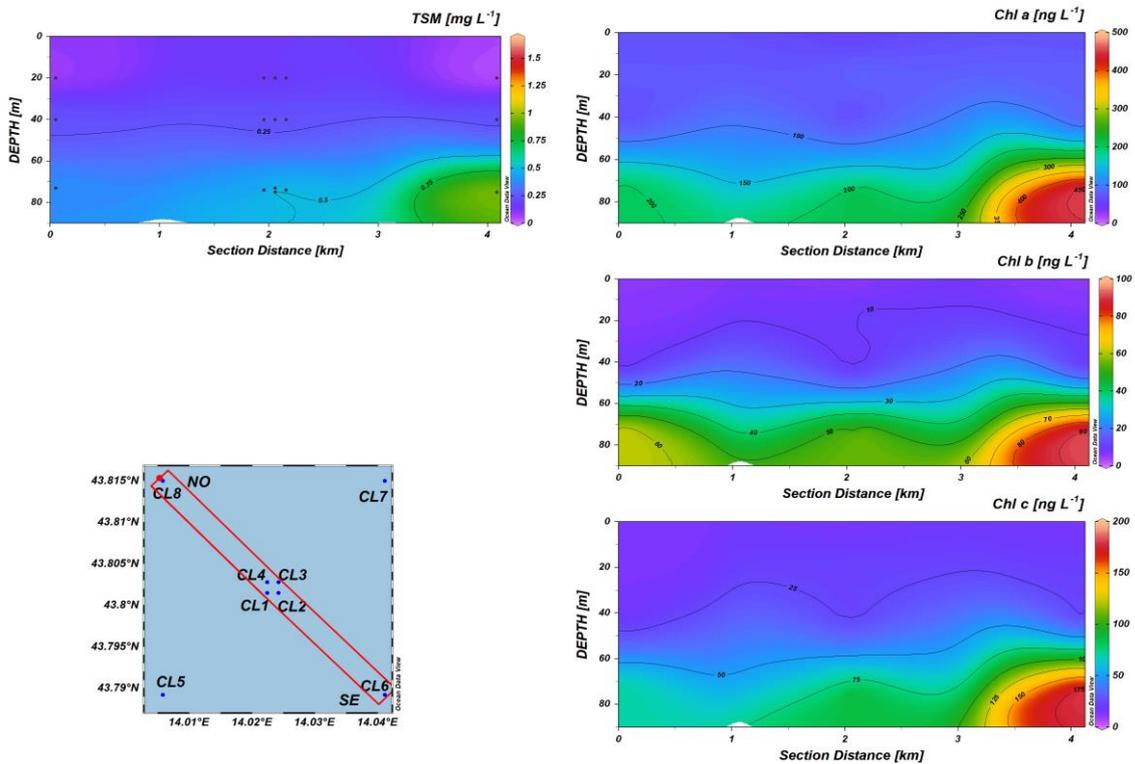


Fig. 3.30a - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*), clorofilla *c* (Chl *c*), espresse in ng L^{-1} . **Luglio 2022.**

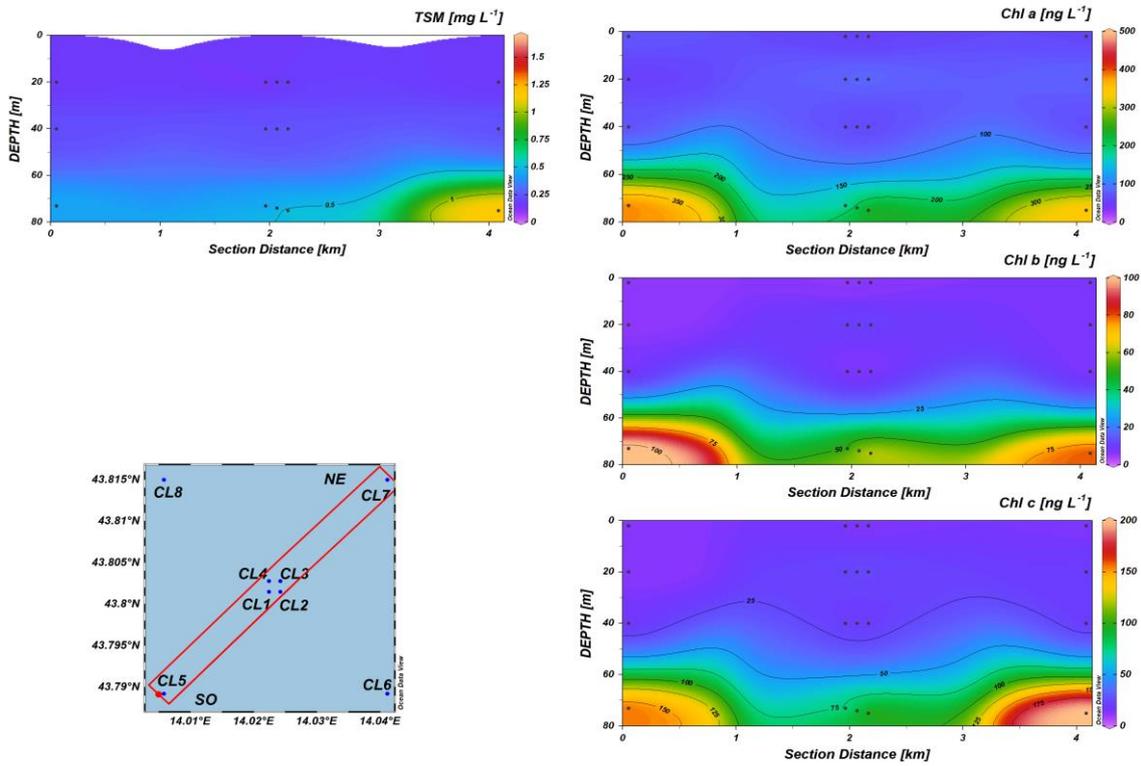


Fig. 3.30b - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*), clorofilla *c* (Chl *c*), espresse in ng L^{-1} . **Luglio 2022.**

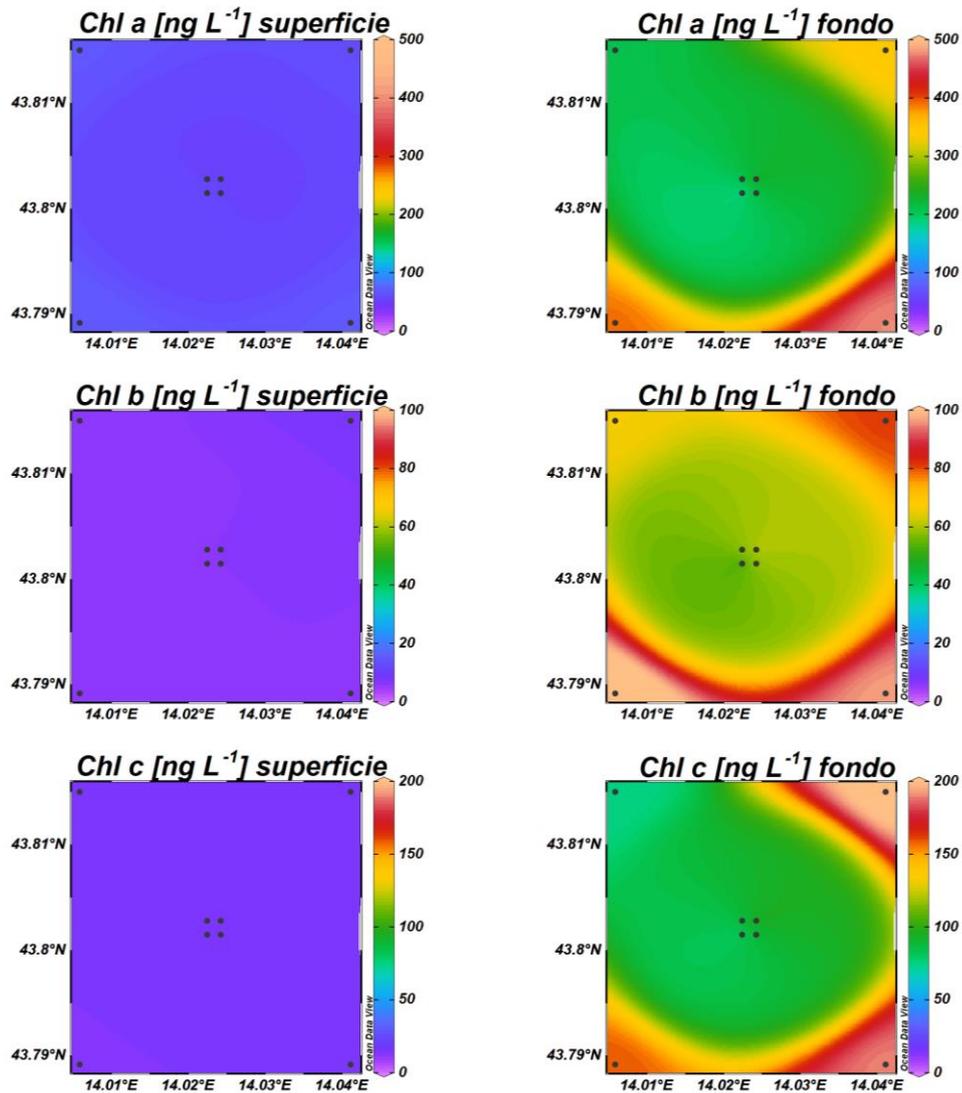


Fig. 3.31 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*), clorofilla *c* (Chl *c*), espresse in ng L⁻¹. **Luglio 2022.**

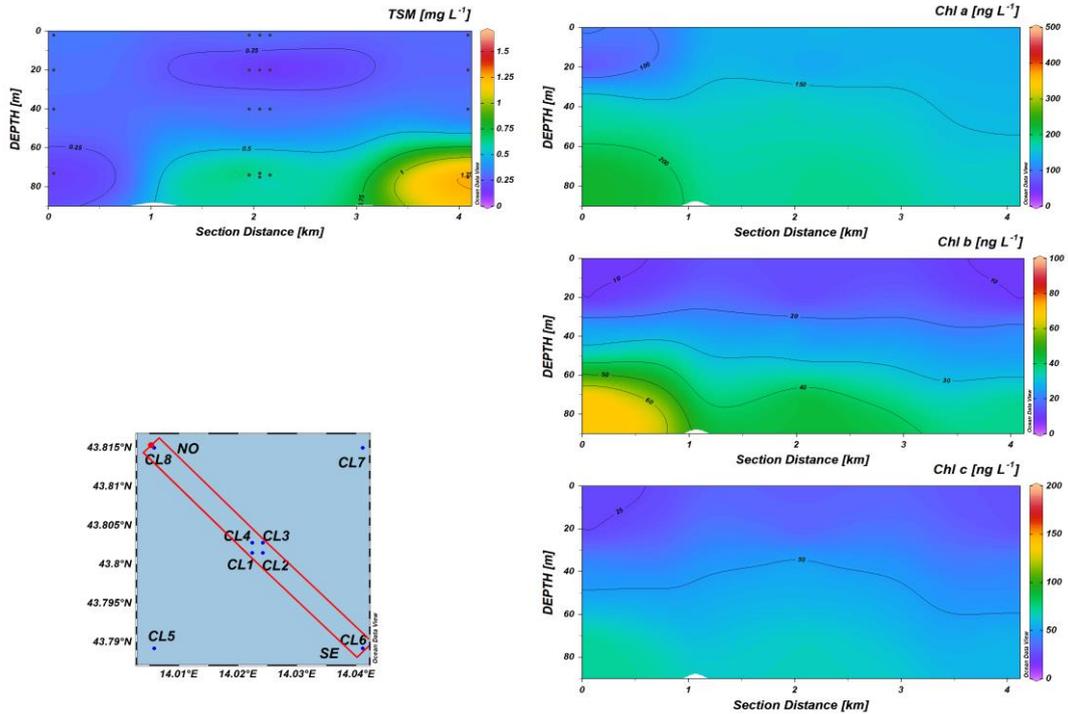


Fig. 3.32a - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e CL6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*), clorofilla *c* (Chl *c*), espresse in ng L^{-1} . **Novembre 2022.**

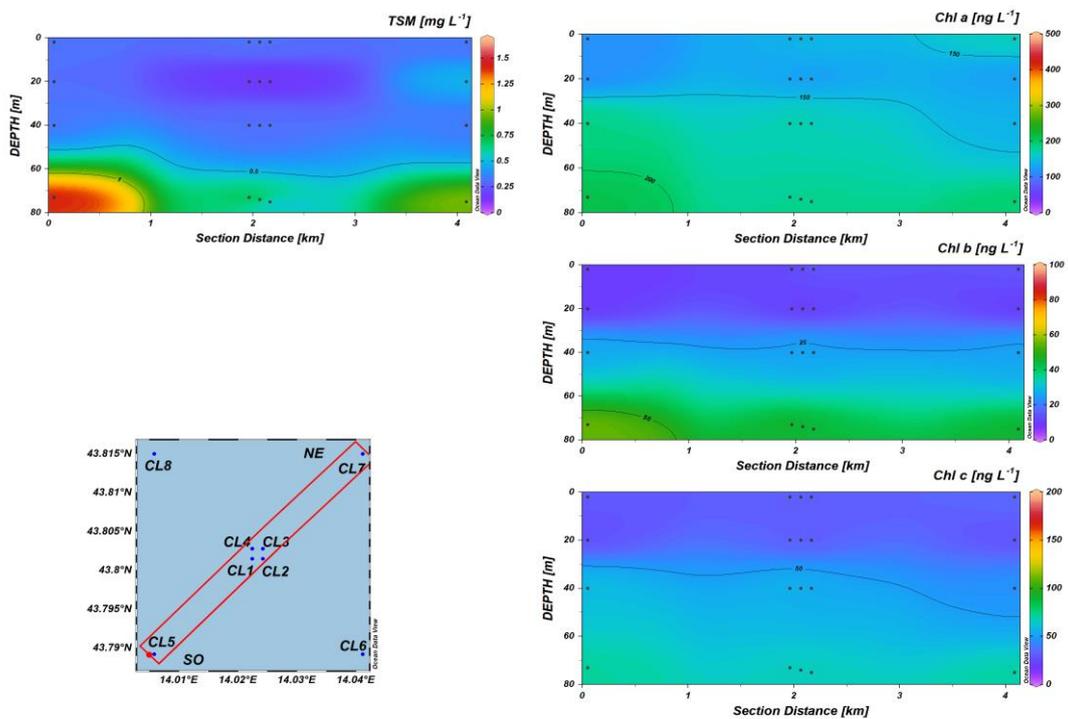


Fig. 3.32b - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*), clorofilla *c* (Chl *c*), espresse in ng L^{-1} . **Novembre 2022.**

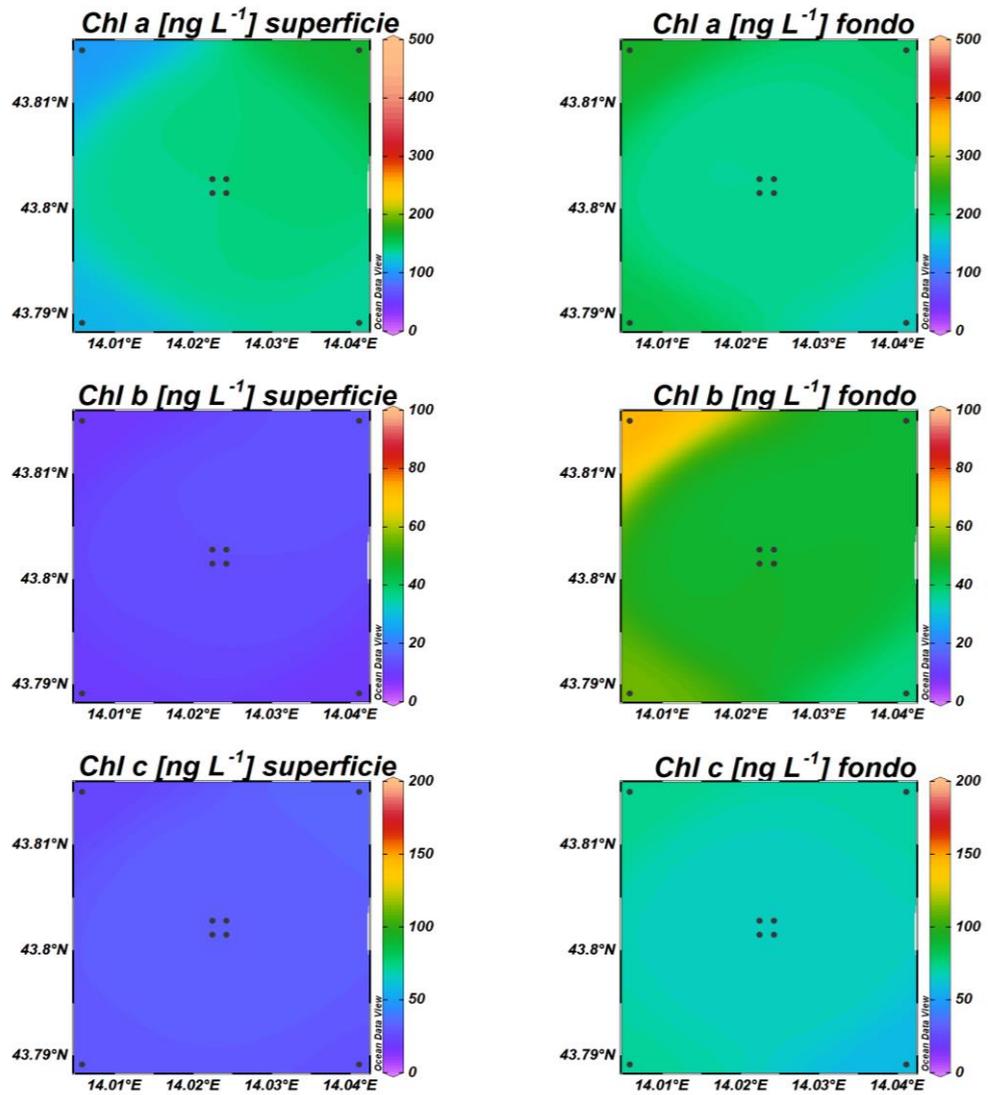


Fig. 3.33 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*), clorofilla *c* (Chl *c*), espresse in ng L^{-1} . **Novembre 2022.**

