



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

**SERVIZI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
CAMPO FAUZIA**

**MONITORAGGIO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INSTALLAZIONE DELLA
PIATTAFORMA FAUZIA**

INDAGINI SULLA COLONNA D'ACQUA

Rapporto Finale 2022

RAPPORTO n. 23

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

MIRENO BORGHINI

MARIA SAGGIOMO

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.



SHELTER
Sustain your business



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	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, stesura relazione correntometria



INDICE

MONITORAGGIO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INSTALLAZIONE DELLA PIATTAFORMA FAUZIA.....	1
1. INTRODUZIONE.....	1
2. MATERIALI E METODI.....	3
2.1. CAMPIONAMENTO.....	4
2.1.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA	4
2.1.2. MISURE CORRENTOMETRICHE.....	6
2.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI.....	8
3. RISULTATI.....	17
3.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA	17
3.1.1. TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA.....	17
3.1.2. NUTRIENTI	30
3.1.3. PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO	45
3.1.4. IDROCARBURI TOTALI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX	58
3.1.5. GLICOLE ETILENICO	66
3.1.6. METALLI PESANTI	67
3.1.7. CONSIDERAZIONI DI SINTESI.....	75
3.1.7.1 Indagini fisiche, chimiche e biologiche.....	75
3.1.7.2 Indagini sugli inquinanti.....	79
3.2. MISURE CORRENTOMETRICHE	89
4. CONCLUSIONI.....	93
5. BIBLIOGRAFIA	96
ALLEGATI.....	I
A1 II	
A2 XI	
A3 XVI	



1. INTRODUZIONE

In riferimento al DVADEC-2013-0000103 del 15/04/2013 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 Fauzia e della condotta sottomarina collegante tale piattaforma a Barbara B. 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 Fauzia è installata a una profondità di circa 67 m in Adriatico centrale, a circa 45 km dalla costa marchigiana in direzione ENE rispetto alla città di Marotta-Mondolfo (PU), nella zona delle sabbie siltose.

Le operazioni di posa in opera della piattaforma e del sea-line sono terminate ufficialmente il 17/09/2014.

Nel 1° semestre 2019 si è concluso il monitoraggio quinquennale della piattaforma nella fase di produzione, che ha previsto indagini su tutti i comparti marini (colonna d’acqua, sedimenti, bioaccumulo e biomarker in organismi marini, comunità bentonica e ittica, avvistamento di cetacei e rettili marini; Tab. 1-I). In base al parere n. 1055 CTVA del 05/10/2012 del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, a partire dal 2° semestre 2019 presso la piattaforma si sono condotte solo le indagini riguardanti la colonna d’acqua che proseguiranno per tutta la durata di produzione.

Nel presente rapporto sono riportati i risultati delle indagini effettuate su tale comparto nel 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 Fauzia
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 surveys mediante operatori MMO; ** Incluso nella fase di Esercizio

2. MATERIALI E METODI

Come già accennato nel Cap. 1, la piattaforma Fauzia è ubicata in Adriatico centrale (fig. 2.1), a circa 45 km dalla costa marchigiana, in direzione ENE rispetto alla città di Marotta-Mondolfo (PU), su un fondale di circa 67m composto prevalentemente da sabbie siltose. In Tab.2-I sono riportate le coordinate del punto in cui è stata installata la struttura.

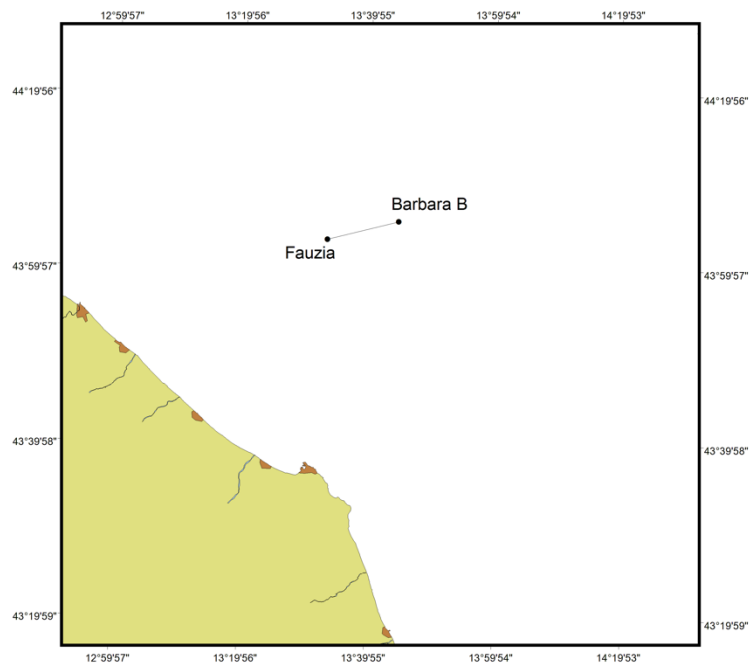


Fig. 2.1 - Ubicazione della piattaforma Fauzia e della condotta di collegamento tra Fauzia e Barbara B al largo della costa marchigiana.

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

Sito	Coordinate Geografiche
Piattaforma Fauzia	43°03'20'',34N 13°33'14'',94E



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) 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.

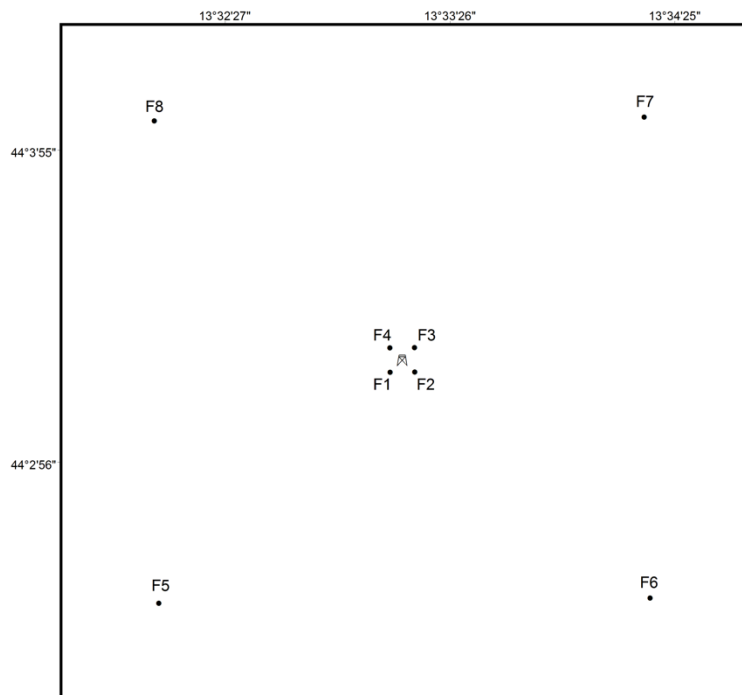


Fig. 2.2 - Schema di campionamento adottato nella fase di produzione della piattaforma Fauzia per le indagini idrologiche.



Tab. 2-II - Dati relativi alle stazioni di campionamento indagate per le indagini idrologiche condotte presso la piattaforma Fauzia: coordinate, distanza e posizione rispetto alla struttura.

Stazioni di campionamento	Coordinate geografiche (Lat.)	Coordinate geografiche (Long.)	Distanza da Fauzia (m)	Posizione rispetto alla struttura
F1	44°03'18'',00N	13°33'11'',88E	100	SW
F2	44°03'18'',00N	13°33'18'',12E	100	SE
F3	44°03'22'',62N	13°33'18'',12E	100	NE
F4	44°03'22'',62N	13°33'11'',88E	100	NW
F5	44°02'36'',12N	13°32'08'',70E	2000	SW
F6	44°02'36'',12N	13°34'17'',22E	2000	SE
F7	44°04'04'',80N	13°34'17'',22E	2000	NE
F8	44°04'04'',80N	13°32'08'',70E	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 Fauzia sono stati raccolti mediante un ormeggio correntometrico sommerso posizionato in prossimità della struttura (coordinate 44° 03,397’ N, 013° 33,214’ E) su un fondale di circa 67 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).