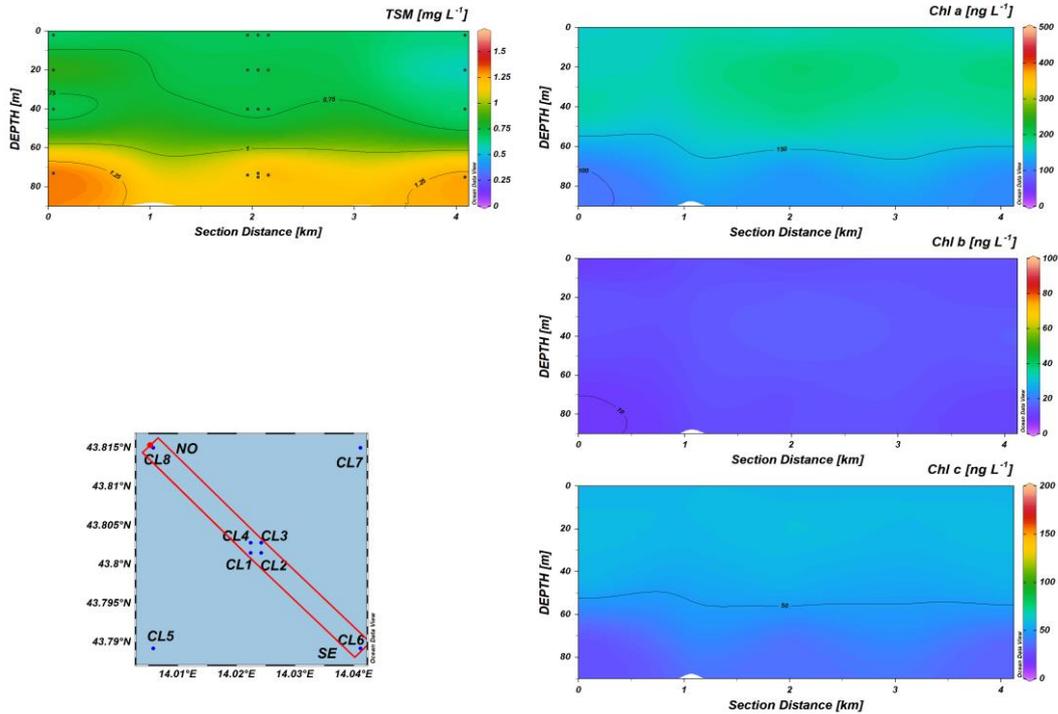


Fig. 3.34a - Sezioni NO-SE delle stazioni CL8, CL4, CL1, CL3, CL2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*), clorofilla *c* (Chl *c*), espresse in ng L^{-1} . Dicembre 2022.

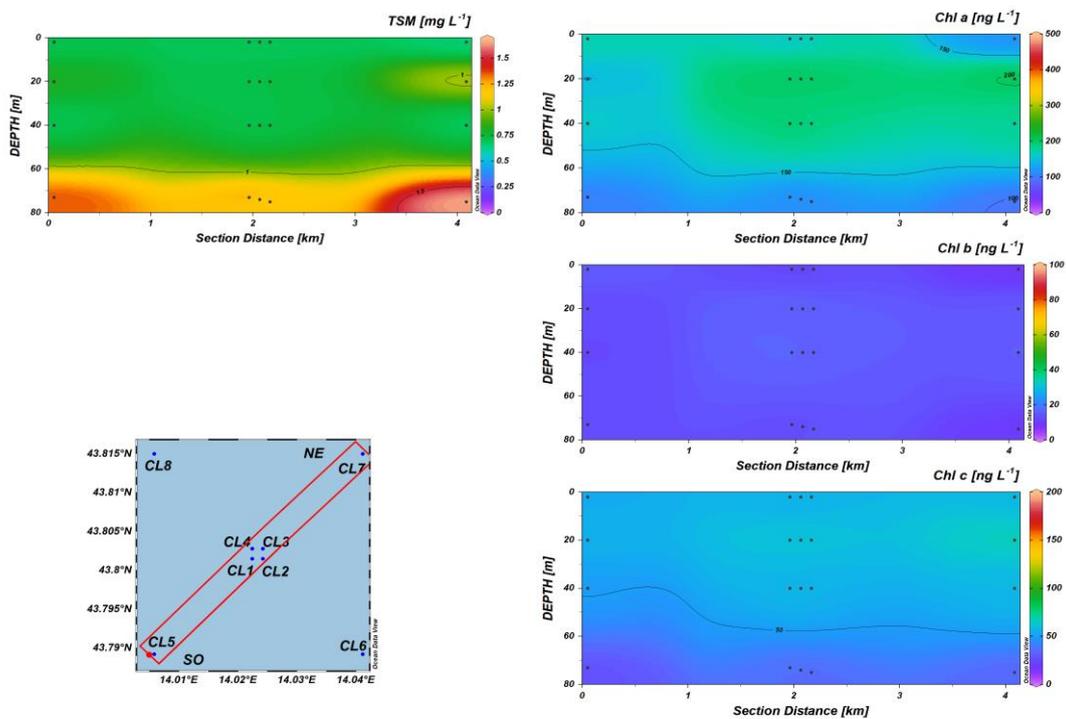


Fig. 3.34b - Sezioni SO-NE delle stazioni CL5, CL1, CL2, CL4, CL3 e CL7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*), clorofilla *c* (Chl *c*), espresse in ng L^{-1} . Dicembre 2022.

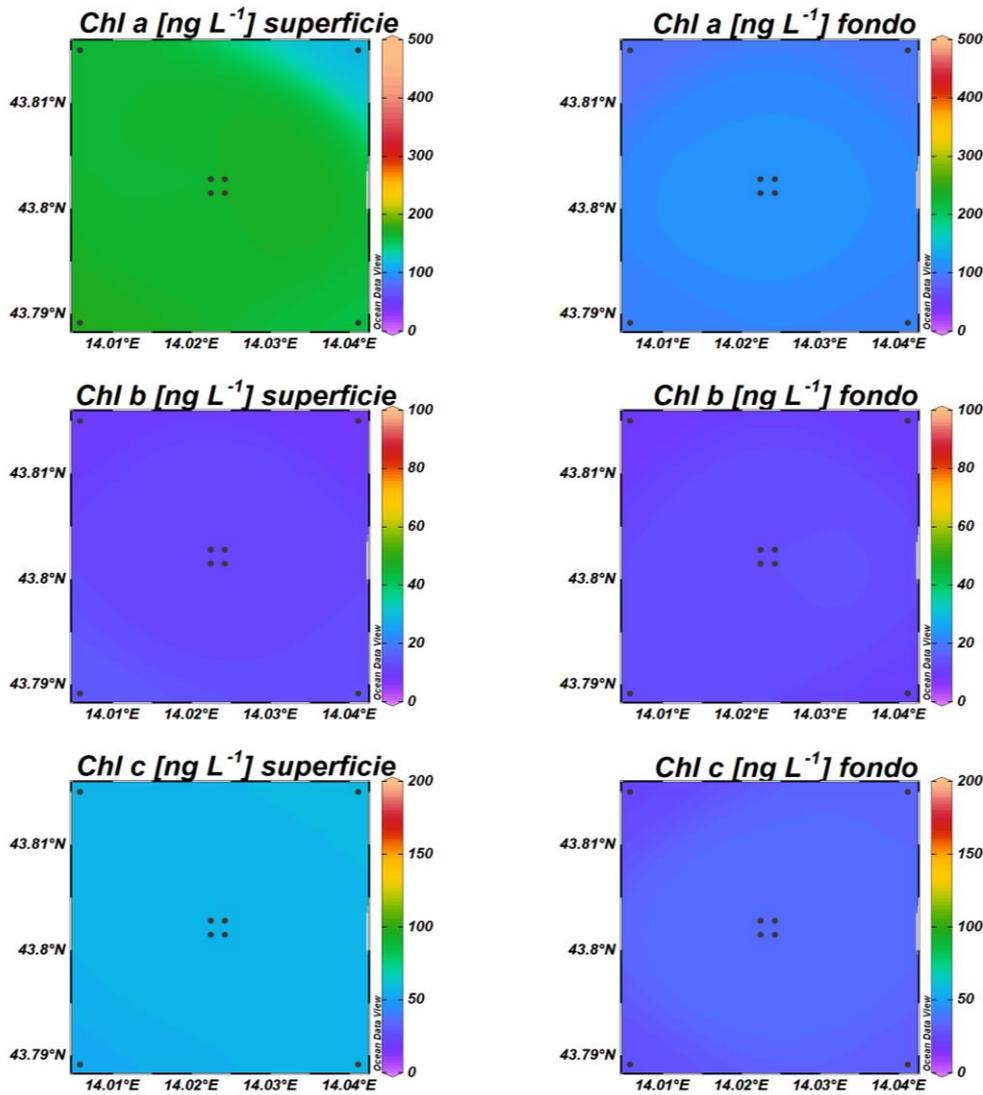


Fig. 3.35 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*), clorofilla *c* (Chl *c*), espresse in ng L^{-1} . **Dicembre 2022.**

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 2° semestre 2022 espressi in $\mu\text{g L}^{-1}$ sono riportati nelle tabelle 3-I - 3-III. Per comodità di confronto, nelle tabelle si riportano anche i valori dei monitoraggi condotti nel 1° semestre (marzo e maggio).

Le concentrazioni degli **Idrocarburi Totali** sono risultati 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 cinque surveys condotti nel 2022,

Stazione	Idrocarburi Totali (n-esano)				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL1 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL1 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL1 Fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL2 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL2 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL2 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL2 Fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL3 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL3 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL3 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL3 Fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL4 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL4 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL4 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL4 Fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL5 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL5 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL5 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL5 Fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL6 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL6 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL6 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL6 Fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL7 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL7 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL7 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL7 Fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL8 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL8 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL8 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
CL8 Fondo	< 31	< 31	< 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 2° semestre così come nelle campagne di marzo e maggio.

Tab. 3-II - Concentrazioni ($\mu\text{g L}^{-1}$) di Idrocarburi Alifatici (C10-C32) misurate nei cinque surveys condotti nel 2022.

Idrocarburi Alifatici (C10-C32)					
Stazione	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL1 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL1 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL1 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL2 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL2 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL2 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL2 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL3 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL3 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL3 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL3 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL4 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL4 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL4 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL4 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL5 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL5 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL5 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL5 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL6 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL6 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL6 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL6 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL7 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL7 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL7 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL7 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL8 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL8 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL8 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
CL8 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23

Le concentrazioni degli **IPA** sono riportate in Tab. 3-IIIa. Nei mesi di novembre e dicembre gli IPA sono stati quantificati in soli 4 campioni totali: 1 in novembre ($0,0009 \mu\text{g L}^{-1}$, CL8 al fondo) e 3 a dicembre con concentrazioni comprese tra $0,0007$ e $0,0023 \mu\text{g L}^{-1}$ (media $0,0013 \pm 0,0009 \mu\text{g L}^{-1}$). In luglio gli IPA sono stati rilevati nella maggior parte dei campioni. Quando quantificabili, in CL1-CL4 i valori sono variati tra $0,0007$ e $0,0069 \mu\text{g L}^{-1}$ (media $0,0020 \pm 0,0020 \mu\text{g L}^{-1}$) e nelle stazioni più lontane invece, hanno presentato concentrazioni

nel complesso leggermente più basse comprese tra 0,0007 e 0,0049 $\mu\text{g L}^{-1}$ (media 0,0014 \pm 0,0011 $\mu\text{g L}^{-1}$). Si riporta nella Tab. 3-IIIb le concentrazioni del **Benzo(a)pirene**.

Tab. 3-IIIa - Concentrazioni ($\mu\text{g L}^{-1}$) dei 16 Idrocarburi Policiclici Aromatici misurate nei cinque surveys condotti nel 2022.

IROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (Σ 16 IPA)					
Stazione	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL sup	0,0015	<0,0028	0,0010	<0,0028	<0,0028
CL1 20 m	0,0007	<0,0028	0,0011	<0,0028	<0,0028
CL1 40 m	0,0009	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
CL1 fondo	<0,0028	<0,0028	0,0014	<0,0028	<0,0028
CL2 sup	0,0008	<0,0028	0,0013	<0,0028	<0,0028
CL2 20 m	<0,0028	<0,0028	0,0069	<0,0028	<0,0028
CL2 40 m	<0,0028	<0,0028	0,0052	<0,0028	<0,0028
CL2 fondo	0,0009	<0,0028	0,0009	<0,0028	<0,0028
CL3 sup	0,0009	<0,0028	0,0010	<0,0028	<0,0028
CL3 20 m	0,0008	<0,0028	0,0042	<0,0028	<0,0028
CL3 40 m	0,0007	<0,0028	0,0007	<0,0028	<0,0028
CL3 fondo	0,0018	<0,0028	0,0008	<0,0028	<0,0028
CL4 sup	0,0007	<0,0028	0,0009	<0,0028	<0,0028
CL4 20 m	0,0007	<0,0028	0,0007	<0,0028	<0,0028
CL4 40 m	0,0007	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
CL4 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
CL5 sup	<0,0028	0,0015	0,0007	<0,0028	<0,0028
CL5 20 m	0,0009	<0,0028	0,0049	<0,0028	<0,0028
CL5 40 m	0,0008	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
CL5 fondo	0,0009	<0,0028	0,0008	<0,0028	0,0009
CL6 sup	0,0008	<0,0028	0,0009	<0,0028	<0,0028
CL6 20 m	0,0008	<0,0028	0,0009	<0,0028	0,0023
CL6 40 m	0,0007	<0,0028	0,0010	<0,0028	<0,0028
CL6 fondo	0,0007	<0,0028	0,0008	<0,0028	<0,0028
CL7 sup	0,0011	<0,0028	0,0016	<0,0028	<0,0028
CL7 20 m	0,0011	<0,0028	0,0011	<0,0028	<0,0028
CL7 40 m	0,0010	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
CL7 fondo	0,0010	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
CL8 sup	<0,0028	<0,0028	0,0015	<0,0028	0,0007
CL8 20 m	<0,0028	<0,0028	0,0010	<0,0028	<0,0028
CL8 40 m	0,0006	<0,0028	0,0012	<0,0028	<0,0028
CL8 fondo	0,0049	<0,0028	<0,0028	0,0009	<0,0028

Tab. 3-IIIb - Concentrazioni ($\mu\text{g L}^{-1}$) del Benzo(a)pirene misurate nei cinque surveys condotti nel 2022.

Stazione	Benzo(a)pirene				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL1 sup	0,00036	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL1 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL1 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL1 Fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL2 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL2 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL2 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL2 Fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL3 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL3 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL3 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL3 Fondo	0,00052	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL4 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL4 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL4 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL4 Fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL5 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL5 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL5 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL5 Fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL6 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL6 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL6 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL6 Fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL7 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL7 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL7 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL7 Fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL8 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL8 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL8 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
CL8 Fondo	0,00036	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140

I valori misurati per i **Solventi Organici Aromatici** (BTEX) sono riportati in Tab. 3-IV. A dicembre 2022 il **benzene** ha presentato concentrazioni non quantificabili ($<0,01 \mu\text{g L}^{-1}$) in tutti i campioni. A novembre è stato possibile quantificare la concentrazione di benzene, con valore prossimo al limite di rilevabilità solo in CL2 a 40m ($0,010 \mu\text{g L}^{-1}$), mentre a luglio il benzene, riscontrato in soli 8 campioni, ha presentato concentrazioni piuttosto contenute



in tutti i campioni analizzati. Quando quantificabili, in CL1-CL4 i valori sono variati tra 0,0173 e 0,0207 $\mu\text{g L}^{-1}$ (media $0,0192 \pm 0,0015 \mu\text{g L}^{-1}$), e in CL5-CL8 tra 0,0115 e 0,0183 $\mu\text{g L}^{-1}$, per un valore medio di $0,0146 \pm 0,0028 \mu\text{g L}^{-1}$.

L'**etilbenzene** è stato rilevato solo nel mese di dicembre. Le concentrazioni sono risultate costanti e geograficamente omogenee con valori medi comparabili tra i due gruppi di stazioni ($0,0361 \pm 0,223$ e $0,366 \pm 0,0259 \mu\text{g L}^{-1}$, nelle stazioni CL1-CL4 e CL5-CL8 rispettivamente).

A dicembre lo **stirene** è sempre risultato inferiore al limite di rilevabilità del metodo analitico. Nel mese di luglio le concentrazioni non hanno mostrato differenze significative tra le stazioni di piattaforma (media $0,0134 \pm 0,0032 \mu\text{g L}^{-1}$) ed i controlli (media $0,0144 \pm 0,0040 \mu\text{g L}^{-1}$), similmente a novembre le concentrazioni sono risultate costanti e geograficamente omogenee (media globale $0,0187 \pm 0,0041 \mu\text{g L}^{-1}$).

Il **toluene**, nel corso del 2° 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 in tracce e con valori prossimi al limite di rilevabilità solo in due campioni uno a novembre con concentrazione di $0,0123 \mu\text{g L}^{-1}$ (CL1 a 20 m) e uno a dicembre $0,0106 \mu\text{g L}^{-1}$ (CL2 a 20m).



Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale



AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.



Tab. 3-IV -- Microinquinanti organici (BTEX; $\mu\text{g L}^{-1}$) determinati nel corso dei surveys condotti nel 2022.

Stazione	Benzene					Etilbenzene				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL sup	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0127	<0,010	<0,010	<0,010	0,0570
CL1 20 m	<0,010	0,0119	0,019	<0,010	<0,010	0,1310	0,0303	<0,010	<0,010	0,0174
CL1 40 m	<0,010	0,0101	<0,010	<0,010	<0,010	0,0420	0,0180	<0,010	<0,010	0,0690
CL1 fondo	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0710	<0,010	<0,010	<0,010	0,0350
CL2 sup	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0460
CL2 20 m	<0,010	<0,010	0,0173	<0,010	<0,010	<0,010	0,0211	<0,010	<0,010	0,0780
CL2 40 m	<0,010	<0,010	<0,010	0,0100	<0,010	0,0137	0,0193	<0,010	<0,010	0,0170
CL2 fondo	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0174	<0,010	<0,010	0,0680
CL3 sup	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0114	<0,010	<0,010	0,0500
CL3 20 m	<0,010	0,0112	0,0207	<0,010	<0,010	0,0267	0,0292	<0,010	<0,010	0,0134
CL3 40 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0128	0,0480	<0,010	<0,010	0,0270
CL3 fondo	<0,010	0,0110	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0330
CL4 sup	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0157	<0,010	<0,010	<0,010	0,0154
CL4 20 m	<0,010	0,0114	0,0199	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0192
CL4 40 m	<0,010	0,0102	<0,010	<0,010	<0,010	0,0103	0,0130	<0,010	<0,010	0,0193
CL4 fondo	<0,010	0,0120	<0,010	<0,010	<0,010	0,0269	0,0194	<0,010	<0,010	0,0130
CL5 sup	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
CL5 20 m	<0,010	<0,010	0,0115	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
CL5 40 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0162	<0,010	<0,010	<0,010	0,0140
CL5 fondo	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0114	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
CL6 sup	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0113
CL6 20 m	<0,010	<0,010	0,0148	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
CL6 40 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0309
CL6 fondo	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0258
CL7 sup	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0133	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
CL7 20 m	<0,010	<0,010	0,0139	<0,010	<0,010	<0,010	0,0225	<0,010	<0,010	0,0175
CL7 40 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0560
CL7 fondo	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0410
CL8 sup	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0109
CL8 20 m	<0,010	<0,010	0,0183	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0840
CL8 40 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0116	<0,010	<0,010	0,0328
CL8 fondo	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0470	<0,010	<0,010	0,0780



OGS
Istituto Nazionale
di Oceanografia
e di Geofisica
Sperimentale



AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.



Tab. 3-IV -- Microinquinanti organici (BTEX; $\mu\text{g L}^{-1}$) determinati nel corso dei surveys condotti nel 2022 (continua).

Stazione	Stirene					Toluene				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL sup	0,0820	<0,010	<0,010	0,0284	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL1 20 m	0,1520	<0,010	<0,010	0,0211	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL1 40 m	0,0920	<0,010	<0,010	0,0143	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL1 fondo	0,0960	<0,010	<0,010	0,0152	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL2 sup	0,0590	<0,010	0,0147	0,0146	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL2 20 m	0,0670	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL2 40 m	0,0750	<0,010	0,0173	0,0128	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL2 fondo	0,0610	<0,010	<0,010	0,0227	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL3 sup	0,0550	<0,010	0,0102	0,0163	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL3 20 m	0,1000	<0,010	<0,010	0,0176	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL3 40 m	0,0840	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL3 fondo	0,0660	<0,010	0,0150	0,0185	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL4 sup	0,0590	0,0115	0,0165	0,0198	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL4 20 m	0,0560	<0,010	0,0103	0,0200	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL4 40 m	0,0550	<0,010	0,0101	0,0204	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL4 fondo	0,0640	<0,010	<0,010	0,0224	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL5 sup	0,0350	<0,010	<0,010	0,0207	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL5 20 m	0,0420	<0,010	0,0176	0,0287	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL5 40 m	0,0510	<0,010	0,0171	0,0164	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL5 fondo	0,0450	<0,010	<0,010	0,0171	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL6 sup	0,0370	<0,010	<0,010	0,0162	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL6 20 m	0,0340	<0,010	0,0105	0,0182	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL6 40 m	0,0490	<0,010	<0,010	0,0155	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL6 fondo	0,0370	<0,010	0,0198	0,0186	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL7 sup	0,0490	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL7 20 m	0,0360	<0,010	0,0106	0,0102	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL7 40 m	0,0430	<0,010	0,0101	<0,010	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL7 fondo	0,0430	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL8 sup	0,0390	<0,010	<0,010	0,0193	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL8 20 m	0,0440	<0,010	<0,010	0,0186	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL8 40 m	0,0460	<0,010	<0,010	0,0179	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
CL8 fondo	0,0560	<0,010	0,0150	0,0225	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050

Tab. 3-IV -- Microinquinanti organici (BTEX; $\mu\text{g L}^{-1}$) determinati nel corso dei surveys condotti nel 2022 (continua).

Stazione	Xilene				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL sup	0,0330	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL1 20 m	0,5000	0,0240	<0,010	0,0123	<0,0100
CL1 40 m	0,1500	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL1 fondo	0,2700	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL2 sup	0,0230	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL2 20 m	0,0220	<0,020	<0,010	<0,010	0,0106
CL2 40 m	0,0360	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL2 fondo	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL3 sup	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL3 20 m	0,0890	0,0250	<0,010	<0,010	<0,0100
CL3 40 m	0,0340	0,0340	<0,010	<0,010	<0,0100
CL3 fondo	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL4 sup	0,0380	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL4 20 m	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL4 40 m	0,0250	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL4 fondo	0,0930	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL5 sup	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL5 20 m	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL5 40 m	0,0520	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL5 fondo	0,0350	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL6 sup	0,0250	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL6 20 m	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL6 40 m	0,0300	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL6 fondo	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL7 sup	0,0430	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL7 20 m	0,0290	0,0210	<0,010	<0,010	<0,0100
CL7 40 m	0,0230	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL7 fondo	0,0270	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL8 sup	<0,020	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL8 20 m	0,0320	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL8 40 m	0,0270	<0,020	<0,010	<0,010	<0,0100
CL8 fondo	0,0390	0,0440	<0,010	<0,010	<0,0100

3.1.5. GLICOLE ETILENICO

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

Tab. 3-V - Concentrazioni (mg L^{-1}) di Glicole etilenico registrate nel corso dei surveys condotti nel 2022.

Stazione	Glicole Etilenico				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL1 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL1 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL1 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL2 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL2 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL2 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL2 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL3 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL3 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL3 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL3 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL4 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL4 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL4 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL4 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL5 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL5 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL5 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL5 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL6 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL6 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL6 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL6 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL7 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL7 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL7 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL7 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL8 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL8 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL8 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
CL8 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5



3.1.6. METALLI PESANTI

Le concentrazioni dei metalli determinati nella colonna d'acqua nelle campagne condotte in luglio, novembre e dicembre 2022 sono riportate in Tab. 3-VI. Per comodità di confronto, nelle stesse tabelle si riportano anche i valori dei monitoraggi condotti nel 1° semestre (marzo e maggio 2022). Relativamente ai dati di maggio, la non corrispondenza tra questi valori e quelli inseriti nella relazione semestrale (Franzo *et al.* 2022) è dovuta ad una errata importazione di tali dati nel sistema LIMS del laboratorio, come comunicato nell'All. A3 (Nota tecnica inerente la variazione dei dati analitici campagna maggio), pertanto le concentrazioni riportate in Franzo *et al.* 2022 non sono corrette. Nelle tabelle che seguono i dati inseriti sono quelli aggiornati (corretti) e le concentrazioni risultano tutte inferiori rispetto a quanto precedentemente riportato.

Alluminio – Nel mese di luglio è stato quantificato in soli due campioni delle stazioni di controllo (CL5 al fondo, $2,07 \mu\text{g L}^{-1}$ e CL7 in superficie, $2,39 \mu\text{g L}^{-1}$). Nel mese di novembre la presenza di alluminio è stata riscontrata in tutte le stazioni con concentrazioni piuttosto contenute (range $0,125$ - $1,430 \mu\text{g L}^{-1}$), mentre a dicembre è risultato sempre inferiore a limite di rilevabilità del metodo analitico.

Arsenico – A luglio le concentrazioni di questo metallo sono risultate contenute e geograficamente omogenee (media globale $0,159 \pm 0,022 \mu\text{g L}^{-1}$). Nel mese di novembre, le concentrazioni di arsenico sono sempre risultate inferiori al limite di rilevabilità del metodo, mentre a dicembre, nonostante le concentrazioni siano risultate più elevate (range $1,89$ e $3,08 \mu\text{g L}^{-1}$, massimo nella stazione CL6 a 20 m), non risultano evidenti differenze tra l'area prossima alla piattaforma (media $2,141 \pm 0,216 \mu\text{g L}^{-1}$) e quella di controllo (media $2,233 \pm 0,308 \mu\text{g L}^{-1}$)

Bario – In luglio le concentrazioni di bario sono risultate piuttosto contenute nell'area prossima alla piattaforma (media $0,786 \pm 0,50 \mu\text{g L}^{-1}$) e caratterizzate da un'ampia variabilità nell'area di controllo (range $0,720$ - $6,470 \mu\text{g L}^{-1}$). A novembre le concentrazioni del bario sono risultate piuttosto basse e geograficamente omogenee (media complessiva $0,129 \pm 0,035 \mu\text{g L}^{-1}$), mentre nel mese di dicembre si è osservato un aumento generalizzato in tutte le stazioni (range $4,5$ - $15,00 \mu\text{g L}^{-1}$), con valori leggermente inferiori nelle stazioni di controllo ($9,688 \pm 3,581 \mu\text{g L}^{-1}$) rispetto a quelle prossime alla piattaforma (media $12,630 \pm 1,289 \mu\text{g L}^{-1}$).



Cadmio – Le concertazioni di cadmio, nel secondo semestre, sono sempre risultate inferiori al limite di rilevabilità del metodo analitico in tutte le stazioni.

Cromo – Nel secondo semestre di campionamento il cromo è stato rilevato in soli 4 campioni: a luglio nelle stazioni di controllo CL5 ($0,23 \mu\text{g L}^{-1}$, al fondo) e CL7 ($0,59 \mu\text{g L}^{-1}$, superficie e $0,136 \mu\text{g L}^{-1}$ a 20 m), e a novembre solamente nella stazione CL4 a 20 m ($0,126 \mu\text{g L}^{-1}$).

Ferro – Nel mese di luglio il ferro è stato quantificato con concentrazioni geograficamente omogenee e medie comparabili tra stazioni prossime alla piattaforma e stazioni di controllo ($5,97 \pm 0,35$ e $5,81 \pm 0,99 \mu\text{g L}^{-1}$, rispettivamente). A novembre i valori sono risultati sempre inferiori al limite di quantificazione, mentre a dicembre si è osservato un aumento delle concentrazioni sia nelle stazioni vicino alla piattaforma (media $14,59 \pm 5,72 \mu\text{g L}^{-1}$) che in quelle di controllo (media $13,35 \pm 6,55 \mu\text{g L}^{-1}$).

Mercurio – Nei mesi luglio e novembre le concentrazioni di mercurio sono sempre risultate inferiori al limite di rilevabilità, mentre a dicembre è stato rilevato in quasi tutti i campioni, e fatta eccezione per il massimo ($1,37 \mu\text{g L}^{-1}$, CL7 a 40m) i valori di questo metallo sono variati tra $0,02$ e $0,37 \mu\text{g L}^{-1}$ per una media di $0,198 \pm 0,088 \mu\text{g L}^{-1}$.

Nichel – A luglio le concentrazioni di nichel sono variate tra $0,101$ e $0,980 \mu\text{g L}^{-1}$ (massimo nella stazione CL3 in superficie) e non sono state rilevate differenze significative nelle concentrazioni tra le due aree (media $0,218 \pm 0,269$ in CL1-CL4; e media di $0,193 \pm 0,125 \mu\text{g L}^{-1}$ in CL5-CL8). Nel mese di novembre è stato rilevato solo un valore ($0,108 \mu\text{g L}^{-1}$) a 20 m della stazione CL6, mentre a dicembre le concentrazioni sono risultate sempre inferiori al limite di rilevabilità del metodo analitico.

Piombo – Nel secondo semestre è stato possibile quantificare il piombo solo nel mese di dicembre. In entrambi i gruppi di stazioni, sono stati misurati valori piuttosto contenuti e nel complesso comparabili tra loro (CL1-CL4, media $0,40 \pm 0,17 \mu\text{g L}^{-1}$ e CL5-CL8, media $0,40 \pm 0,19 \mu\text{g L}^{-1}$).

Rame – Il rame nel secondo semestre è stato rilevato in un numero esiguo di campioni. A luglio è stato quantificato solo nelle stazioni di controllo con media pari a $0,68 \pm 0,88 \mu\text{g L}^{-1}$ (massimo $2,65 \mu\text{g L}^{-1}$, CL7 in superficie). A novembre è stato rilevato nel range $0,512 - 4,650 \mu\text{g L}^{-1}$, con il massimo al fondo della stazione CL5, mentre a dicembre il range osservato nelle stazioni CL1- CL4 ($0,78 - 2,40 \mu\text{g L}^{-1}$) è maggiore rispetto a quello delle stazioni di controllo



(0,71 - 0,75 $\mu\text{g L}^{-1}$).

Vanadio – A luglio è stata osservata una certa omogeneità geografica (media globale, $0,356 \pm 0,055 \mu\text{g L}^{-1}$); a novembre le concentrazioni di questo metallo sono risultate sempre inferiori al limite di quantificazione, mentre a dicembre il vanadio ha presentato una certa omogeneità geografica seppure concentrazioni medie leggermente più elevate siano state rilevate nelle stazioni vicine alla piattaforma ($2,43 \pm 0,40 \mu\text{g L}^{-1}$) rispetto a quanto misurato nei controlli ($2,14 \pm 0,54 \mu\text{g L}^{-1}$).

Zinco – A luglio è stato quantificato solo nella stazione CL7 in superficie ($0,85 \mu\text{g L}^{-1}$); a novembre l'elevata dispersione dei dati non permette una differenziazione statistica né geografica, (media di $0,278 \pm 0,288 \mu\text{g L}^{-1}$, massimo $1,54 \mu\text{g L}^{-1}$ in CL7, 40 m), mentre a dicembre i 5 campioni quantificabili non hanno riportato differenze tra l'area prossima alla piattaforma ($3,43 \pm 1,62 \mu\text{g L}^{-1}$) e quella di controllo ($3,50 \pm 0,85 \mu\text{g L}^{-1}$).

Indio – Nel secondo semestre di monitoraggio, concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità sono state osservate nei mesi di luglio e novembre, mentre a dicembre è stata rilevata una certa omogeneità geografica (media globale $0,146 \pm 0,049 \mu\text{g L}^{-1}$).

Silicio – Questo metallo nei mesi di luglio e novembre ha presentato una buona omogeneità geografica (rispettivamente $0,17 \pm 0,08 \text{ mg L}^{-1}$ e $0,15 \pm 0,11 \text{ mg L}^{-1}$), mentre a dicembre è stato quantificato in tutte le stazioni prossime alla piattaforma con valori medi di concentrazioni pari a $0,12 \pm 0,06 \text{ mg L}^{-1}$, mentre nelle stazioni CL5- CL8 è stato possibile quantificarlo in soli 6 campioni con una media pari a $0,03 \pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$.

Tab. 3- VII - Concentrazioni ($\mu\text{g/L}$; Si in mg/L) di Metalli Pesanti registrate nel corso dei survey condotti a nel 2022.