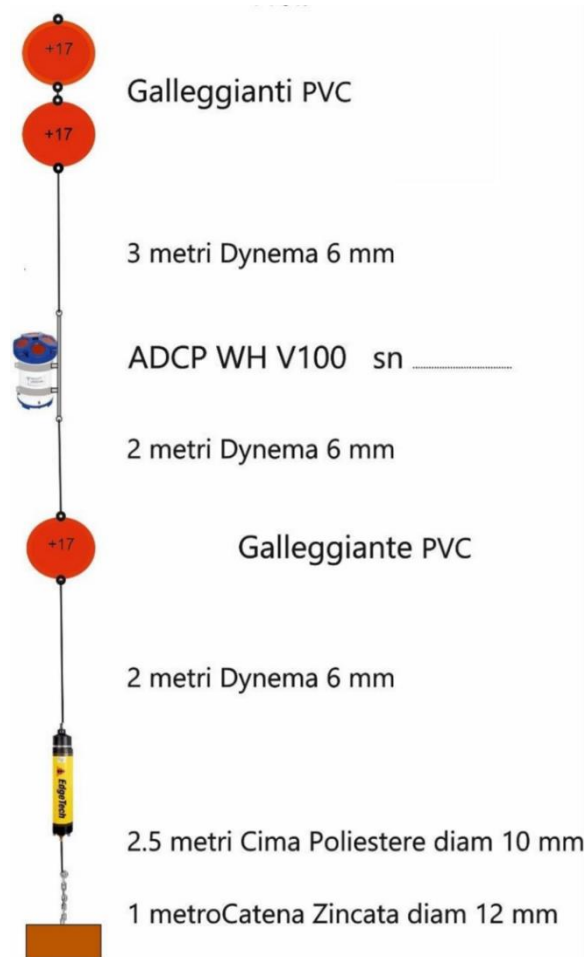


Fig. 2.3 – Schema dell’ormeggio correntometrico utilizzato presso la piattaforma Fauzia.

Il correntometro acustico (ADCP), oltre a registrare la direzione e la velocità della corrente nei vari strati, misura la temperatura e la pressione nel luogo in cui è posizionato. La sua accuratezza è di circa $0,3 \text{ cm s}^{-1}$ e la risoluzione di $0,1 \text{ cm s}^{-1}$.

Lo strumento è stato settato per effettuare registrazioni ogni ora in 21 celle da 4 m coprendo, in questo modo, gran parte della colonna d’acqua. I bin relativi agli strati più superficiali, nonché quelli relativi agli strati di aria al di sopra della superficie libera del mare, sono stati eliminati per la presenza di dati non leggibili dovuti all’elevato rumore presente. 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 in laboratorio per valutare la concentrazione dell'ossigeno disciolto, 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,



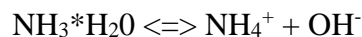
ammonio, ortofosfati e silicati) i campioni di acqua di mare sono stati filtrati a bordo, mediante siringa, su filtri di fibra di vetro (Watman GF/F, porosità nominale 0,7 µm e Ø 47 mm), pre-combusti a 450°C per 4 ore, raccolti in contenitori in polietilene (pre-trattati con acido cloridrico 1M) e conservati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

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 ammoniacale (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



- NH_4 : 0,02 μM
- PO_4 : 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 \varnothing 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 $\hat{\text{A}}$ 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), 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 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.

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

^xLe 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 H₂₂) inclusi (frazione volatile).

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

In laboratorio, parte del campione d'acqua è stato trasferito in una vial per spazio di testa a cui è stato aggiunto un modificatore di matrice. Successivamente, la vial chiusa e ben mescolata è stata posizionata nell'autocampionatore e mantenuta a temperatura ambiente. Il modificatore di matrice ha lo scopo di favorire l'equilibrio dei composti volatili all'interno con lo spazio di testa presente nella vial. Circa 15 minuti prima dell'analisi, le singole fiale



verranno riscaldate e miscelate per vibrazione meccanica tramite l'autocampionatore CTC. L'autocampionatore poi preleverà 1 mL di volume di spazio di teste tramite linea riscaldata e lo inietterà nella colonna GC. Le analisi sono state eseguite usando un rilevatore FID (Flame Ionization Detector).

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

Analisi frazione estraibile: utilizzando un cilindro graduato si sono misurati 900 mL di campione che sono stati travasati dal cilindro nell'imbuto separatore. Qui sono stati aggiunti 40 mL di n-esano. Tale imbuto è stato agitato energicamente per circa 2 minuti, con sfiato periodico per scaricare la pressione in eccesso. Lo strato organico è stato lasciato separato dalla fase acquosa per un minimo di 10 minuti e si è ripetuta l'estrazione per altre due volte con porzioni fresche di solvente; al termine di tali operazioni i tre estratti di solvente sono stati uniti. L'essiccazione del campione dell'estratto è avvenuta tramite passaggio dello stesso su colonna di vetro, riempita con 20 g di sodio solfato anidro. Successivamente è stata eseguita la concentrazione in evaporatore rotante per effettuare il cambio del solvente per la successiva analisi cromatografica condotta mediante l'impiego del gascromatografo con rilevatore a fiamma (FID).

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

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.

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

Lo strumento utilizzato è un sistema GC-MS/MS (triplo quadrupolo) Agilent con autocampionatore G4513A, GC 7890B, QqQ 7000C con montata colonna DB-EUPAH (All. A1-X).

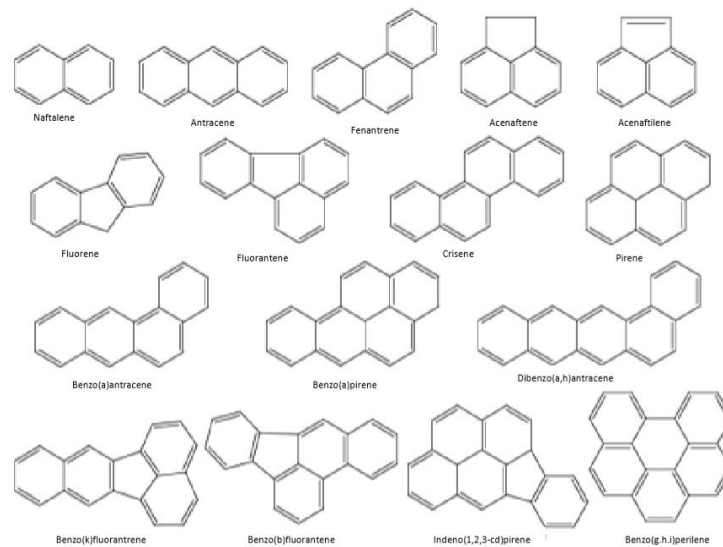


Fig. 2.4 – I 16 IPA prioritari secondo l’US-EPA.

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

Nel campionamento di **marzo 2022** (fig. 3.1) la distribuzione verticale di tutti i parametri misurati è risultata fortemente omogenea in tutte le stazioni, con profili uniformi lungo tutta la colonna d'acqua per temperatura (media $11,77 \pm 0,11^\circ\text{C}$), salinità (media $38,99 \pm 0,01$ psu), torbidità (media $0,9 \pm 0,1$ mg L⁻¹) e ossigeno disciolto alla saturazione (media $100,8 \pm 0,5\%$). Le mappe areali (fig. 3.2) ben evidenziano la distribuzione omogenea di temperatura (media $12,14 \pm 0,15^\circ\text{C}$ in superficie; media $11,68 \pm 0,01^\circ\text{C}$ al fondo) e di salinità (media $38,99 \pm 0,01$ psu in superficie; media $38,99 \pm 0,00$ psu al fondo).

La fluorescenza (fig. 3.3) è apparsa similmente omogenea con valori bassi ($< 0,5$ µg L⁻¹) dalla superficie al fondo in tutte le stazioni di campionamento.

A **maggio 2022** (fig. 3.4) i profili verticali di temperatura hanno evidenziato la presenza di una stratificazione della colonna d'acqua, con i valori massimi presenti in uno strato superficiale omogeneo (media $20,74 \pm 0,54^\circ\text{C}$) e valori decrescenti progressivamente verso il fondo, dove sono stati registrati i minimi (media $12,80 \pm 0,1^\circ\text{C}$).