Stazione	Alluminio (Al)					Arsenico (As)					Bario (Ba)				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL1 sup	8,2	<0,10	<0,10	0,576	<6,8	1,7	0,151	0,157	<0,10	2,21	8,6	0,87	0,74	0,195	12
CL1 20 m	18	<0,10	<0,10	0,63	<6,8	1,9	0,156	0,149	<0,10	2,54	11	0,9	0,73	0,181	12
CL1 40 m	6,1	0,458	<0,10	0,6	<6,8	1,8	0,169	0,164	<0,10	2,06	9,7	0,95	0,85	0,187	11
CL1 Fondo	2,9	<0,10	<0,10	0,8	<6,8	2,2	0,167	0,168	<0,10	1,91	13	1,01	0,84	0,114	14
CL2 sup	6,6	<0,10	<0,10	1,43	<6,8	1,9	0,167	0,14	<0,10	2	9	0,9	0,75	<0,10	15
CL2 20 m	7,5	<0,10	<0,10	0,291	<6,8	1,9	0,185	0,167	<0,10	2,14	10	0,79	0,73	<0,10	12
CL2 40 m	6,2	0,67	<0,10	0,43	<6,8	2	0,176	0,153	<0,10	1,96	10	0,91	0,81	0,103	12
CL2 Fondo	33	<0,10	<0,10	0,41	<6,8	1,8	0,169	0,159	<0,10	2,2	10	1,06	0,84	0,105	14
CL3 sup	4,3	1,59	<0,10	0,33	<6,8	1,8	0,158	0,153	<0,10	1,94	9,5	0,9	0,76	0,105	12
CL3 20 m	15	0,68	<0,10	0,351	<6,8	1,8	0,153	0,169	<0,10	2,02	13	0,84	0,78	<0,10	11
CL3 40 m	7,7	<0,10	<0,10	0,126	<6,8	1,7	0,149	0,155	<0,10	2,01	9,6	0,95	0,84	<0,10	12
CL3 Fondo	4	<0,10	<0,10	0,387	<6,8	1,7	0,185	0,156	<0,10	1,96	9,2	0,96	0,88	0,122	11
CL4 sup	180	<0,10	<0,10	0,272	<6,8	1,8	0,159	0,15	<0,010	2,32	8,5	0,85	0,73	0,122	12
CL4 20 m	5,7	<0,10	<0,10	0,509	<6,8	1,7	0,147	0,164	<0,010	2,61	8,9	0,187	0,76	0,104	10
CL4 40 m	68	<0,10	<0,10	0,125	<6,8	1,8	0,148	0,152	<0,010	2,36	11	0,84	0,77	<0,010	11
CL4 Fondo	25	<0,10	<0,10	0,294	<6,8	1,8	0,166	0,161	<0,010	2,01	10	1	0,77	0,106	12
CL5 sup	6,2	<0,10	<0,10	0,321	<6,8	1,9	0,189	0,143	<0,10	2,16	9,7	0,98	0,8	0,136	11
CL5 20 m	3,4	<0,10	<0,10	0,332	<6,8	1,7	0,185	0,14	<0,10	1,89	7,5	1,02	0,75	<0,10	12
CL5 40 m	0,8	3,28	<0,10	0,67	<6,8	1,9	0,161	0,141	<0,10	2,6	8,3	1,26	0,78	0,102	5
CL5 Fondo	0,72	<0,10	2,07	0,99	<6,8	1,9	0,157	0,189	<0,10	2,2	8,3	1,07	2,69	0,112	6,2
CL6 sup	2,4	0,98	<0,10	1,18	<6,8	1,7	0,172	0,142	<0,10	2,5	7,6	1,15	0,87	0,122	4,5
CL6 20 m	5,9	<0,10	<0,10	1,35	<6,8	1,7	0,18	0,144	<0,10	3,08	7,7	0,91	0,77	0,196	5,2
CL6 40 m	1,8	<0,10	<0,10	0,81	<6,8	1,6	0,183	0,156	<0,10	2,33	7,3	0,91	0,83	0,199	6
CL6 Fondo	11	<0,10	<0,10	0,467	<6,8	1,7	0,184	0,156	<0,10	2,45	8,7	1,19	0,86	0,104	6,1
CL7 sup	7,7	<0,10	2,39	0,506	<6,8	1,7	0,145	0,246	<0,10	2,13	11	1	6,47	0,116	10
CL7 20 m	9,2	1,39	<0,10	0,231	<6,8	1,8	0,176	0,195	<0,10	1,91	9,5	0,93	3,01	<0,10	11
CL7 40 m	3,6	<0,10	<0,10	0,484	<6,8	1,5	0,182	0,138	<0,10	2,09	9,1	0,98	0,97	0,107	15
CL7 Fondo	<0,20	<0,10	<0,10	0,366	<6,8	1,8	0,158	0,146	<0,10	2,04	9	1,06	0,88	0,108	14
CL8 sup	6,9	<0,10	<0,10	0,72	<6,8	1,8	0,128	0,136	<0,10	1,99	10	0,96	0,72	<0,10	13
CL8 20 m	2,6	<0,10	<0,10	0,444	<6,8	1,6	0,134	0,185	<0,10	2,09	9	0,8	0,78	<0,10	13
CL8 40 m	20	0,134	<0,10	0,98	<6,8	1,9	0,145	0,148	<0,10	2,01	10	0,99	0,83	0,11	11
CL8 Fondo	11	0,106	<0,10	0,88	<6,8	1,9	1,18	0,173	<0,10	2,1	11	1,29	0,89	0,116	12

Tab. 3- VIII - Continua.

Stazione	Cadmio (Cd)					Cromo totale					Ferro (Fe)				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL1 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,9	6,4	<5,0	15
CL1 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,3	5,8	<5,0	14
CL1 40 m	0,11	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,2	6,3	<5,0	15
CL1 Fondo	0,13	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6	5,7	<5,0	28,6
CL2 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,2	5,6	<5,0	12
CL2 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,6	5,42	<5,0	10
CL2 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,4	6,1	<5,0	9,3
CL2 Fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,6	5,8	<5,0	21,9
CL3 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,9	6,1	<5,0	<4,9
CL3 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,3	6	<5,0	<4,9
CL3 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,1	6,3	<5,0	<4,9
CL3 Fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,5	6,5	<5,0	17
CL4 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,010	<0,22	<5,0	5,6	6	<5,0	9,3
CL4 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	0,126	<0,22	<5,0	5,9	6,2	<5,0	11
CL4 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	0,25	<0,10	<0,10	<0,010	<0,22	<5,0	6,5	6	<5,0	<4,9
CL4 Fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,010	<0,22	<5,0	5,7	5,27	<5,0	12
CL5 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,2	5,33	<5,0	15
CL5 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6	5,23	<5,0	7,9
CL5 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,9	5,42	<5,0	<4,9
CL5 Fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	0,232	<0,10	<0,22	<5,0	5,7	9	<5,0	7,9
CL6 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,9	5,8	<5,0	<4,9
CL6 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,9	5,05	<5,0	<4,9
CL6 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,3	<5,0	<5,0	<4,9
CL6 Fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	0,52	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,3	5,7	<5,0	7,7
CL7 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	0,59	<0,10	<0,22	<5,0	6,2	5,49	<5,0	13
CL7 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	0,136	<0,10	<0,22	<5,0	6,8	6,0	<5,0	9
CL7 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,2	5,12	<5,0	9,8
CL7 Fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,1	5,21	<5,0	22,6
CL8 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,8	6,9	<5,0	13
CL8 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,4	5,42	<5,0	11
CL8 40 m	0,13	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,1	5,7	<5,0	14
CL8 Fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,8	5,7	<5,0	29,3



Tab. 3- VIII - Continua.

Stazione	Mercurio (Hg)					Nichel (Ni)					Piombo (Pb)				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL1 sup	0,1	<0,050	<0,050	<0,050	0,194	<0,10	0,221	<0,10	<0,10	<0,14	0,22	<0,10	<0,10	<0,10	0,59
CL1 20 m	0,23	<0,050	<0,050	<0,050	0,167	<0,10	0,227	<0,10	<0,10	<0,14	0,76	<0,10	<0,10	<0,10	0,21
CL1 40 m	0,06	<0,050	<0,050	<0,050	0,181	<0,10	0,214	0,129	<0,10	<0,14	0,68	<0,10	<0,10	<0,10	0,21
CL1 Fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,155	<0,10	0,217	0,121	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
CL2 sup	0,15	<0,050	<0,050	<0,050	0,306	<0,10	0,169	0,13	<0,10	<0,14	0,34	<0,10	<0,10	<0,10	0,5
CL2 20 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,295	<0,10	0,162	0,202	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,55
CL2 40 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,246	<0,10	0,21	0,167	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,4
CL2 Fondo	0,14	<0,050	<0,050	<0,050	0,238	<0,10	0,27	0,108	<0,10	<0,14	0,41	<0,10	<0,10	<0,10	0,67
CL3 sup	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,261	<0,10	0,225	0,98	<0,10	<0,14	0,28	<0,10	<0,10	<0,10	0,4
CL3 20 m	0,09	<0,050	<0,050	<0,050	0,257	<0,10	0,199	0,101	<0,10	<0,14	0,38	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
CL3 40 m	0,14	<0,050	<0,050	<0,050	0,37	<0,10	0,21	0,121	<0,10	<0,14	0,47	<0,10	<0,10	<0,10	0,15
CL3 Fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,279	<0,10	0,236	0,125	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
CL4 sup	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,22	<0,10	0,215	<0,10	<0,010	<0,14	0,25	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
CL4 20 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,217	<0,10	0,202	<0,10	<0,010	<0,14	0,18	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
CL4 40 m	0,13	<0,050	<0,050	<0,050	0,236	<0,10	0,229	<0,10	<0,10	<0,14	1,8	<0,10	<0,10	<0,10	0,34
CL4 Fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,245	<0,10	0,244	<0,10	<0,10	<0,14	0,3	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
CL5 sup	0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,228	<0,10	0,24	0,194	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,22
CL5 20 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,174	<0,10	0,181	0,129	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,26
CL5 40 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,02	<0,10	0,265	0,135	<0,10	<0,14	0,11	<0,10	<0,10	<0,10	0,36
CL5 Fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,05	<0,10	0,224	0,48	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
CL6 sup	0,06	<0,050	<0,050	<0,050	<0,01	<0,10	0,278	0,151	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
CL6 20 m	0,07	<0,050	<0,050	<0,050	0,05	<0,10	0,231	0,134	0,108	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,29
CL6 40 m	0,05	<0,050	<0,050	<0,050	<0,01	<0,10	0,199	0,126	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,32
CL6 Fondo	0,07	<0,050	<0,050	<0,050	0,06	<0,10	0,184	0,142	<0,10	<0,14	0,49	<0,10	<0,10	<0,10	0,74
CL7 sup	0,19	<0,050	<0,050	<0,050	0,114	<0,10	0,249	0,493	<0,10	<0,14	0,45	<0,10	<0,10	<0,10	0,19
CL7 20 m	0,15	<0,050	<0,050	<0,050	0,139	<0,10	0,247	0,256	<0,10	<0,14	0,33	<0,10	<0,10	<0,10	0,18
CL7 40 m	0,12	<0,050	<0,050	<0,050	1,37	<0,10	0,246	0,169	<0,10	<0,14	0,11	<0,10	<0,10	<0,10	0,68
CL7 Fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,168	<0,10	0,262	0,115	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,27
CL8 sup	0,06	<0,050	<0,050	<0,050	0,275	<0,10	0,22	0,119	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,61
CL8 20 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,33	<0,10	0,197	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,6
CL8 40 m	0,07	<0,050	<0,050	<0,050	0,165	<0,10	0,221	0,122	<0,10	<0,14	0,25	<0,10	<0,10	<0,10	0,51
CL8 Fondo	0,14	<0,050	<0,050	<0,050	0,11	<0,10	0,228	0,128	<0,10	<0,14	0,19	<0,10	<0,10	<0,10	0,31

Tab. 3- VIIV - Continua.

Stazione	Rame (Cu)					Vanadio (V)					Zinco (Zn)				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL1 sup	0,57	0,1	<0,10	<0,10	0,78	1,6	0,298	0,375	<0,10	3,4	6,4	<0,10	<0,10	0,118	<2,4
CL1 20 m	0,97	<0,10	<0,10	<0,10	2,4	2	0,292	0,331	<0,10	3,1	33	<0,10	<0,10	0,122	<2,4
CL1 40 m	1	<0,10	<0,10	<0,10	1,6	1,7	0,281	0,31	<0,10	2,7	1,1	<0,10	<0,10	0,201	<2,4
CL1 Fondo	0,52	<0,10	<0,10	<0,10	1,5	2	0,353	0,345	<0,10	2,5	<0,10	<0,10	<0,10	0,387	<2,4
CL2 sup	0,62	<0,10	<0,10	<0,10	0,78	1,8	0,397	0,38	<0,10	2,7	13	<0,10	<0,10	0,313	<2,4
CL2 20 m	0,5	<0,10	<0,10	2,35	<0,51	1,8	0,38	0,352	<0,10	2,2	<0,10	<0,10	<0,10	0,124	<2,4
CL2 40 m	0,45	<0,10	<0,10	<0,10	<0,51	2	0,345	0,331	<0,10	2,3	<0,10	<0,10	<0,10	0,437	<2,4
CL2 Fondo	0,77	<0,10	<0,10	<0,10	1,2	1,9	0,347	0,372	<0,10	2,2	10	<0,10	<0,10	0,58	<2,4
CL3 sup	0,78	<0,10	<0,10	<0,10	<0,51	1,7	0,279	0,352	<0,10	2	11	<0,10	<0,10	0,176	2,5
CL3 20 m	1,2	<0,10	<0,10	<0,10	<0,51	2,1	0,303	0,385	<0,10	2,6	5,6	<0,10	<0,10	<0,10	<2,4
CL3 40 m	0,69	0,126	<0,10	<0,10	<0,51	1,6	0,198	0,373	<0,10	1,8	4,9	<0,10	<0,10	<0,10	<2,4
CL3 Fondo	0,5	<0,10	<0,10	<0,10	<0,51	1,7	0,27	0,38	<0,10	2,2	<0,10	<0,10	<0,10	0,152	<2,4
CL4 sup	0,62	<0,10	<0,10	<0,10	<0,51	1,8	0,253	0,452	<0,010	2,3	1,6	<0,10	<0,10	0,105	5,3
CL4 20 m	0,82	<0,10	<0,10	<0,010	<0,51	1,8	0,247	0,422	<0,010	2,3	<0,10	<0,10	<0,10	0,505	<2,4
CL4 40 m	2,8	<0,10	<0,10	<0,10	<0,51	1,8	0,261	0,363	<0,010	2,2	210	<0,10	<0,10	<0,010	<2,4
CL4 Fondo	0,73	<0,10	<0,10	<0,10	<0,51	1,9	0,263	0,382	<0,010	2,4	9,6	<0,10	<0,10	<0,010	2,5
CL5 sup	0,42	0,108	<0,10	<0,10	<0,51	1,8	0,388	0,342	<0,10	2,4	<0,10	<0,10	<0,10	0,17	<2,4
CL5 20 m	0,41	0,103	<0,10	<0,10	<0,51	1,7	0,396	0,32	<0,10	2	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<2,4
CL5 40 m	0,45	0,166	<0,10	<0,10	<0,51	2	0,23	0,326	<0,10	1,2	<0,10	1,69	<0,10	0,141	<2,4
CL5 Fondo	0,38	<0,10	0,99	4,65	<0,51	1,8	0,333	0,312	<0,10	2	<0,10	<0,10	<0,10	0,129	<2,4
CL6 sup	0,33	<0,10	<0,10	0,73	<0,51	1,9	0,381	0,338	<0,10	1,3	0,35	<0,10	<0,10	0,317	<2,4
CL6 20 m	0,4	<0,10	0,115	0,512	<0,51	1,7	0,38	0,268	<0,10	1,9	<0,10	<0,10	<0,10	1,54	<2,4
CL6 40 m	0,36	<0,10	<0,10	<0,10	<0,51	1,9	0,397	0,299	<0,10	1,8	<0,10	<0,10	<0,10	0,322	<2,4
CL6 Fondo	0,28	0,104	0,113	<0,10	<0,51	1,6	0,417	0,3	<0,10	1,3	12	<0,10	<0,10	0,113	<2,4
CL7 sup	0,5	<0,10	2,64	<0,10	<0,51	1,7	0,437	0,569	<0,10	2,6	56	<0,10	0,85	0,239	4,1
CL7 20 m	0,54	0,101	1,02	<0,10	<0,51	1,8	0,408	0,408	<0,10	2,4	61	<0,10	<0,10	0,142	<2,4
CL7 40 m	0,44	<0,10	0,313	<0,10	<0,51	1,8	0,396	0,295	<0,10	2,3	22	<0,10	<0,10	0,14	<2,4
CL7 Fondo	0,42	0,105	<0,10	<0,10	0,71	1,9	0,373	0,341	<0,10	2,4	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<2,4
CL8 sup	0,42	<0,10	<0,10	<0,10	<0,51	1,9	0,265	0,337	<0,10	2,2	5,6	<0,10	<0,10	0,187	<2,4
CL8 20 m	0,43	<0,10	<0,10	<0,10	<0,51	1,6	0,357	0,36	<0,10	2,5	2,3	<0,10	<0,10	0,208	2,9
CL8 40 m	0,53	<0,10	0,148	<0,10	0,73	1,7	0,356	0,314	<0,10	3,3	21	<0,10	<0,10	0,23	<2,4
CL8 Fondo	0,6	<0,10	0,101	<0,10	0,75	1,7	0,341	0,356	<0,10	2,7	51	<0,10	<0,10	0,124	<2,4

Tab. 3- VIV - Continua.

Stazione	Indio (In)					Silicio				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
CL1 sup	41	<0,10	<0,10	<0,10	0,25	0,13	0,056	0,15	0,079	0,11
CL1 20 m	3,6	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,11	0,051	0,1	0,064	0,11
CL1 40 m	13	<0,10	<0,10	<0,10	0,14	0,12	0,058	0,15	0,075	0,13
CL1 Fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,09	0,13	0,23	0,31	0,33	0,18
CL2 sup	2,7	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	0,13	0,079	0,13	0,15	0,088
CL2 20 m	2,4	<0,10	<0,10	<0,10	0,13	0,11	0,039	0,14	0,15	0,14
CL2 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,1	0,064	0,13	0,12	0,021
CL2 Fondo	29	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,12	0,21	0,31	0,33	0,036
CL3 sup	5,9	<0,10	<0,10	<0,10	0,13	0,11	0,096	0,12	0,066	0,021
CL3 20 m	31	<0,10	<0,10	<0,10	0,15	0,13	<0,021	0,094	0,094	0,19
CL3 40 m	0,99	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	0,11	0,09	0,032	0,045	0,11
CL3 Fondo	0,13	<0,10	<0,10	<0,10	0,16	0,12	0,19	0,37	0,35	0,21
CL4 sup	8,8	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	0,16	0,13	0,1	0,075	0,1
CL4 20 m	2,8	<0,10	<0,10	<0,10	0,08	0,14	0,079	0,12	0,1	0,13
CL4 40 m	40	<0,10	<0,10	<0,10	0,15	0,11	0,1	0,11	0,12	0,13
CL4 Fondo	5,8	<0,10	<0,10	<0,10	0,18	0,14	0,22	0,28	0,32	0,16
CL5 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,12	0,16	0,13	0,043	<0,50
CL5 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,09	0,13	0,096	0,14	0,049	<0,50
CL5 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,21	0,16	0,12	0,13	0,079	<0,50
CL5 Fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,28	0,14	0,25	0,25	0,32	<0,50
CL6 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,22	0,12	0,096	0,13	0,12	<0,50
CL6 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,18	0,14	0,13	0,12	0,036	<0,50
CL6 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,17	0,15	0,13	0,11	0,092	<0,50
CL6 Fondo	3,3	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	0,12	0,19	0,31	0,33	<0,50
CL7 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,14	0,14	0,14	0,096	0,092	0,026
CL7 20 m	1,8	<0,10	<0,10	<0,10	0,13	0,14	0,077	0,14	0,12	0,021
CL7 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,08	0,13	0,11	0,13	0,079	<0,50
CL7 Fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	0,13	0,24	0,32	0,26	<0,50
CL8 sup	8,9	<0,10	<0,10	<0,10	0,13	0,12	0,051	0,13	0,064	0,028
CL8 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	0,12	0,068	0,13	0,075	0,021
CL8 40 m	0,51	<0,10	<0,10	<0,10	0,16	0,12	0,077	0,14	0,088	0,026
CL8 Fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,16	0,11	0,3	0,27	0,39	0,041

3.1.7 CONSIDERAZIONI DI SINTESI

In questo capitolo vengono analizzate le distribuzioni verticali nel tempo dei parametri misurati nell'area della piattaforma Clara NW durante le campagne di monitoraggio condotte per il 2022, nei mesi di marzo (ENI152022), maggio (ENI162022), luglio (ENI172022), novembre (ENI182022) e dicembre (ENI192022). Si riportano inoltre, per confronto, i dati relativi agli anni 2020 e 2021, e per le analisi fisiche anche il 2019.

3.1.7.1 Indagini fisiche, chimiche e biologiche

Dall'analisi della distribuzione verticale nel tempo si distingue il caratteristico ciclo di variazione annuale della temperatura (fig. 3.36).

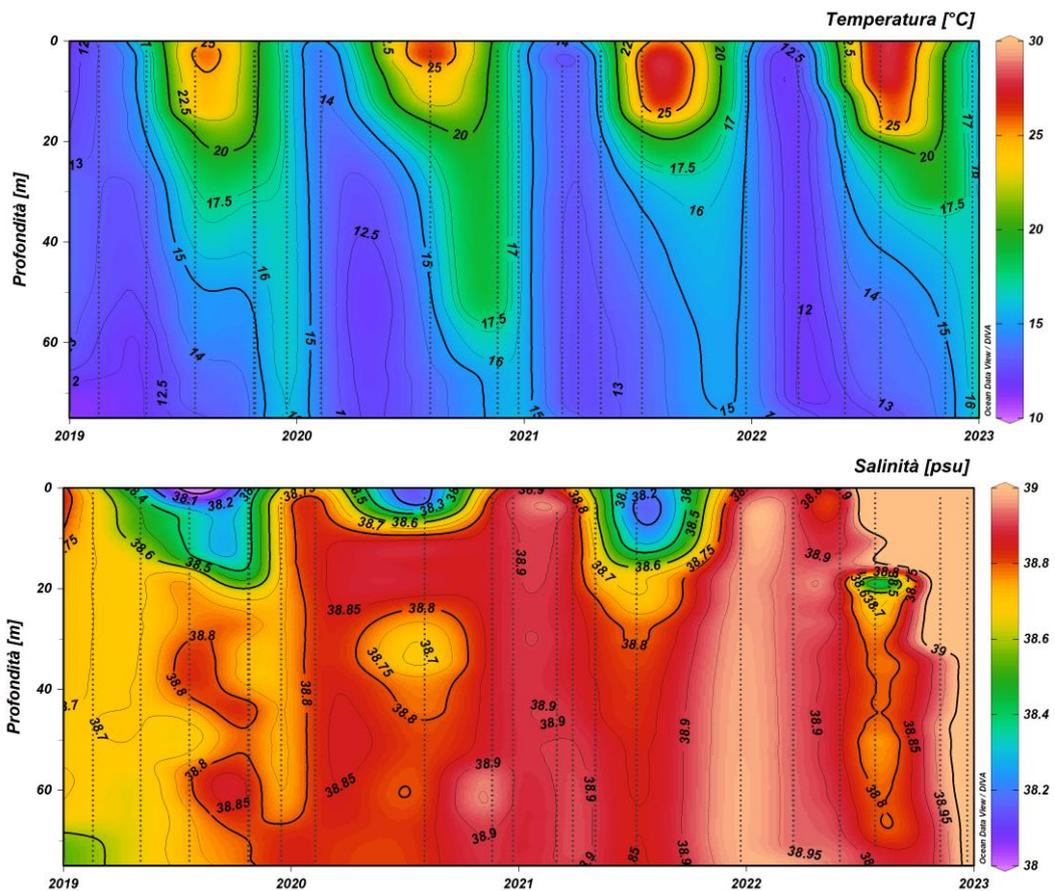


Fig. 3.36 - Andamento annuale della temperatura (°C) e della salinità (psu) per la piattaforma Clara NW (da febbraio 2019 a dicembre 2022).

In particolare, i valori minimi annuali (media $13,92 \pm 0,01^{\circ}\text{C}$) sono stati rilevati nel mese di marzo 2022, distribuiti uniformemente su tutta la colonna d'acqua, mentre a maggio è



evidente il progressivo processo di stratificazione stagionale, ben rappresentata dal gradiente verticale di temperatura (termoclino) registrato a luglio, con i valori massimi nello strato superficiale (media $27,71 \pm 0,17^{\circ}\text{C}$). In autunno si apprezza l'inizio del processo di rimescolamento che precede il ritorno alla distribuzione omogenea del periodo invernale (media $16,51 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$). Il confronto con i dati pregressi mostra che a marzo 2022 sono stati registrati i valori minimi più bassi e a luglio i valori massimi più alti.

Anche per la distribuzione di salinità (fig. 3.36) è evidente il processo di rimescolamento verticale nei profili omogenei di marzo e maggio 2022 (media $38,88 \pm 0,03$ psu). A luglio valori minimi di salinità sono presenti intorno a 20m di profondità (minimo 38,10 psu, stazione CL7), valori massimi in superficie (media $39,06$ psu) e valori elevati nel resto della colonna d'acqua (media $38,79 \pm 0,03$ psu). Valori elevati e uniformi sono presenti anche nelle misure effettuate a novembre (media $39,01 \pm 0,08$ psu) e dicembre (media $39,03 \pm 0,00$ psu). In generale la salinità ha fatto registrare valori medi in aumento nel 2022 rispetto agli anni precedenti.

La concentrazione di materiale sospeso (fig. 3.37) è risultata ovunque omogenea fino a circa 60m di profondità, con i valori medi più bassi rilevati nel mese di luglio (media $0,2 \pm 0,0$ mg L⁻¹) e quelli più elevati rilevati nel mese di maggio (media $1,0 \pm 0,1$ mg L⁻¹), mentre i valori massimi hanno caratterizzato le quote di fondo a marzo (media $1,6 \pm 0,4$ mg L⁻¹), maggio (media $1,2 \pm 0,2$ mg L⁻¹) e dicembre (media $0,9 \pm 0,2$ mg L⁻¹).

L'ossigeno disciolto (fig. 3.37) ha fatto registrare valori alla saturazione omogenei in tutta la colonna d'acqua a marzo (media $100,6 \pm 1,2\%$), in aumento nello strato superficiale e intermedio a maggio fino a raggiungere i valori massimi a luglio (massimo 127,9% a 18m, stazione CL6), progressivamente in diminuzione a novembre e nuovamente uniformi su tutta la colonna d'acqua a dicembre (media $97,6 \pm 2,1\%$). I valori minimi (<90%) sono stati rilevati nello strato più profondo a novembre.

L'attività fotosintetica, come evidenziato dall'andamento nel tempo della fluorescenza in situ (fig. 3.37), ha mostrato valori distribuiti uniformemente sulla colonna d'acqua a marzo (media $0,5 \pm 0,1$ µg L⁻¹), valori molto bassi fino alle quote più profonde (media $0,2 \pm 0,1$ µg L⁻¹) e più elevati al fondo (>1 µg L⁻¹) a luglio; i massimi assoluti sono stati registrati alle quote profonde a maggio (massimo 2,1 µg L⁻¹ a 60m, stazione CL6), mentre a novembre e dicembre si ritrovano valori molto bassi (<0,3 µg L⁻¹) ed uniformi su tutta la colonna

d'acqua.

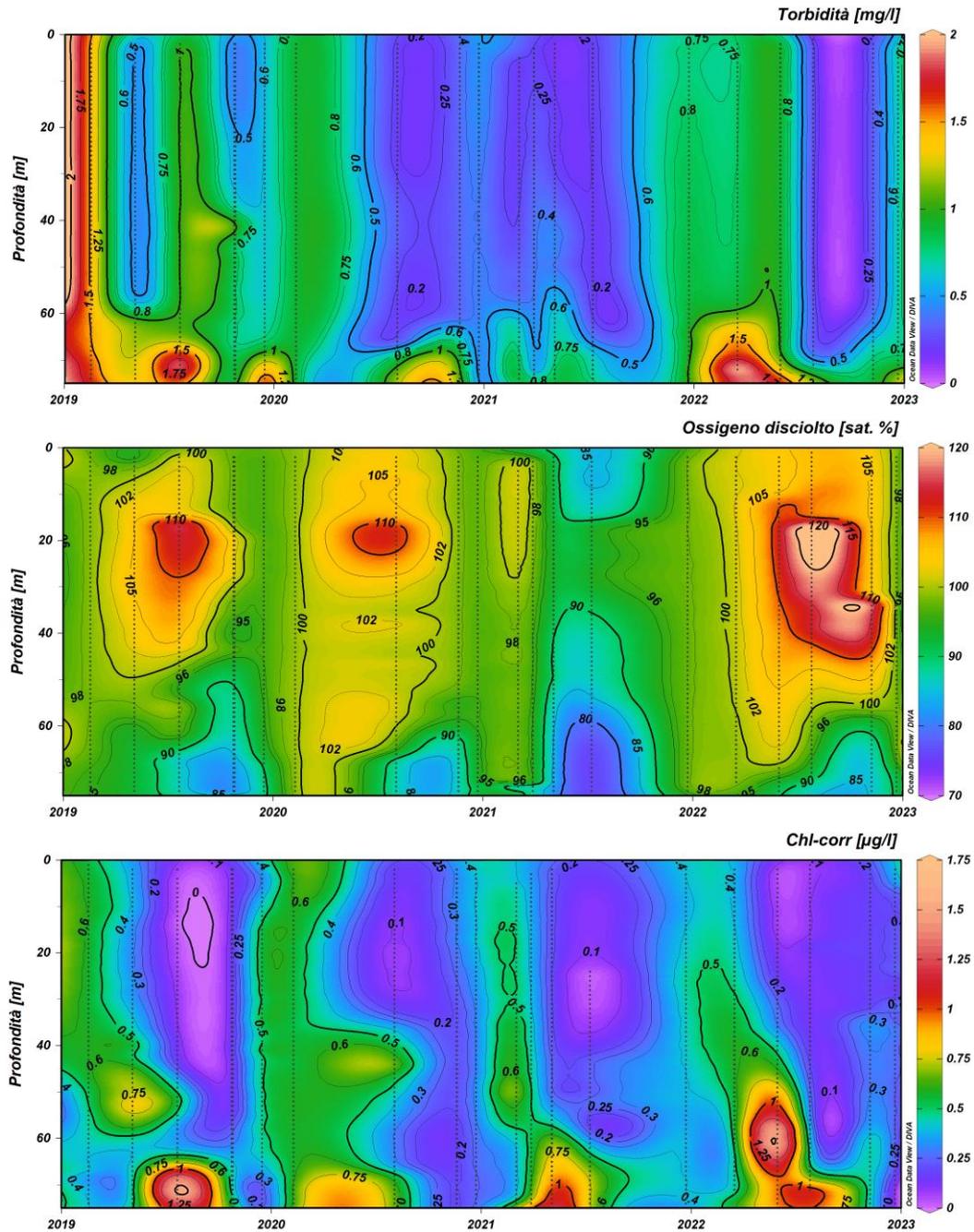


Fig. 3.37 - Andamento della torbidità (in mg L^{-1}), dell'ossigeno disciolto (in % di saturazione) e della fluorescenza in situ (espressa come $\mu\text{g L}^{-1}$ di clorofilla) per la piattaforma Clara NW (da febbraio 2019 a dicembre 2022).

Le concentrazioni massime di clorofilla *a* ($462,5$ e $478,4 \text{ ng L}^{-1}$) sono state misurate rispettivamente nel mese di maggio al fondo (stazione CL5) e nel mese di luglio al fondo (stazione CL6), mentre le concentrazioni medie più elevate ($\sim 288 \text{ ng L}^{-1}$) sono state rilevate



a marzo. I valori medi più bassi ($< 121,7 \text{ ng L}^{-1}$) sono stati riscontrati nei campionamenti di luglio.

Per la clorofilla *b* le concentrazioni medie più elevate ($27,3 \pm 22,1 \text{ ng L}^{-1}$) sono state rilevate a maggio, valori medi più contenuti e confrontabili ($\sim 24 \text{ ng L}^{-1}$) hanno caratterizzato i campionamenti di luglio e novembre, mentre a marzo e dicembre sono stati riscontrati i valori medi più bassi $< 14 \text{ ng L}^{-1}$. Il valore massimo è stato misurato a luglio al fondo nella stazione CL5 ($105,4 \text{ ng L}^{-1}$).

Come riscontrato per clorofilla *a*, la clorofilla *c* ha presentato le concentrazioni medie più elevate a marzo e a maggio ($72,7 \pm 15,6$ e $82,2 \pm 52,9 \text{ ng L}^{-1}$, rispettivamente) e medie più basse e confrontabili ($< 52 \text{ ng L}^{-1}$) a luglio, novembre e dicembre. Il valore massimo ($206,0 \text{ ng L}^{-1}$) come per la clorofilla *a* è stato misurato nel mese di luglio al fondo della stazione CL7.

Le concentrazioni medie di clorofilla *a* e di clorofilla *c* sono risultate più contenute rispetto al secondo semestre del 2021, ma superiori a quelle ottenute nel 2020, mentre le concentrazioni medie della clorofilla *b* risultano superiori a quelle del secondo semestre del biennio 2020-2021. Come già osservato nell'estate 2020 e confermato dai profili di fluorescenza, nel 2022 a luglio i valori massimi sono stati riscontrati al fondo in tutte le stazioni della piattaforma.

Le concentrazioni medie più elevate di nitriti ($0,20 \pm 0,09$ e $0,14 \pm 0,03 \mu\text{M}$) sono state osservate rispettivamente a marzo e dicembre, mentre concentrazioni medie più contenute hanno caratterizzato i campionamenti di maggio, luglio e novembre ($< 0,05 \mu\text{M}$). Il valore più elevato ($0,39 \mu\text{M}$) ha caratterizzato la quota di fondo a marzo (stazione CL5). Il valore più elevato di nitrati ($1,70 \mu\text{M}$) è stato osservato a novembre al fondo (CL7), mese in cui sono state osservate anche le medie massime ($0,41 \pm 0,67 \mu\text{M}$). Concentrazioni medie più contenute ($\sim 30 \mu\text{M}$) hanno caratterizzato i mesi di maggio e dicembre, mentre quelle più basse sono state misurate a luglio ($< 0,03 \pm 0,02 \mu\text{M}$). Le concentrazioni di ammonio e dei fosfati sono risultate contenute e comparabili in tutti i mesi investigati e sono risultate sempre inferiori a $0,03 \mu\text{M}$.

Il contenuto medio di silicati è risultato più elevato nel mese di fine marzo ($1,87 \pm 0,17 \mu\text{M}$), e i massimi sono stati osservati sempre al fondo, con il massimo assoluto ($5,02 \mu\text{M}$) in novembre al fondo della stazione CL5.



Rispetto al secondo semestre del 2020 e 2021, le concentrazioni di tutti i nutrienti sono risultate moderatamente più contenute.

Dall'analisi dei campioni, la concentrazione di materiale sospeso per il 2022 ha mostrato valori più elevati alle quote di fondo nei mesi di marzo e dicembre. La concentrazione media massima è stata osservata nel mese di marzo ($1,1 \pm 0,7 \text{ mg L}^{-1}$) e il massimo ($3,3 \text{ mg L}^{-1}$) è stato riscontrato al fondo della stazione CL7. Negli altri mesi campionati le medie sono risultate più contenute ($<0,4 \text{ mg L}^{-1}$). I dati sono risultati paragonabili a quelli del secondo semestre 2020, ma lievemente più contenuti rispetto al 2021.

3.1.7.2 Indagini sugli inquinanti

Idrocarburi totali, idrocarburi alifatici, idrocarburi policiclici aromatici

Le concentrazioni degli **Idrocarburi Totali** (Fig. 3.38), in tutto l'anno 2022, sono risultati sempre inferiori al limite di rilevabilità. Nel biennio di campionamento 2020- 2021 sono stati rilevati sporadicamente. Dai massimi osservati ad agosto 2020, le concentrazioni sono fortemente diminuite fino a scomparire nell'ultimo anno di monitoraggio.