La salinità ha fatto registrare valori minimi in superficie nell'intera area d'indagine (minimo 38,32 psu, in F7) e valori massimi piuttosto uniformi nel resto della colonna d'acqua (media $38,87 \pm 0,02$ psu).

La torbidità ha presentato valori omogenei fino a circa 50 m di profondità (media $1,0 \pm 0,0$ mg L⁻¹) e un rapido incremento verso il fondo (massimo $2,1$ mg L⁻¹, in F1).

L'ossigeno disciolto alla saturazione ha mostrato una distribuzione verticale piuttosto uniforme, con valori decrescenti dalla superficie (massimo 110%, stazione F2) al fondo e $> 100\%$ nell'intera area d'indagine.

Le mappe areali (fig. 3.5) riflettono la distribuzione verticale con valori piuttosto uniformi di temperatura lungo la colonna d'acqua. La salinità presenta una lieve variabilità fra i valori minimi rilevati in superficie (media $38,38 \pm 0,06$ psu) e un debole gradiente al fondo, con i massimi registrati nelle stazioni di controllo orientali (massimo 38,92 psu, in F7).

La fluorescenza (fig. 3.6) è risultata uniforme e con valori medi molto bassi ($<0,3 \mu\text{g L}^{-1}$) dalla superficie fino a circa 45 m di profondità per poi aumentare lievemente verso il fondo in tutte le stazioni (massimo $1,2 \mu\text{g L}^{-1}$, in F7).

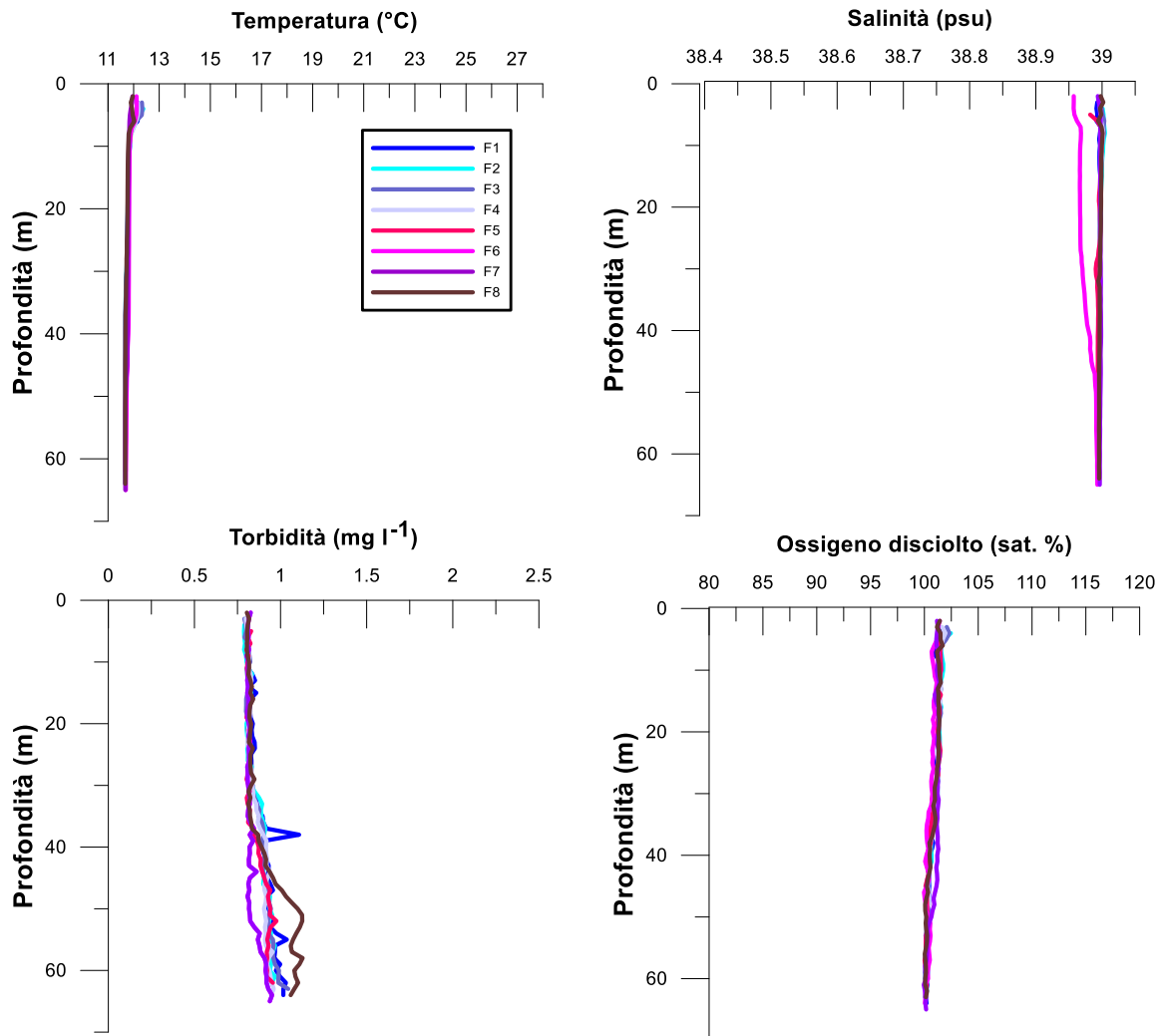


Fig. 3.1 - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L⁻¹) e ossigeno disciolto in % di saturazione (sat %). **Marzo 2022.**

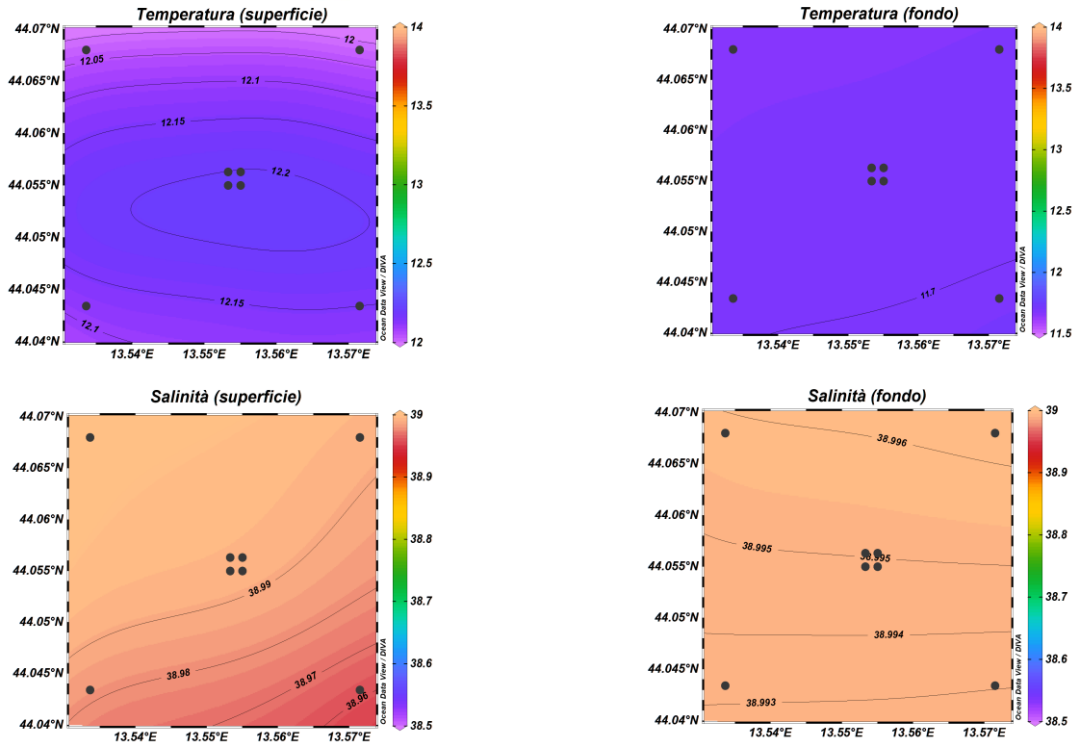


Fig. 3.2 - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Marzo 2022**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

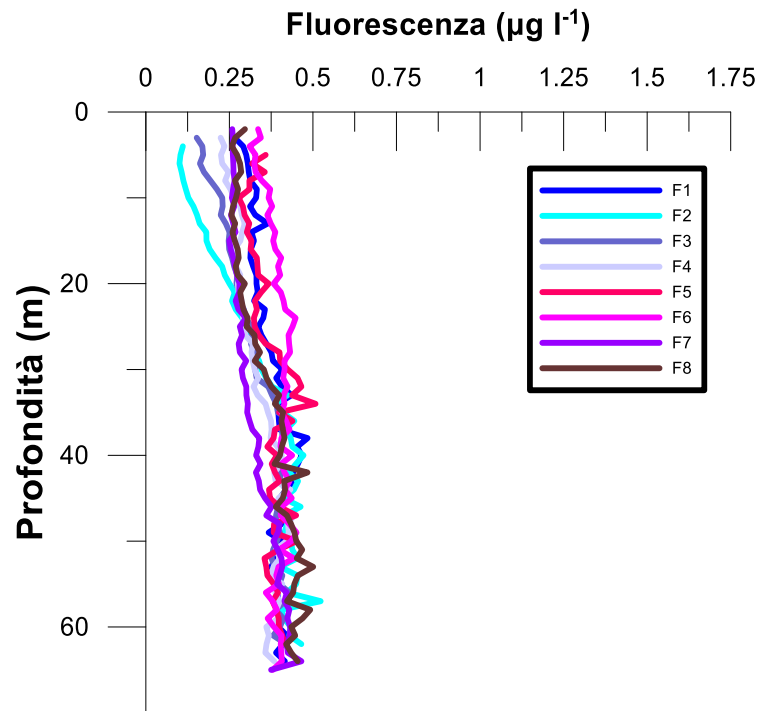


Fig. 3.3 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g L}^{-1}$). **Marzo 2022**.

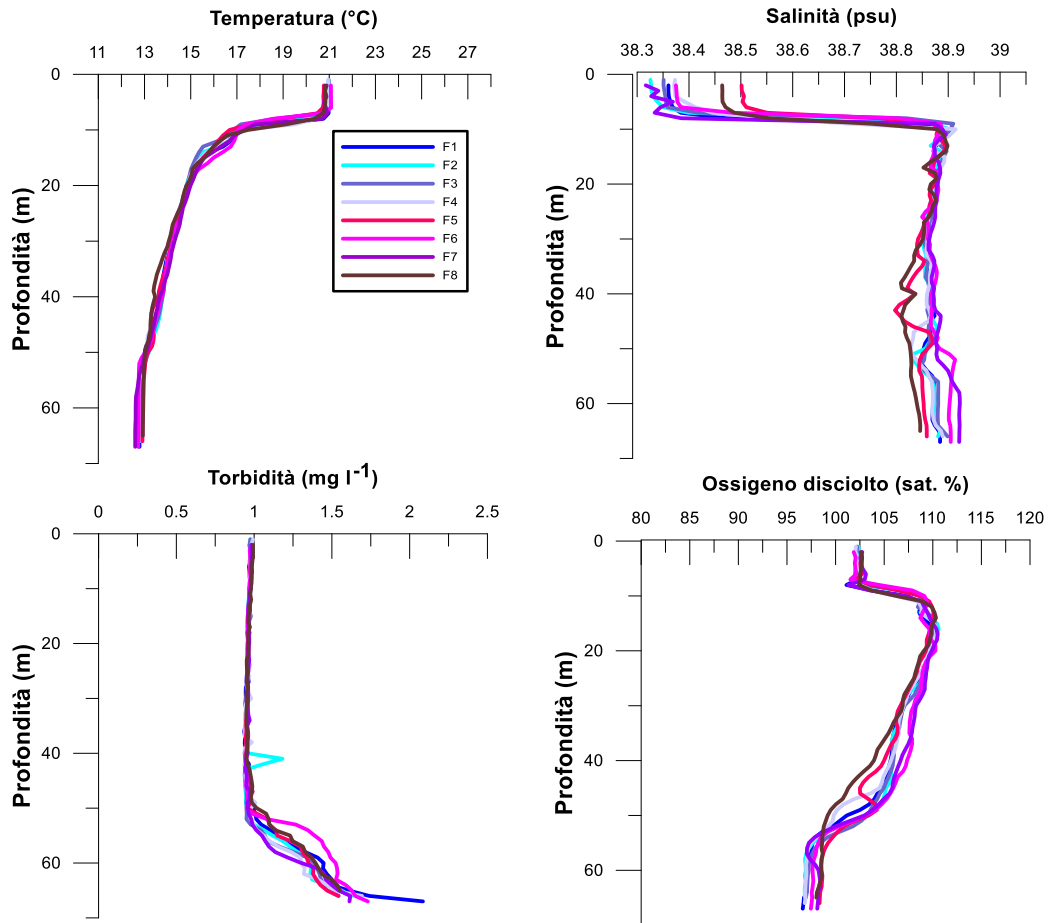


Fig. 3.4- Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L⁻¹) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). **Maggio 2022.**

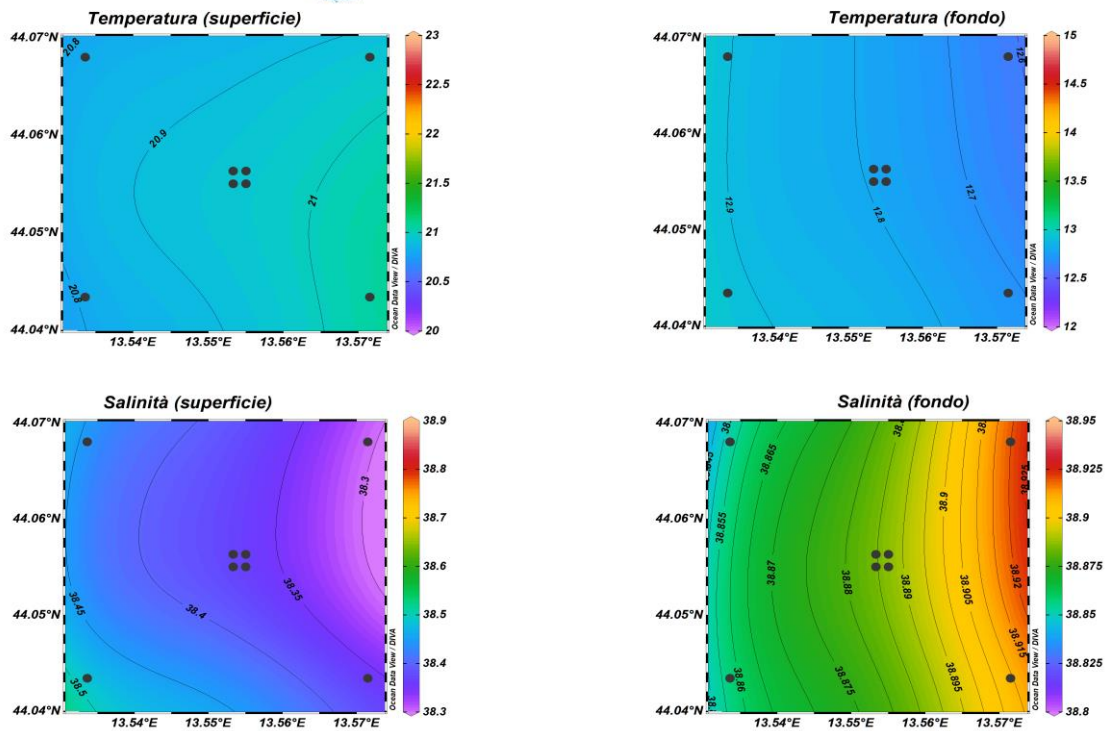


Fig. 3.5 - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Maggio 2022**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