Gli **Idrocarburi Alifatici** (Fig. 3.38) hanno mostrato un andamento simile a quello degli IT. Le concentrazioni medie, dopo un massimo riscontrato nel mese di agosto 2020 ($40 \pm 27 \mu\text{g L}^{-1}$), sono state rilevate sporadicamente nel 2021 fino a scomparire completamente nel 2022, Nel biennio 2020-2021 spesso il numero dei campioni rilevabili è stato notevolmente inferiore al totale di 32.

Per quanto riguarda gli **Idrocarburi Policiclici Aromatici** (Fig. 3.38), le concentrazioni medie registrate nel triennio di campionamento sono risultate molto basse e prossime al limite di rilevabilità ad eccezione della seconda campagna del 2021 quando è stata registrata la media maggiore del triennio 2020-2022 ($0,017 \pm 0,0018 \mu\text{g L}^{-1}$), nelle stazioni vicine alla piattaforma.

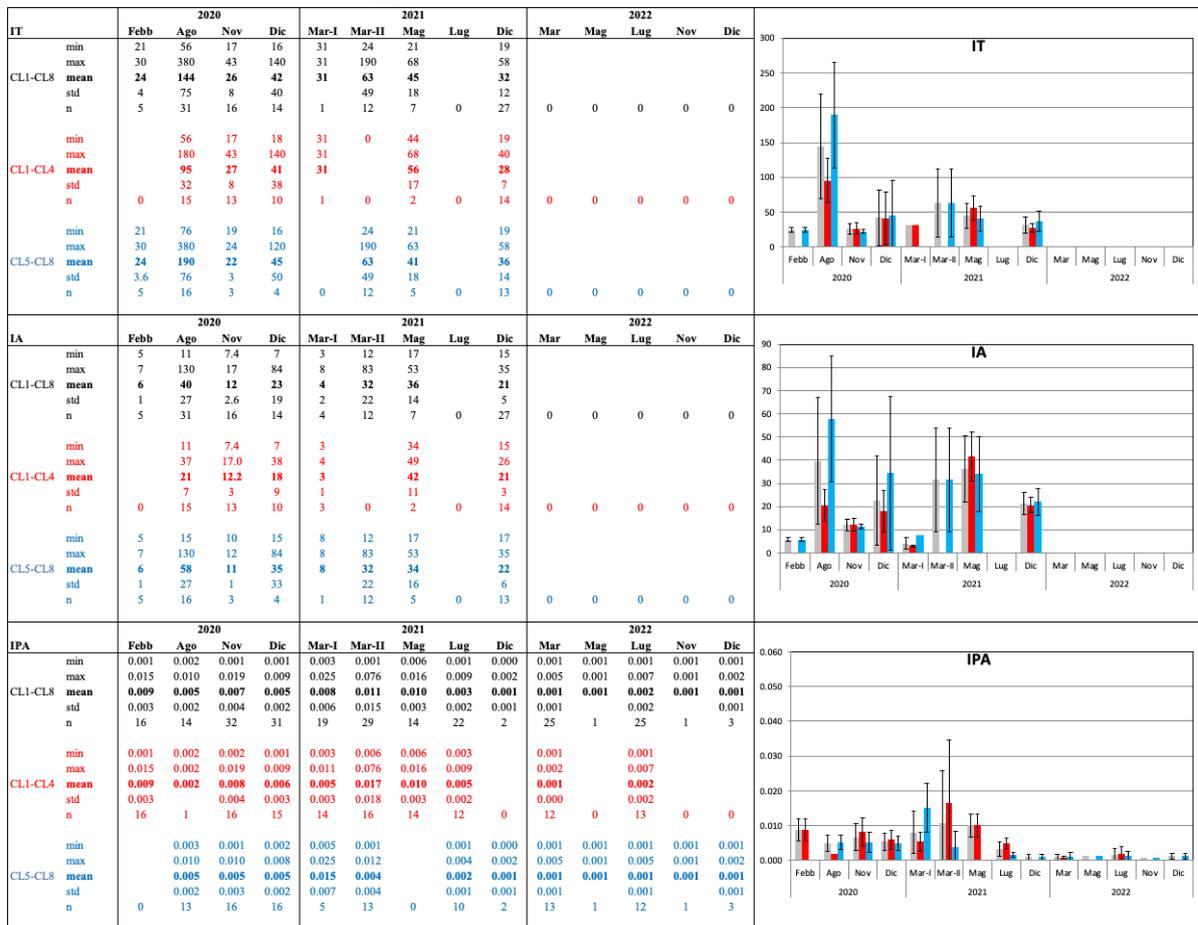


Fig. 3.38 – Andamento degli IT, IA e IPA relativo al 2022 e confronto con gli anni 2020 e 2021. Nelle tabelle dei singoli composti sono riportati i valori minimo, massimo, media, deviazione standard ed il numero di campioni in cui gli IT, IA e IPA sono risultati rilevabili nell'intero areale (CL1 - CL8, in nero, in grigio nel grafico) nelle stazioni poste a 100 m dalla piattaforma Clara (CL1 - CL4, in rosso nelle tabelle e nei grafici) e nelle stazioni di controllo poste a 2000 m dalla piattaforma (CL5 - CL8 in azzurro nelle tabelle e nei grafici). Tutte le misure sono espresse in $\mu\text{g L}^{-1}$.

Solventi organici aromatici (BTEX)

Per i BTEX (fig. 3.39) in generale nel triennio 2020-2022 non si riscontra un andamento annuale comune, inoltre le concentrazioni non presentano una distribuzione geografica differenziabile.

Benzene – Nel 2022 il benzene era presente solo in 16 campioni con valori medi comparabili con i dati rilevati nel biennio precedente. I valori registrati nel 2021 evidenziano una presenza molto sporadica di questo composto, con due campioni a febbraio e cinque a luglio. È possibile osservare che a partire da novembre 2020 e sino alla fine del 2022 il benzene è stato pressoché assente. Laddove presente le concentrazioni medie sono state piuttosto



costanti, nel range 0,010 - 0,017 $\mu\text{g L}^{-1}$, con un apparente massimo a luglio 2022.

Etilbenzene – La presenza di questo composto non ha mostrato un chiaro andamento nel triennio 2020-2022. Dopo valori piuttosto contenuti ($<0,34 \mu\text{g L}^{-1}$), osservati nel 2020 e nel primo semestre 2021, un aumento nelle concentrazioni si è osservato nel mese di dicembre 2021, quando è stato registrato il valore medio massimo ($0,104 \pm 0,069 \mu\text{g L}^{-1}$). Nel 2022 il valore medio annuo si attesta intorno $0,030 \pm 0,006 \mu\text{g L}^{-1}$ con un numero di campioni utili sempre inferiore al totale di 32.

Stirene – Durante il triennio 2020-2022 non è stato possibile differenziare la presenza dello stirene né temporalmente né geograficamente. Il numero dei campioni nei quali è stato rilevato è stato spesso notevolmente inferiore al totale dei campioni prelevati. Nel 2022, escludendo il mese di marzo, in cui è stato rilevato il valore medio massimo, i valori medi sono notevolmente diminuiti, rispetto a quelli registrati nel biennio precedente. Si può quindi concludere che la presenza dello stirene a fine triennio è notevolmente diminuita.

Toluene – Nel 2022 così come nel 2021 il toluene non è mai stato rilevato mentre nel 2020 è stato rilevato in 1 solo campione.

Xilene – Nel corso del triennio di monitoraggio, rispetto alle concentrazioni contenute del 2020 e la quasi totale assenza nel primo semestre 2021, una presenza più significativa di xilene è stata osservata nel secondo semestre del 2021 fino a marzo 2022 sia in termini di numero di campioni rilevabili che in termini di concentrazioni, mentre nel 2° semestre del 2022 è stato rilevato solo in 2 campioni.



Fig. 3.39 - Andamento dei BTEX relativo al 2022 e confronto con gli anni 2020 e 2021, Nelle tabelle dei singoli composti sono riportati i valori minimo, massimo, media, deviazione standard ed il numero di campioni in cui i BTEX sono risultati rilevabili nell'intero areale (CL1 - CL8, in nero, in grigio nel grafico) nelle stazioni poste a 100 m dalla piattaforma Clara NW (CL1 - CL4, in rosso nelle tabelle e nei grafici) e nelle stazioni di controllo poste a 2000 m dalla piattaforma (CL5 - CL8, in azzurro nelle tabelle e nei grafici). Tutte le misure sono espresse in $\mu\text{g L}^{-1}$.



Glicole Etilenico

Nel triennio 2020-2022 il **glicole etilenico** non è stato rilevato

Metalli Pesanti

Come già specificato precedentemente, le differenziazioni statistiche tra i due gruppi di stazioni (CL1-CL4 e CL5-CL8) e tra i risultati delle varie campagne durante l'anno non sono pienamente attendibili data la dispersione dei dati, evidenziate nei grafici dalle barre di dispersione (fig. 3.40). Quindi, in termini generali, solo in rari casi è evidenziabile una differenziazione geografica o temporale nel 2022 e più, in generale, durante il triennio 2020-2022.

Alluminio – Escludendo il mese di marzo in cui è stato rilevato il valore medio massimo, il 2022 è stato caratterizzato da concentrazioni piuttosto contenute, fino ad una totale scomparsa di alluminio nel mese di dicembre. I valori medi rilevati nell'ultimo anno di campionamento sono diminuiti rispetto al biennio precedente, caratterizzato da un aumento di concentrazione alla fine dell'anno 2020, e seguito da una diminuzione dei valori medi che sono rimasti costanti durante tutto il 2021.

Arsenico – Per l'arsenico sono stati riscontrati livelli geograficamente omogenei. Nel 2022 i massimi medi annuali sono stati registrati a marzo e a dicembre ($1,79$ e $2,18 \mu\text{g L}^{-1}$), durante il resto dell'anno le concentrazioni sono tornate a valori tipici del biennio precedente, attorno a $0,15$ - $0,20 \mu\text{g L}^{-1}$. Nell'intero periodo il massimo assoluto è stato registrato nel mese di dicembre 2022 (attorno a $3,00 \mu\text{g L}^{-1}$).

Bario – I valori di bario sono risultati geograficamente omogenei senza differenziazioni significative tra i due gruppi di stazioni. Analogamente all'arsenico i massimi medi annuali sono stati registrati a marzo e a dicembre 2022 con massimo assoluto rilevato a dicembre ($15 \mu\text{g L}^{-1}$) mentre, durante il resto dell'anno le concentrazioni si sono riportate ai valori simili a quelle del biennio precedente.

Cadmio – La presenza di cadmio nel 2022 è stata sporadica, così come durante il triennio: rilevato solo in 3 campioni nel 2022, in 5 campioni totali nel 2021 e non rilevato affatto nel 2020.



Cromo – Il cromo è stato rilevato in soli 5 campioni durante l’anno 2022, con livelli medi compresi tra 0,126 e 0,385 $\mu\text{g L}^{-1}$. Anche negli anni precedenti il cromo è stato rilevato solo sporadicamente, e il valore più elevato (1,00 $\mu\text{g L}^{-1}$) è stato osservato a marzo 2021.

Ferro – Nel 2022, a marzo e novembre il ferro non è stato quantificabile in nessuna stazione, a maggio e luglio i valori si sono attestati attorno ai 6 $\mu\text{g L}^{-1}$ mentre a dicembre è stata registrata la concentrazione media massima di tutto il triennio ($13,97 \pm 6,05 \mu\text{g L}^{-1}$). In generale non si osservano differenziazioni significative tra le stazioni poste a 100 m dalla piattaforma e le stazioni di controllo. I livelli medi di ferro hanno mostrato valori pressoché costanti durante tutto il 2020, ad eccezione del mese di agosto in cui si sono registrati i valori medi minimi (0,322 $\mu\text{g L}^{-1}$); nel 2021 i livelli medi sono stati piuttosto costanti nel 1° semestre, mostrando poi un aumento sensibile a luglio e una drastica diminuzione a dicembre.

Mercurio – Nel 2022 sono stati rilevati i valori massimi di mercurio del triennio a dicembre (media $0,237 \pm 0,231 \mu\text{g L}^{-1}$) e a marzo (media $0,109 \pm 0,051 \mu\text{g L}^{-1}$) va evidenziato che non si osservano differenziazioni significative tra i due gruppi di stazioni CL1-CL4 e CL5-CL8. Gli anni 2020 e 2021 sono stati caratterizzati da un andamento irregolare, con valori medi comunque entro 0,020 $\mu\text{g L}^{-1}$ e spesso non rilevabili.

Nichel – Il nichel nel 2022 è stato rilevato solamente in maggio e luglio (a novembre quantificato in una sola stazione) con concentrazioni medie $\sim 0,2 \mu\text{g L}^{-1}$. Nel biennio precedente ha mostrato un incremento dei valori a marzo 2021 e un trend decrescente nel 2021 fino alla totale scomparsa a marzo 2022.

Piombo – Nel 2022 il contenuto di piombo è stato rilevato solo nei mesi di marzo e dicembre per una media totale di $0,410 \pm 0,016 \mu\text{g L}^{-1}$. Tali valori risultano paragonabili a quanto rilevato nel marzo 2021, mentre nel resto del biennio il piombo è stato rilevato su un numero sporadico di campioni.

Rame – In tutto il triennio il rame è stato quantificato in tutti i campioni solo a novembre 2020, luglio 2021 e marzo 2022. Da novembre 2020 a maggio 2021 si evidenzia un apparente trend positivo, seguito da una diminuzione a luglio e a dicembre (con soli due campioni rilevati). Nel 2022 l’andamento è stato irregolare con un aumento nel secondo semestre, con la media massima del triennio (2,061 $\mu\text{g L}^{-1}$) a novembre, registrata però su un numero limitato di campioni, in prevalenza nell’area di controllo.



Vanadio – Durante tutto il triennio 2020-2022 le concentrazioni di vanadio sono risultate omogenee tra i due gruppi di stazioni. Durante il 2022 i valori massimi di vanadio sono stati registrati nei mesi di marzo e dicembre (medie rispettive di $1,803$ e $2,288 \mu\text{g L}^{-1}$), mentre durante il resto dell'anno le concentrazioni si sono attestate su valori più bassi e costanti in linea con il biennio precedente compresi $0,154$ - $0,552 \mu\text{g L}^{-1}$.

Zinco – Durante tutto il triennio 2020-2022 lo zinco è stato caratterizzato da un andamento poco chiaro, con dispersione dei dati piuttosto elevata che non permettono una chiara differenziazione ne geografica ne temporale. Escludendo i massimi registrati nel mese di marzo 2022, sia nell'area prossima alla piattaforma ($27,83 \pm 61,03 \mu\text{g L}^{-1}$) che nelle stazioni di controllo ($25,69 \pm 24,04 \mu\text{g L}^{-1}$) lo zinco è stato quantificato in sporadici casi e con valori prossimi al limite di rilevabilità.

Indio – Fatta eccezione per i valori elevati di marzo 2022, osservati prevalentemente nell'area prossima alla piattaforma ($13,37 \pm 3,63 \mu\text{g L}^{-1}$), questo metallo nel triennio 2020-2022 è stato rilevato solo sporadicamente.

Silicio – Nel 2022 il silicio è risultato caratterizzato da un'elevata dispersione dei dati, con valori medi totali compresi tra $0,092$ e $0,166 \text{ mg L}^{-1}$. Nel biennio precedente è da evidenziare il periodo febbraio 2020 - marzo 2021, in cui il silicio è stato rilevato solo sporadicamente, e un incremento repentino a maggio e luglio, quando sono stati registrati i valori medi massimi (rispettivamente $0,471$ e $0,375 \text{ mg L}^{-1}$) per il triennio 2020-2022.

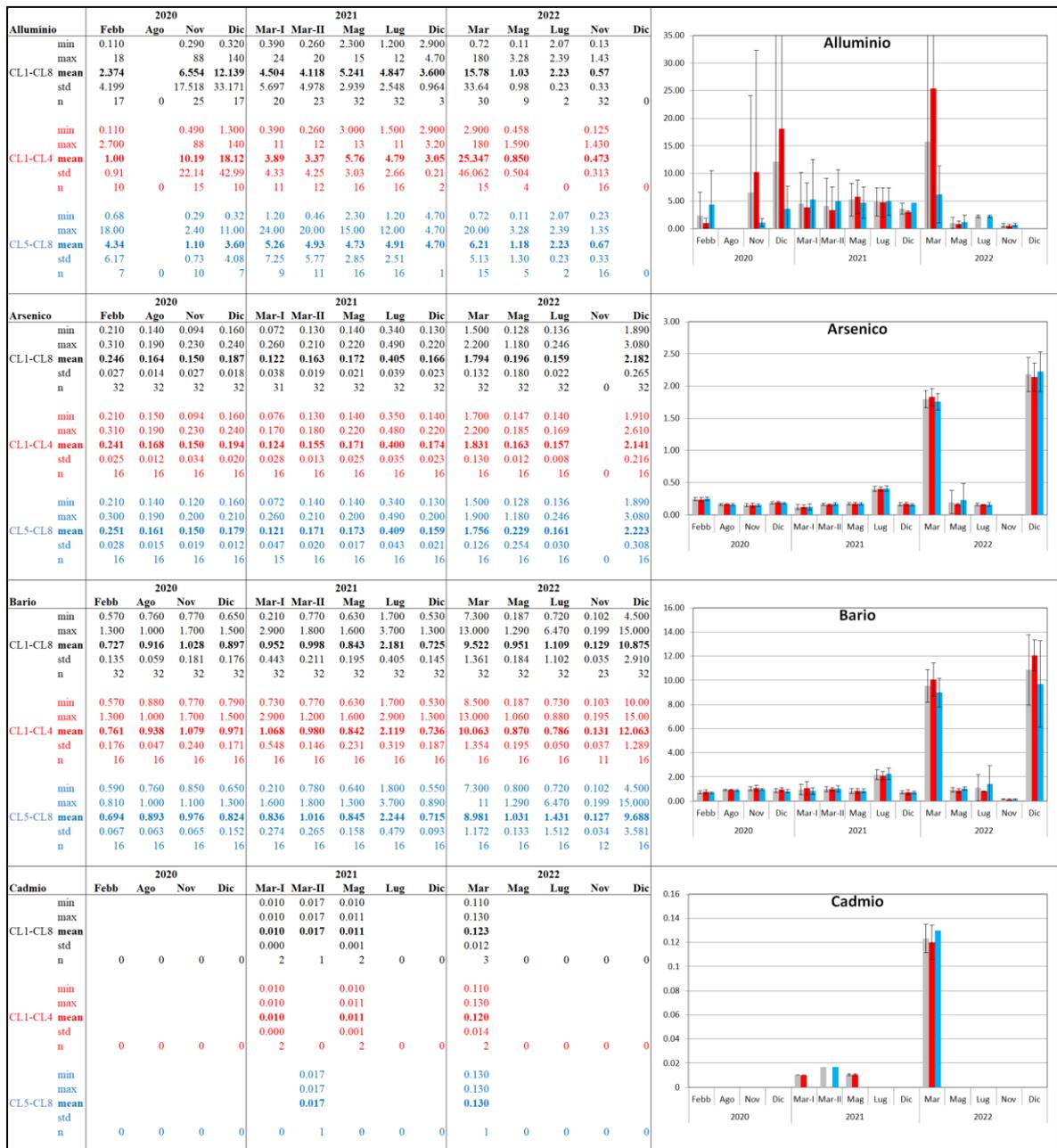


Fig. 3.40 - Andamento dei **metalli pesanti** nel 2022 e confronto con il 2020 e 2021. Nelle tabelle dei singoli metalli sono riportati i valori minimo e massimo, media e deviazione standard, oltre al numero di campioni in cui il metallo è risultato rilevabile nell'intero areale (CL1-CL8, in nero, in grigio nel grafico), nelle stazioni poste a 100 m da Clara NW (CL1-CL4, in rosso) e in quelle di controllo poste a 2000 m (CL5-CL8, in azzurro). Tutte le misure sono espresse in $\mu\text{g L}^{-1}$ mentre per il silicio in mg L^{-1} .

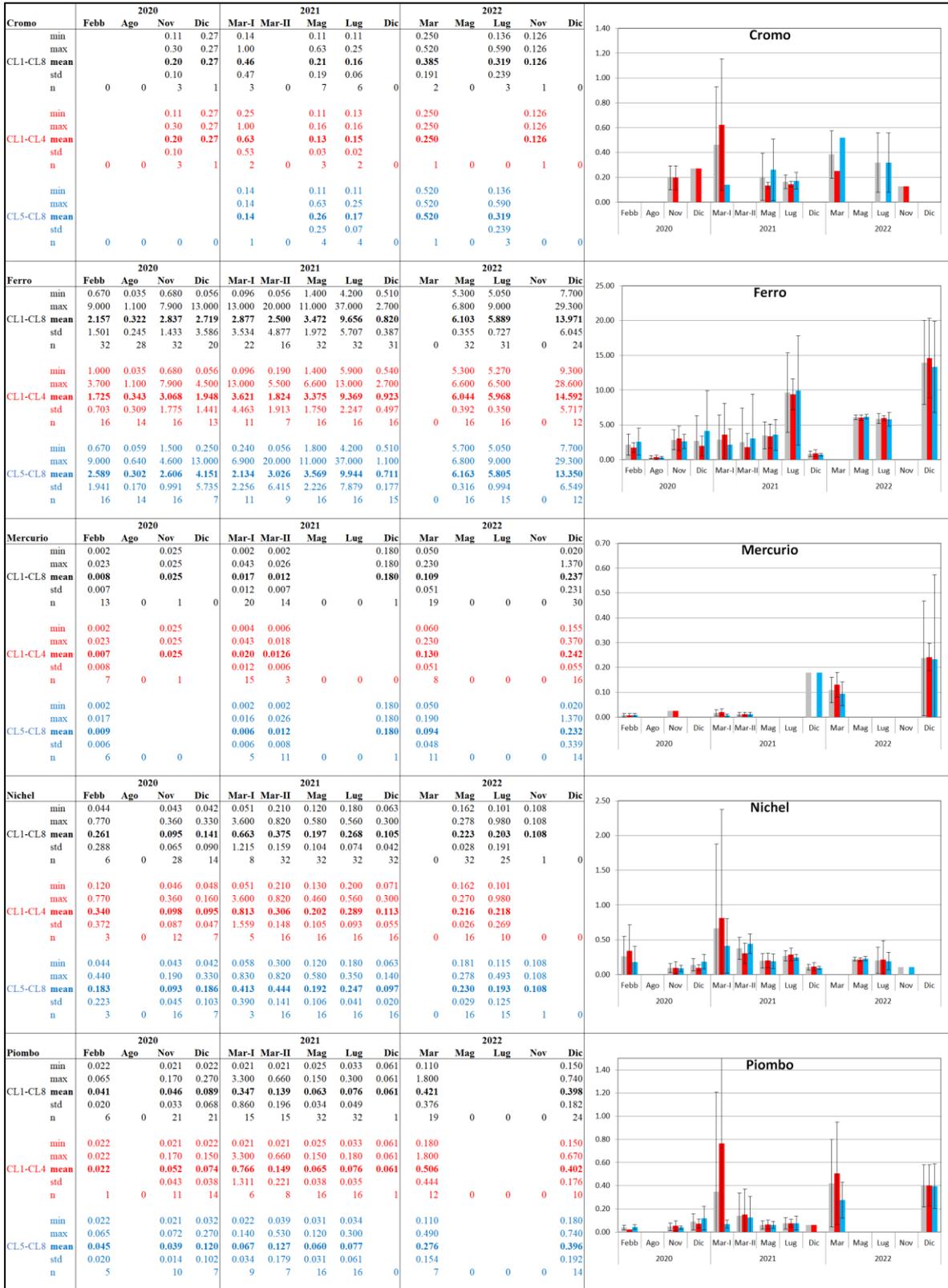
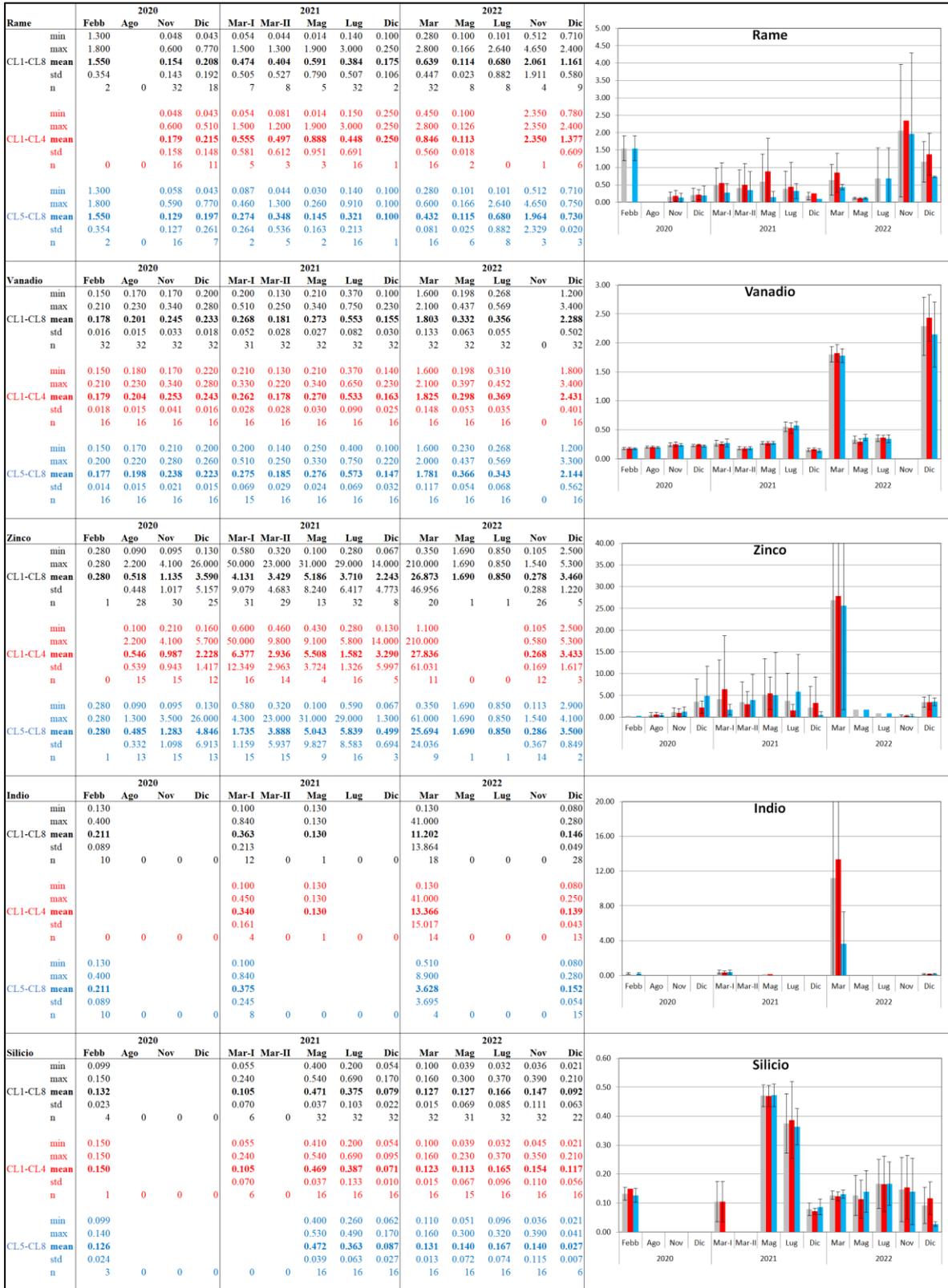


Fig. 3.40 – Continua.



3.2. MISURE CORRENTOMETRICHE

Il grafico della pressione (fig 3.41) 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. Le variazioni di pressione che si notano sono dovute al recupero e successiva messa in mare dell'ormeggio.

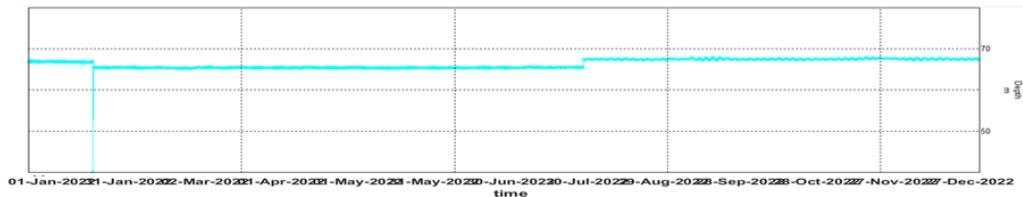


Fig. 3.41 - Pressione misurata nel periodo gennaio – dicembre 2022 dal correntometro posizionato presso Clara NW.

Per quanto concerne le misure correntometriche (figg. 3.42 – 3.44) relative al periodo preso in esame la direzione della corrente era prevalentemente 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 $0,3 \text{ m s}^{-1}$. Durante i mesi di maggio e giugno la direzione è stata prevalentemente verso Sud-Est con sporadiche rotazioni verso Nord-Est e velocità inferiori ai $0,1 \text{ m s}^{-1}$ da novembre a fine anno si visualizza un aumento della velocità ma mai superiore a $0,2 \text{ m s}^{-1}$.

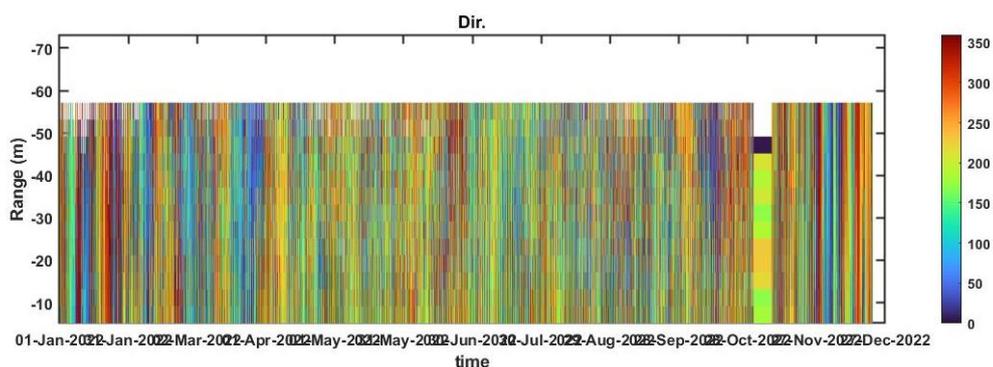


Fig. 3.42 - Contour plot della direzione della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuto con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - dicembre 2022.

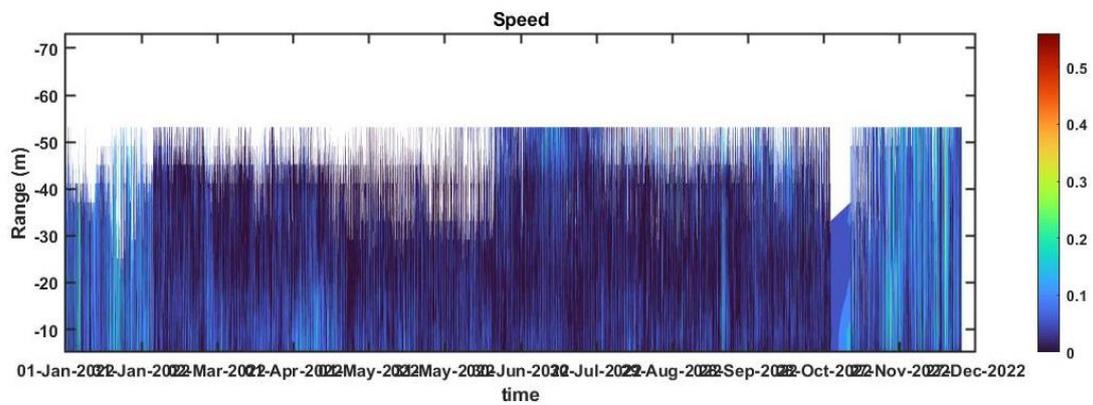


Figura 3.43 - Contour plot della velocità della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuto con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - dicembre 2022.

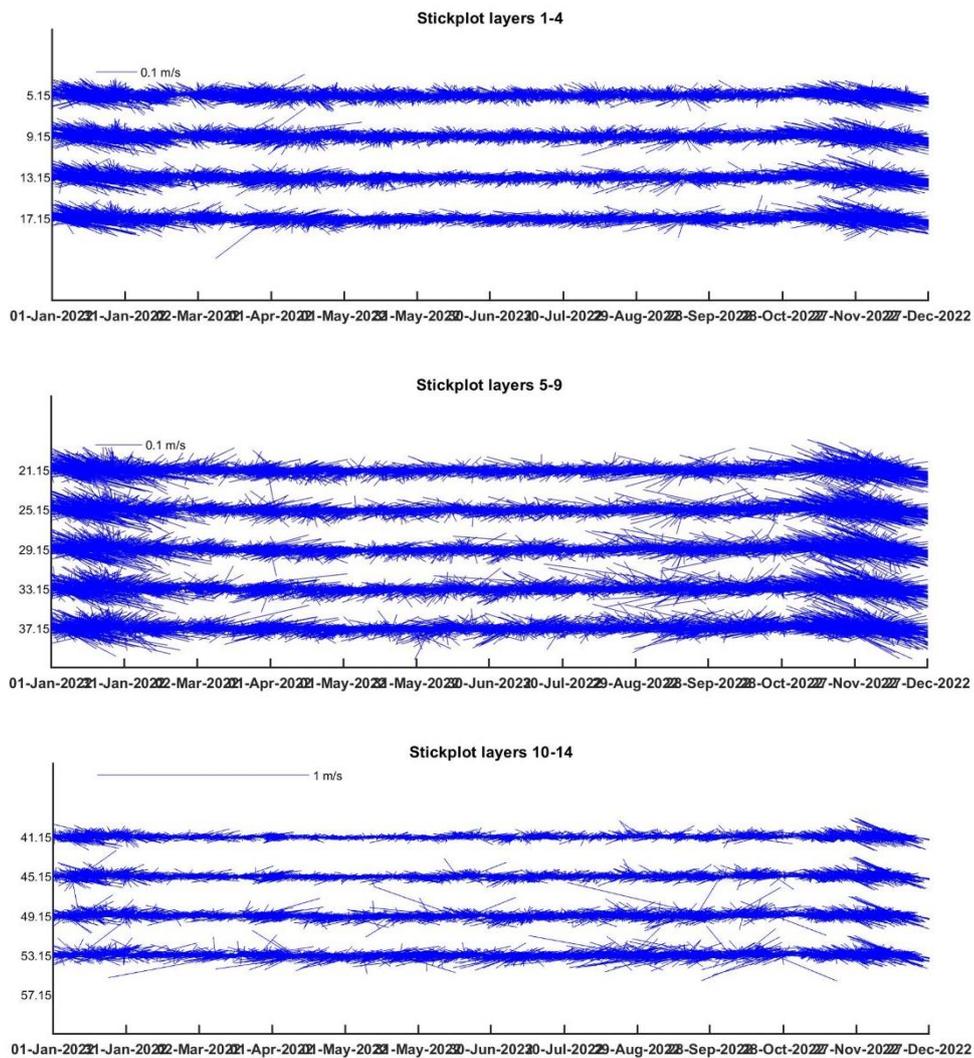


Fig. 3.44 - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d'acqua ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - dicembre 2022.