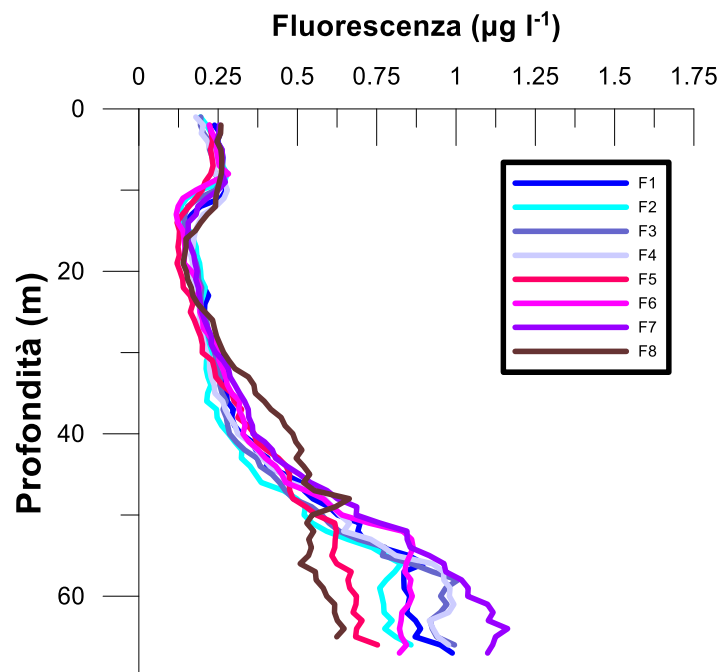


Fig. 3.6 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g L}^{-1}$). **Maggio 2022**.



Nel mese di **luglio** (fig. 3.7) la temperatura ha mostrato la caratteristica stratificazione verticale stagionale in tutte le stazioni di campionamento, con i valori massimi registrati in un piccolo strato superficiale omogeneo (media $27,50 \pm 0,23^\circ\text{C}$), un termocline ben sviluppato tra 10 e 35m di profondità e valori minimi uniformi al fondo (media $13,79 \pm 0,08^\circ\text{C}$).

Valori massimi elevati di salinità sono stati rilevati in superficie in tutte le stazioni (media $39,12 \pm 0,02$ psu), in diminuzione con la profondità fino a valori minimi a quote intermedie (minimo $38,30$ psu a 21m, stazione F5), e una distribuzione piuttosto uniforme con valori relativamente elevati fino al fondo ($38,76 \pm 0,04$ psu).

La torbidità è risultata uniforme con valori molto bassi ovunque fino circa 50 m di profondità (media $0,2 \pm 0,0$ mg L⁻¹), in rapido aumento verso il fondo (massimo $1,1$ mg L⁻¹, stazione F5). L'ossigeno disciolto alla saturazione è stato $>100\%$ ovunque, con un picco di massimo intorno a 20 m di profondità (massimo $125,8\%$ a 21m, stazione F4) e valori decrescenti verso valori minimi in uno strato al fondo (media $101,4 \pm 0,8\%$).

Le mappe areali (fig. 3.8) hanno presentato una distribuzione orizzontale piuttosto omogenea di temperatura con valori massimi in superficie (media $27,59 \pm 0,09^\circ\text{C}$) e valori minimi al fondo (media $13,72 \pm 0,02^\circ\text{C}$). Anche per la salinità è stata rilevata una distribuzione omogenea con valori molto elevati in superficie (media $39,13 \pm 0,01$ psu) e valori più bassi al fondo (media $38,78 \pm 0,01$ psu).

La fluorescenza (fig. 3.9) ha evidenziato valori molto bassi ed uniformi in tutte le stazioni dalla superficie fino a circa 50 m (media $0,1 \pm 0,0$ µg L⁻¹), seguiti da un rapido aumento verso il fondo (massimo $1,2$ µg L⁻¹, stazione F5).

Nel mese di **novembre** (fig. 3.10) dai profili verticali di temperatura risulta evidente il processo stagionale di rimescolamento delle acque di superficie, con la presenza di uno strato superficiale omogeneo ben sviluppato fino a circa 40 m di profondità in tutte le stazioni (media $19,07 \pm 0,32^\circ\text{C}$), seguito da valori in rapida diminuzione fino ad uno strato al fondo a temperatura minima omogenea (media $15,07 \pm 0,03^\circ\text{C}$). Un piccolo scostamento dalla media è stato rilevato nei primi 40m di profondità nella stazione di controllo F5 ($\Delta T < 0,3^\circ\text{C}$).

Anche i profili di salinità sono risultati omogenei nei primi 40m di profondità (media $38,97 \pm 0,02$ psu), con piccole differenze tra le stazioni prossime alla piattaforma e quelle di controllo ($\Delta S \sim 0,08$ psu), in lieve diminuzione verso il fondo (media $38,92 \pm 0,00$ psu).



La torbidità ha fatto registrare valori omogenei e molto bassi fino a circa 50 m in tutte le stazioni (media $0,3 \pm 0,0 \text{ mg L}^{-1}$), in graduale aumento verso il fondo (massimo $0,8 \text{ mg L}^{-1}$, stazione F3).

Anche i profili verticali di ossigeno disciolto sono risultati uniformi fino a circa 40 m di profondità (media $105,1 \pm 1,3\%$), con piccole differenze rilevate nelle stazioni occidentali di controllo, in diminuzione fino ad uno strato di fondo con valori minimi uniformi (media $94,4 \pm 0,8\%$).

Anche nelle mappe areali (fig. 3.11) per la temperatura è stata confermata la presenza in di uno strato alquanto omogeneo in superficie (media $19,13 \pm 0,10^\circ\text{C}$) e uno strato completamente omogeneo al fondo (media $15,05 \pm 0,03^\circ\text{C}$).

Distribuzione analoga per la salinità in superficie (media $38,97 \pm 0,03 \text{ psu}$) e al fondo (media $38,92 \pm 0,00 \text{ psu}$). Piccoli scostamenti dalla media nella distribuzione di temperatura ($\Delta T < 0,3^\circ\text{C}$) e di salinità ($\Delta s < 0,1 \text{ psu}$) sono riscontrabili in superficie e al fondo in corrispondenza della stazione di controllo F5.

La fluorescenza (fig. 3.12) è apparsa omogenea e caratterizzata da valori piuttosto bassi nei primi 40 m di profondità in tutte le stazioni (media $0,2 \pm 0,0 \mu\text{g L}^{-1}$), in graduale incremento verso il fondo (massimo $0,8 \mu\text{g L}^{-1}$, stazione F4).

A **dicembre** (fig. 3.13) i profili alquanto uniformi di temperatura (media $15,93 \pm 0,02^\circ\text{C}$) e salinità (media $38,90 \pm 0,00 \text{ psu}$), evidenziano il caratteristico rimescolamento verticale invernale. Valori leggermente più elevati ($\Delta T < 0,5^\circ\text{C}$ – $\Delta S < 0,05 \text{ psu}$) sono stati registrati per entrambi i parametri in superficie nelle stazioni dei settori orientali dell'area di campionamento.

Anche la torbidità è risultata uniforme e con valori bassi fino a circa 50m di profondità (media $0,7 \pm 0,0 \text{ mg L}^{-1}$), in aumento verso il fondo (massimo $1,3 \text{ mg L}^{-1}$, stazione F5).

L'ossigeno disciolto alla saturazione ha presentato valori $< 100\%$ ovunque, con profili alquanto uniformi fino a circa 50m di profondità (media $97,8 \text{ } 0,4\%$), in diminuzione verso il fondo (minimo $85,4$, stazione F5).

Le mappe areali (fig. 3.14) confermano quanto osservato con i profili verticali, con le distribuzioni orizzontali piuttosto uniformi della temperatura (media $16,15 \pm 0,23^\circ\text{C}$) e salinità (media $39,01 \pm 0,03 \text{ psu}$) e un debole gradiente E-O ($\Delta T \sim 0,5^\circ\text{C}$ - $\Delta S \sim 0,06 \text{ psu}$) in

superficie. Al fondo si rileva una forte omogeneità nelle distribuzioni a valori minimi di temperatura (media $15,37 \pm 0,15^\circ\text{C}$) e salinità (media $38,98 \pm 0,05\text{psu}$).