L'andamento della temperatura rilevata (figg. 3.45 e 3.46), risulta caratterizzata da un decremento tra i mesi di gennaio e marzo, da circa 15°C a circa 12,5°C. Successivamente, durante gli altri mesi di misura considerati, la temperatura si stabilizza a circa 13°C. Da giugno si verifica poi un lieve incremento fino ad arrivare a dicembre intorno a 15 °C.

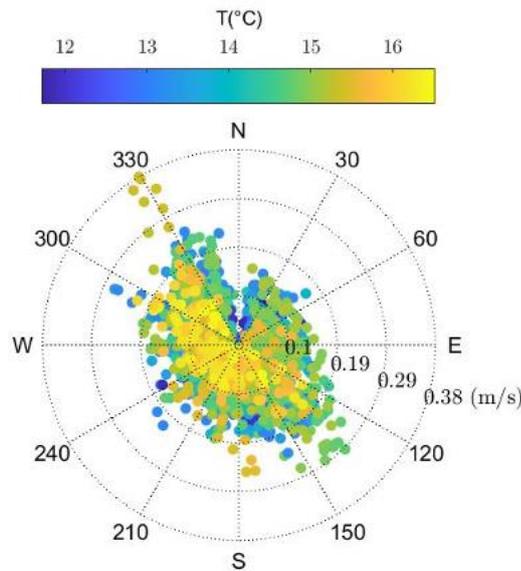


Fig. 3.45 - Scatter polare della temperatura rilevata con l'ADCP nel periodo da gennaio a dicembre 2022

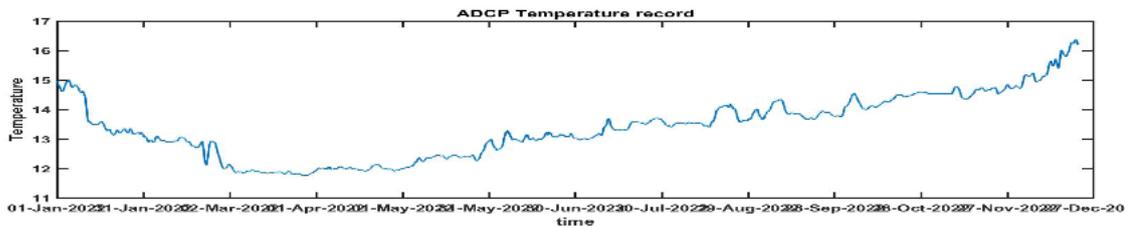


Fig. 3.46 - Andamento della temperatura registrata in prossimità del fondale dall'ADCP nel periodo gennaio - dicembre 2022.



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 2022.

Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua – Le caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua osservate nel 2022 sono in accordo con la climatologia del bacino (Artegiani *et al.*, 1997a, 1997b; Zavatarelli *et al.*, 1998) e con quanto rilevato nei monitoraggi precedenti condotti presso la piattaforma Clara NW sin dal pre-survey (Fabi *et al.*, 2015b; 2016a; 2017b; 2018; 2019; Spagnolo *et al.*, 2021a; 2021b; 2022b; 2022c).

Dal confronto con gli anni precedenti, i valori più elevati di temperatura sono stati registrati nel 2022 in superficie nel mese di luglio, mentre i valori più bassi sono stati rilevati su tutta la colonna d'acqua a marzo. In generale la salinità e la concentrazione di ossigeno disciolto hanno mostrato un aumento generalizzato in tutte le stagioni.

Nel 2022 le concentrazioni dei nutrienti sono rientrate nei range dei valori noti per il bacino (Zavatarelli *et al.*, 1998; Marini *et al.*, 2008). Tutti i nutrienti hanno presentato mediamente concentrazioni contenute. Non sono emerse differenze significative tra le stazioni in prossimità della piattaforma e quelle posizionate a 2000 m di distanza.

Anche 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 di clorofilla *c* (caratteristica delle diatomee) e le concentrazioni medie della clorofilla *b* (caratteristica delle alghe verdi -Prasinophyceae- e delle Euglenophyta) sono 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 delle 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. I risultati del 2022 sono in linea con quelli del passato biennio 2020-2021. La dispersione statistica non permette una evidenziazione di trend temporali, anche se in alcuni casi sembra che rispetto all'inizio del 2020 le concentrazioni medie siano in generale diminuite (come nel caso dei solventi organici aromatici, BTEX). Sono inoltre spesso stati evidenziati periodi di assenza di diversi inquinanti, e il numero di campioni in cui i composti risultavano rilevabili è stato spesso ben al di sotto del totale dei campioni prelevati.

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.

Sebbene alcuni metalli abbiano presentato valori più elevati rispetto alle campagne precedenti, 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.

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 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., Panfili M., Scarcella G., Spagnolo A. 2003. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annalisa. III Anno di indagine. Rapporto Finale.* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 123 + XLVI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Scarcella G., Spagnolo A. 2004. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Barbara NW. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (2000 – 2002).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 228 + XLIX pp.
- Fabi G., Boldrin A., De Ranieri S., Manoukian S., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2005a. *Servizi di monitoraggio ambientale Piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Naomi-Pandora”. Rapporto conclusivo di due anni di indagine (2002-2003).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 201 + XXVIII pp.
- Fabi G., Ausili S., De Ranieri S., Nasci C., Spagnolo A. 2005b. *Servizi di monitoraggio ambientale piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Porto Corsini Mare Sud 1 (PCMS-1)”. Rapporto conclusivo di due anni di indagine.* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 95 + XI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Meneghetti F., Paschini E., Scarcella G., Spagnolo A. 2006. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Calipso. Rapporto finale di 4 anni di studio (2002-2005).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 224 + XLII pp.
- Fabi G. De Ranieri S., Grilli F., Nasci C., Spagnolo A. 2010a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Nord. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (estate 2005 - inverno 2008).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 240 + XLIII pp.
- Fabi G., Campanelli A., De Ranieri S., Nasci C., Polidori P., Punzo E. 2010b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Est. Rapporto conclusivo di tre anni di monitoraggio (estate 2005 - inverno 2008).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 353 + XLI pp.



- Fabi G., De Ranieri S, Manoukian S., Marini M., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2013. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Naide. Rapporto conclusivo di 4 anni di monitoraggio, dal pre-survey al terzo anno dopo la posa (estate 2004 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 397 + XLVI pp.
- Fabi G., De Biasi A.M., Gomiero A., Kozinkova L., Penna P.G., Polidori P., Spagnolo A. 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., Bernardi Aubry F., Boldrin A., Camatti E., De Biasi A., Kozinkova L., Punzo E., Spagnolo A. 2015b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW e della condotta collegante Clara NW a Calipso. Pre-survey (dicembre 2014 - aprile 2015). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, ecotossicologia dei sedimenti e indagini sulla comunità bentonica*. Rapporto n. 1. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 144 + XXXII pp.
- Fabi G., 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.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., Kozinkova L., Pellini G., Punzo E. 2017b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW - Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - 1° anno rapporto finale (gennaio-dicembre 2016)*. Rapporto n. 4. Rapporto per



Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 179 + XLIII pp.

- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Kozinkova L., Masnadi F., Montagnini L., Scanu M. 2018. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - 2° anno - Rapporto finale. Rapporto n. 8.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 217 + XLV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gomiero A., Kozinkova L., Masnadi F., Minelli A., Montagnini L. 2019. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - 3° anno - Rapporto finale (gennaio – dicembre 2018). Rapporto n. 12.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 263 + LIII pp.
- 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. 2020b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - Rapporto semestrale 4° anno (2019). Rapporto n. 14.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 189 + LVII 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.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., Ferrà Vega C., Minelli A., Montagnini L., Saggiomo M., Siena G., Urbini L. 2022b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione – Rapporto finale 5° anno (2020). Rapporto n. 17.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 302 + CXXXVII pp.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., Kralj M., Saggiomo M., Salvalaggio V., Siena G., 2022c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - Rapporto finale 2021 colonna d'acqua. Rapporto n. 19.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 197 + XLVII 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

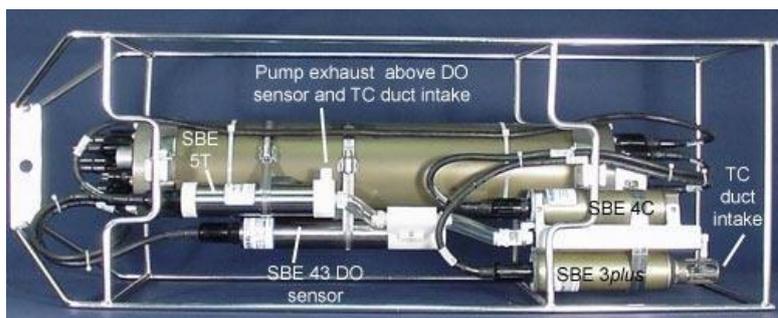
STRUMENTAZIONE UTILIZZATA NELLE

INDAGINI

A1

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

A1-I SONDA MULTIPARAMETRICA CTD e “ROSETTE”



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

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



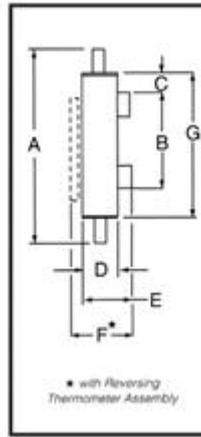
OGS
Istituto Nazionale
di Oceanografia
e di Geofisica
Sperimentale



AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.



Main Dimensions



		SAMPLER CAPACITY (liters)							
		1.7	2.5	5	8	10	12	20	30
A	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	inch	13	13	13	13	13	13	13	13
	mm	330	330	330	330	330	330	330	330
C	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
D	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
E	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
F	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
G	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)



Strumento	Costruttore	Modello	Risoluzione	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
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

Sensore	Costruttore	Modello	Risoluzione	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
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

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

Panoramica delle principali funzioni

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

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

A1-V HPLC

High Performance Liquid Chromatography - Agilent 1100 series



Modulo	Costruttore	Modello	Caratteristiche
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 Perkin Elmer Nexion 350X



Autocampionatore MASN8140044 ESI



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 Ambiente S.r.l. a socio unico

Sede Legale e Laboratori: Via Frassinia, 21 - 54033 Carrara (MS)
Sede Operativa e Laboratori: C.da Biggemi, 57 ex ss. 114 - 96010 Priolo Gargallo (SR)
Sede Operativa e Laboratori: Zona Industriale Val Basento - 75015 Pisticci (MT)
Sede Operativa e Laboratori: Via Gorgia 1 (angolo Via Venezia) - 93012 Geia (CL)
www.agrolab.it



Spett.le

Distretto Centro Settentrionale –
ENI Upstream and Technical Services
Via del Marchesato, 13
48122 Marina di Ravenna (RA)

CR0B077-2022 del 20/12/2022

Oggetto: Contratto n° 2500032813 avente ad oggetto "Attività di Monitoraggio Ambientale Offshore per la società Eni S.p.A. – Direzione Generale Natural Resources"

Gent.mi,

per il monitoraggio delle acque della campagna di marzo e dicembre 2022 è stato necessario, a causa di problemi al parco strumenti in dotazione al sito produttivo di Priolo (SR) storicamente usato per tali determinazioni, effettuare le analisi dei metalli presso la nostra sede di Carrara diversamente da quanto fatto nelle campagne precedenti.

Le differenze strumentali, come indicate di seguito, hanno determinato un aumento delle concentrazioni per alcuni metalli campionati in marzo e dicembre 2022 ed in particolare per Indio che si discostano da quanto precedentemente trasmesso per le campagne precedenti.

In particolare a Carrara vengono utilizzati ICP MS:

- 2 Agilent – 7900 Series;
- 1 PerkinElmer – Nexlon350X.

Entrambi non hanno nessun abbattitore per l'effetto matrice acqua di mare.

Le analisi condotte nei campioni di marzo e dicembre 2022 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.



AGROLAB Ambiente S.r.l. a socio unico

Sede Legale e Laboratori: Via Frassinia, 21 - 54033 Carrara (MS)
 Sede Operativa e Laboratori: C. da Biggemi, 57 ex ss. 114 - 96010 Priolo Gargallo (SR)
 Sede Operativa e Laboratori: Zona Industriale Val Basento - 75015 Pisticci (MT)
 Sede Operativa e Laboratori: Via Gorgia 1 (angolo Via Venezia) - 93012 Geia (CL)
www.agrolab.it



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

Bianco di calibrazione

Retta di taratura (7 punti)

ICV controllo della retta di taratura (+-10%)

CCV (+-10%)

CCB (<1/2 LOQ)

MB (<1/2 LOQ)

LCS (+-20%)

LCSD(+20%)

SIC

10 campioni

CCV (+-10%)

CCB (<1/2 LOQ)

10 campioni

MS (+-25%)

CCV (+-10%)

CCB (<1/2 LOQ)

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.

Bianco del metodo (MB)



AGROLAB Ambiente S.r.l. a socio unico

Sede Legale e Laboratori: Via Frassinia, 21 - 54033 Carrara (MS)
 Sede Operativa e Laboratori: C. da Biggemi, 57 ex ss. 114 - 96010 Priolo Gargallo (SR)
 Sede Operativa e Laboratori: Zona Industriale Val Basento - 75015 Pisticci (MT)
 Sede Operativa e Laboratori: Via Gorgia 1 (angolo Via Venezia) - 93012 Gela (CL)
www.agrolab.it



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.

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 al primo punto di calibrazione. La loro conformità accerta l'assenza di contaminazioni strumentali.

Aggiunta dell'analita (MS)

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.

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.

Inoltre nel 2022, il laboratorio ha rivalutato il metodo di quantificazione del contenuto idrocarburico C10:C32. Questo ha determinato l'adozione di un diverso Limite di Quantificazione rispetto alle campagne precedenti.

Per la quantificazione vengono costruite due tarature, una da miscela di idrocarburi alifatici C_nH_{n+2} e una da standard costituito da olio A ed olio B.

Nel caso di una positività nella frazione C10:C40 il campione viene sottoposto a nuova purificazione su silice e quantificazione.

Poiché il valore dell'intervallo C10:C32 viene restituito come frazione dell'intervallo C10:C40, il limite di quantificazione (LOQ) riportato in RdP, 23 $\mu\text{g/L}$, si desume pari a 80% dell'area compresa tra i markers C10 e C40.

	MDL $\mu\text{g/L}$	LOQ $\mu\text{g/L}$
--	---------------------	---------------------



AGROLAB Ambiente S.r.l. a socio unico

Sede Legale e Laboratori: Via Frassinò, 21 - 54033 Carrara (MS)
 Sede Operativa e Laboratori: C.da Biggemì, 57 ex ss. 114 - 96010 Priolo Gargallo (SR)
 Sede Operativa e Laboratori: Zona Industriale Val Basento - 75015 Pisticci (MT)
 Sede Operativa e Laboratori: Via Gorgia 1 (angolo Via Venezia) - 93012 Geia (CL)
www.agrolab.it



C10 - C40	1,154	28
C10 - C32	0,92	23

Rimanendo a disposizione, porgiamo cordiali saluti.

File firmato digitalmente da:
 Dott.Chim. Mauro Placido Fallica



A3

NOTA TECNICA INERENTE LA VARIAZIONE DEI DATI ANALITICI CAMPAGNA MAGGIO



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 www.agrolab.it



Altavilla Vicentina, 07.06.2023

OGGETTO: VARIAZIONE DEI DATI ANALITICI CAMPAGNA MAGGIO

Sommario

1. Presentazione..... 1
 2. Esiti..... 1

1. Presentazione

Il presente documento viene emesso a corredo dei rapporti di prova afferibili al progetto n. 56 presentato dal laboratorio Agrolab Ambiente e relativi ai monitoraggi marini delle piattaforme Elettra, Bonaccia NW, Clara NW e Fauzia.

2. Esiti

A seguito di un ricontrollo dati eseguito dal responsabile di reparto, in carica nei siti coinvolti, è emersa una errata importazione, nel sistema LIMS in dotazione al Laboratorio, delle concentrazioni relative ai composti della classe metalli.

In particolare il problema è stato riscontrato sui composti di seguito elencati:

- Alluminio (Al)
- Arsenico (As)
- Bario (Ba)
- Cadmio (Cd)
- Cromo totale
- Ferro (Fe)
- Indio (In)
- Mercurio (Hg)
- Nichel (Ni)
- Piombo (Pb)
- Rame (Cu)
- Vanadio (V)
- Zinco (Zn)



AGROLAB Italia S.r.l.

Via Retrone 29/31, 38077 Altavilla Vicentina VI, Italy
Tel.: +39 0444 349040, Fax: +39 0444 349041
altavilla@agrolab.it www.agrolab.it



Il Laboratorio esegue pertanto nuovo e corretto import dei dati sperimentali onde emendare quanto erroneamente fornito alla committenza.

I rapporti di prova che hanno subito un nuovo inserimento sono quelli relativi ai seguenti ordini:

18442, 18443, 18444, 18445.

Si precisa in questa sede che la rivalutazione e la correzione dei dati eseguita richiede necessariamente nuova fase di *reprocessing* che può, in alcuni casi, produrre scostamenti rispetto al primo dato di prova.

In fede

Mauro Placido Fallica