Non ha fatto eccezione la fluorescenza (fig. 3.15), uniformemente $< 0,5 \mu\text{g L}^{-1}$ dalla superficie al fondo.

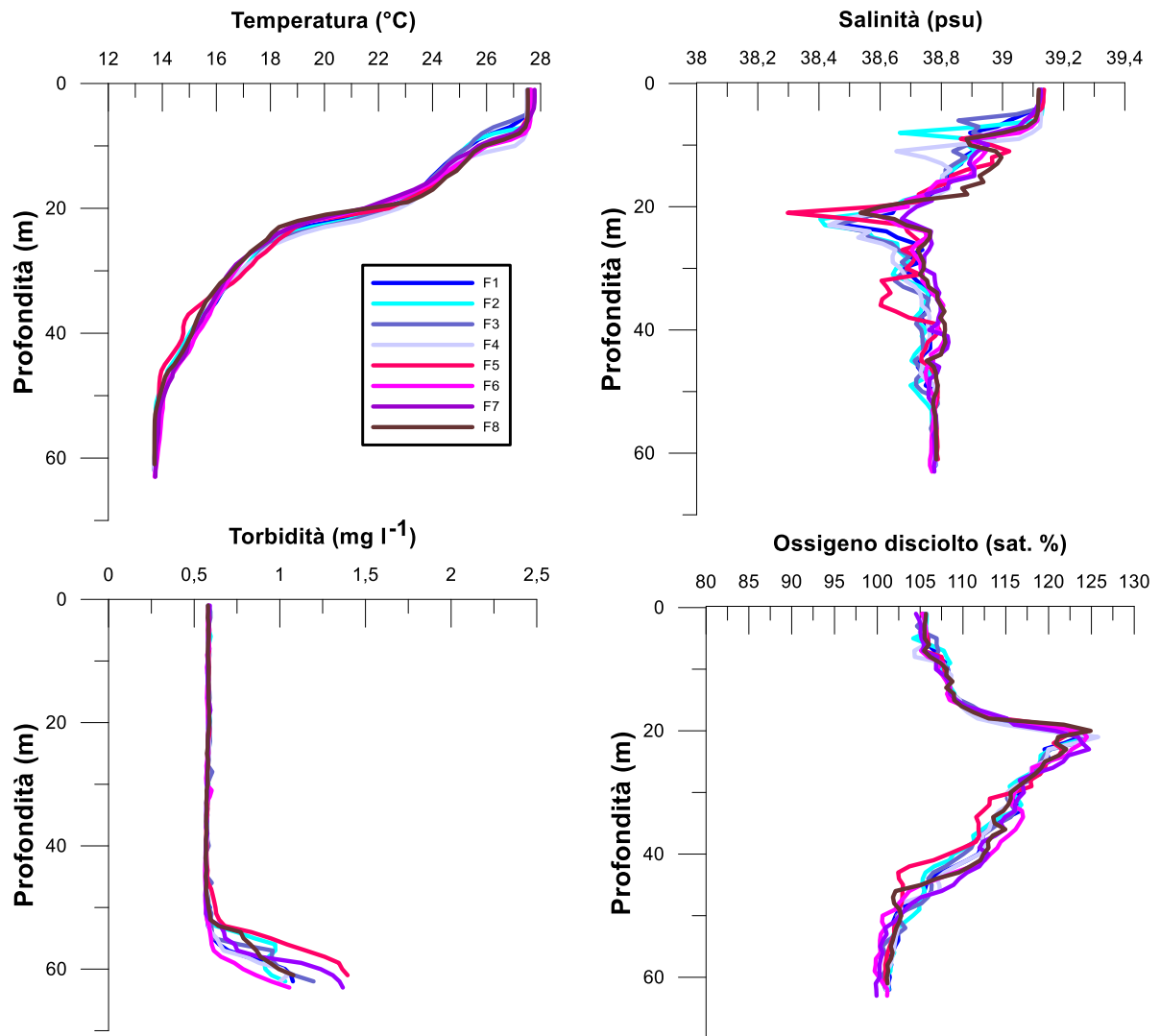


Fig. 3.7 - Profili di temperatura ($^\circ\text{C}$), salinità (psu), torbidità (mg L^{-1}) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). **Luglio 2022.**

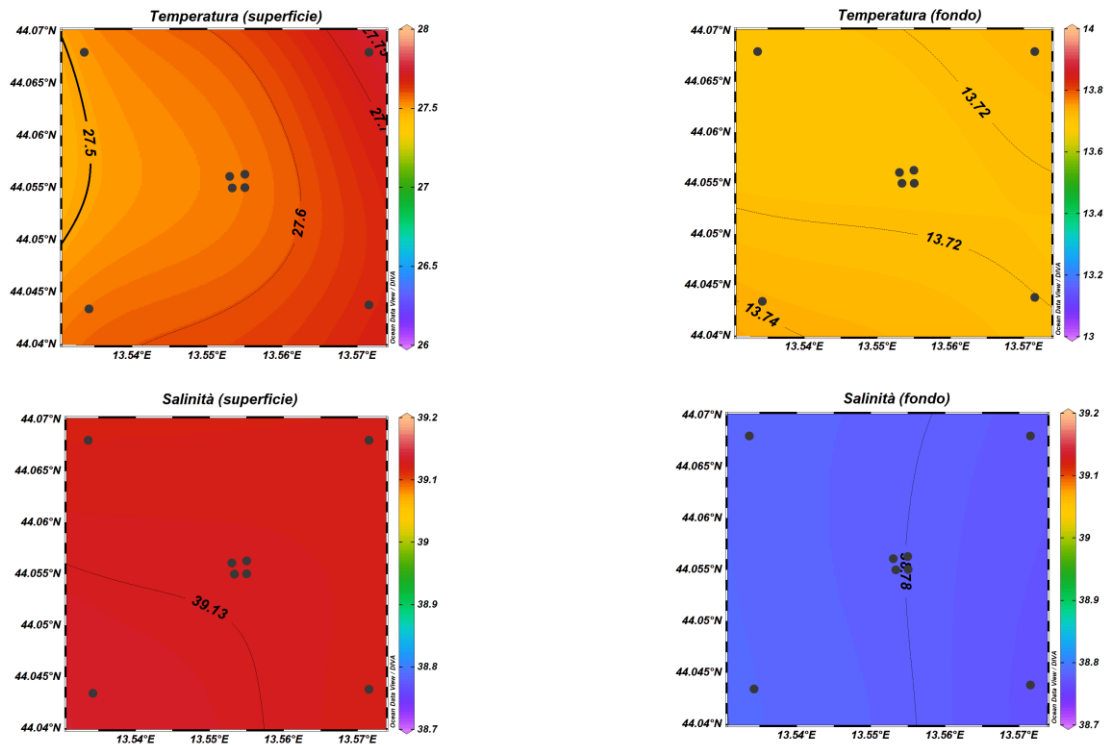


Fig. 3.8 - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Luglio 2022**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

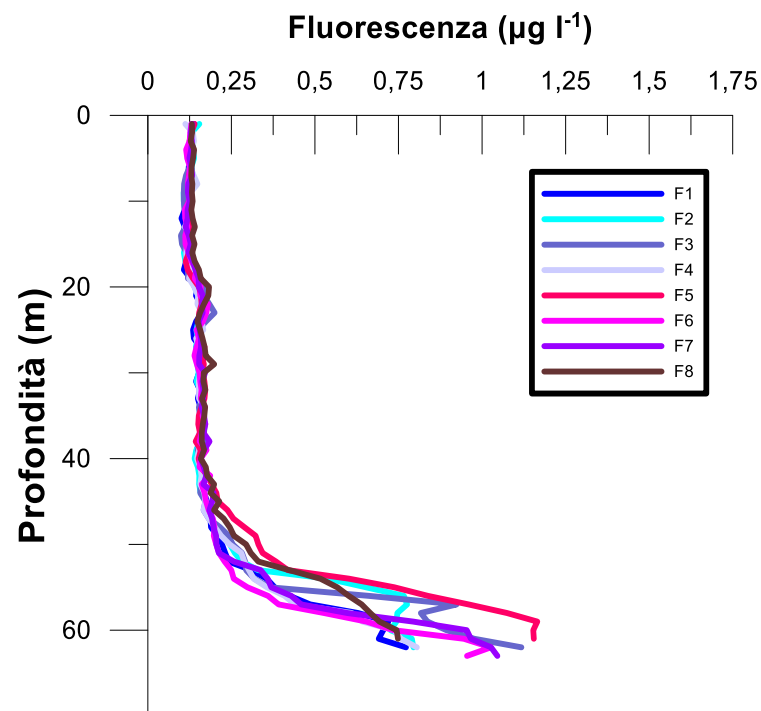


Fig. 3.9 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g L}^{-1}$). **Luglio 2022**.

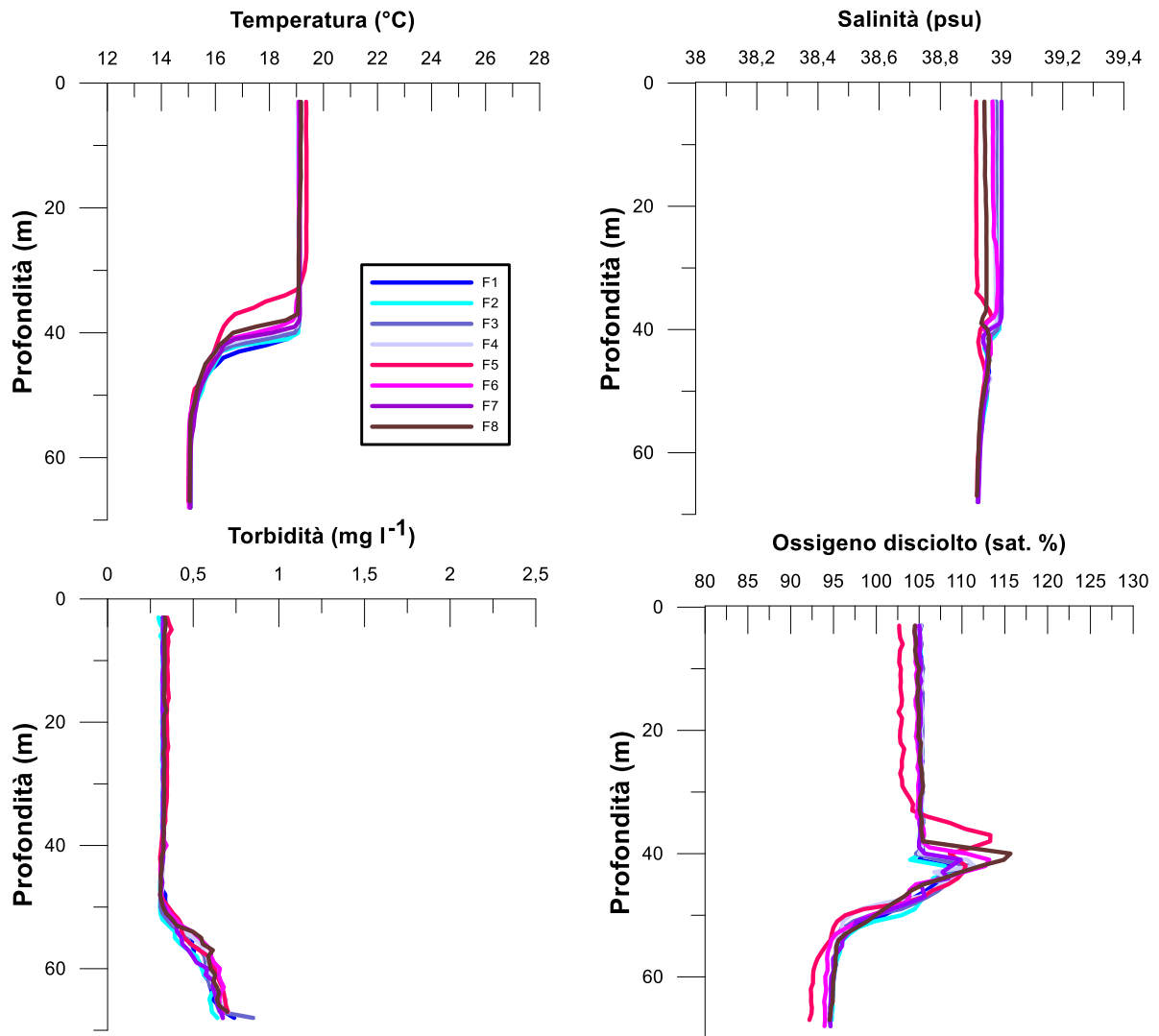


Fig. 3.10 - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L⁻¹) e ossigeno disciolto in % di saturazione (sat %). **Novembre 2022.**

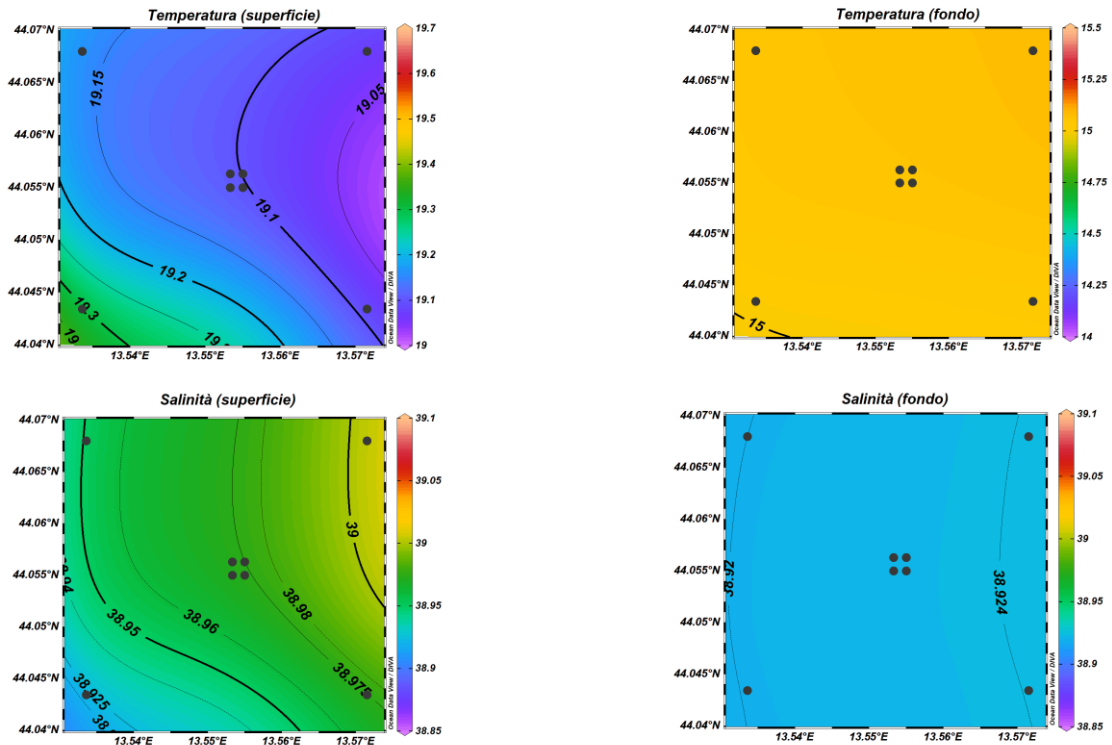


Fig. 3.11 - Mappe areali rappresentanti la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Novembre 2022**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

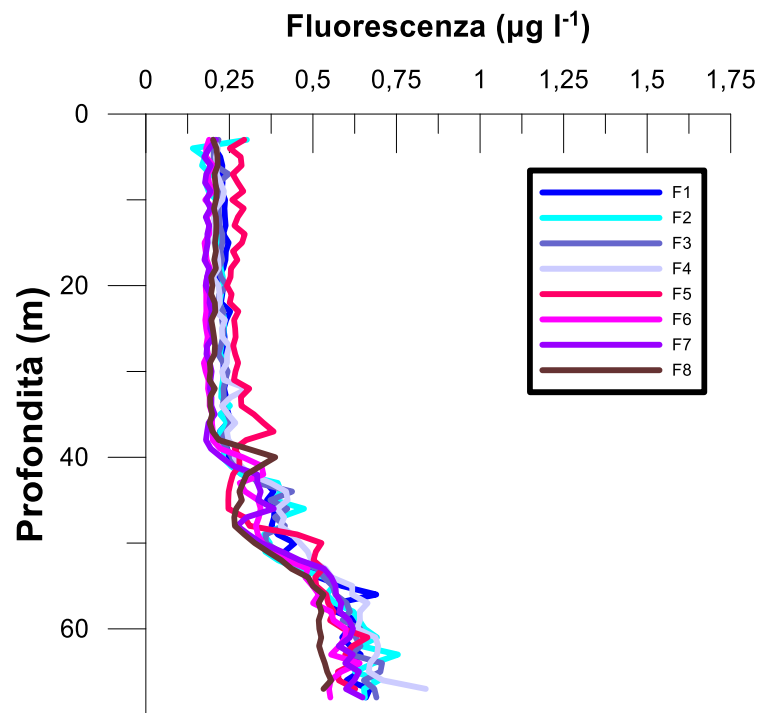


Fig. 3.12 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g L}^{-1}$). **Novembre 2022**.

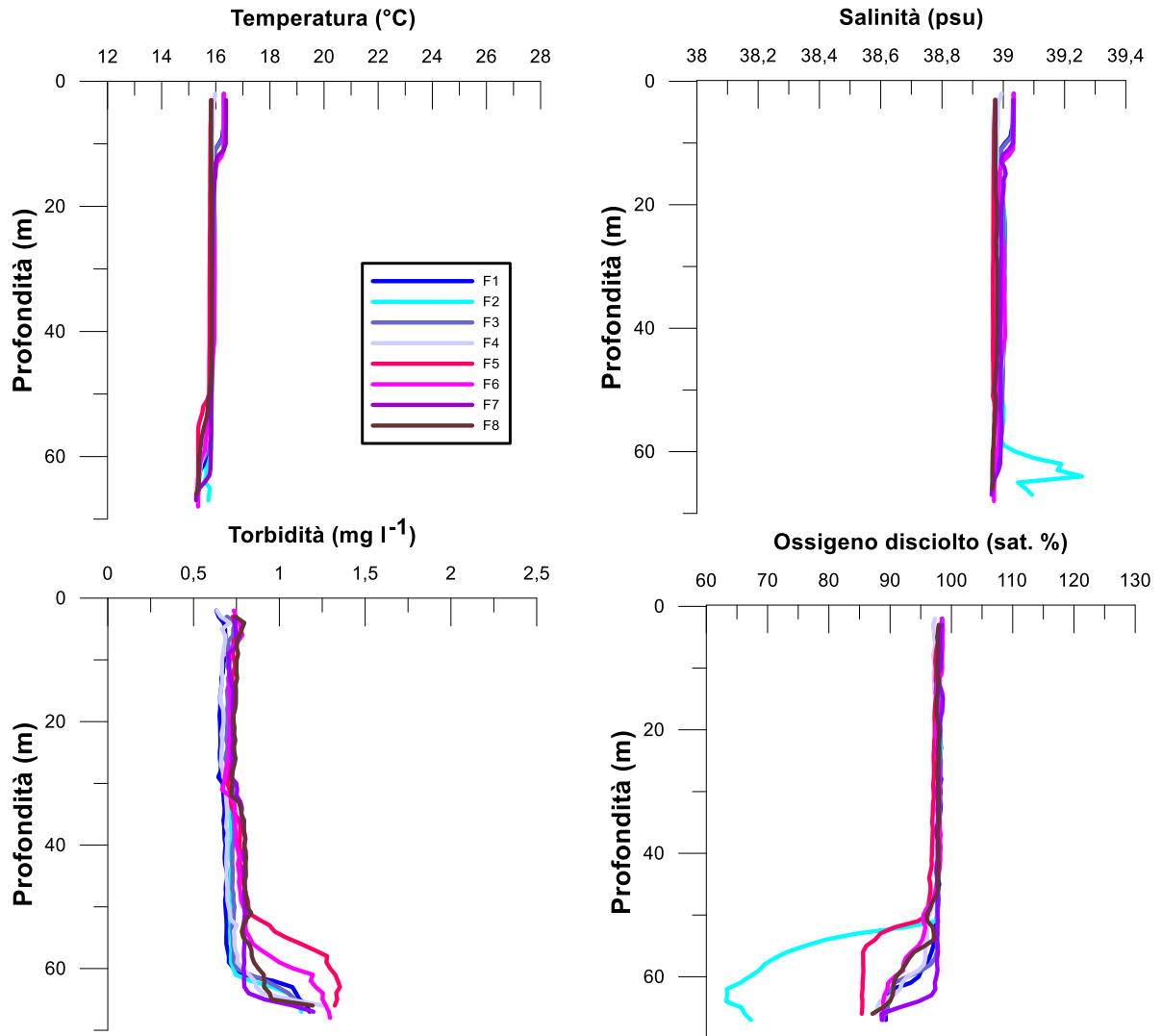


Fig. 3.13- Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L⁻¹) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). **Dicembre 2022.**

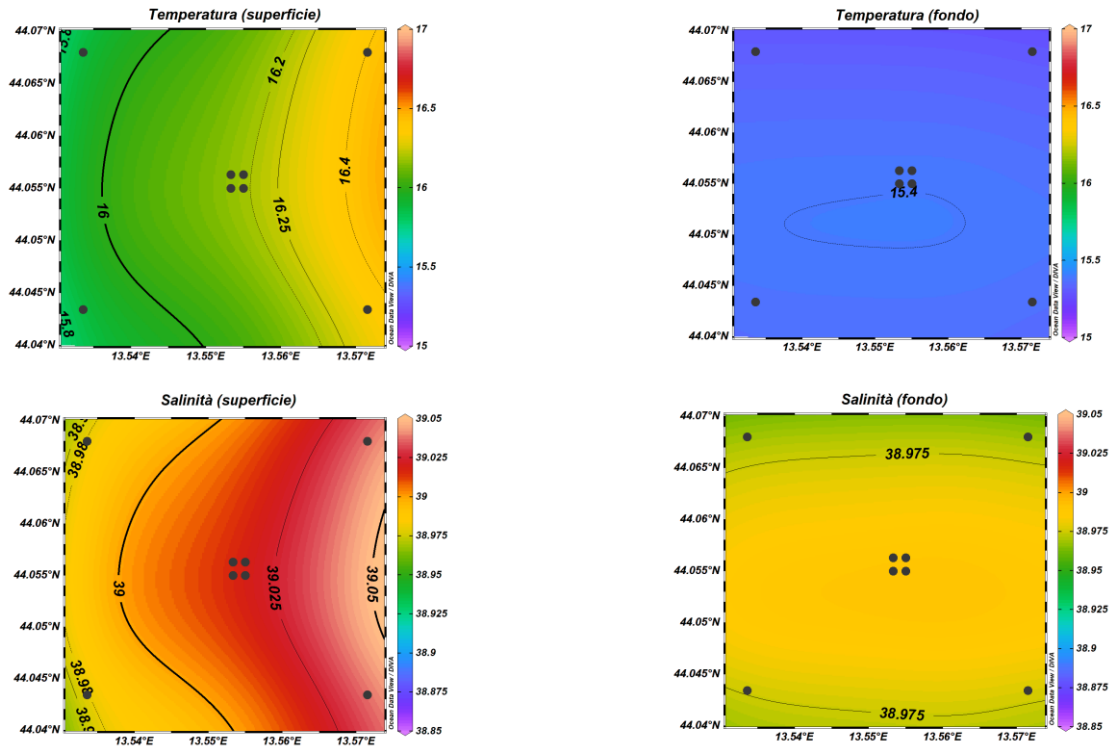


Fig. 3.14 - Mappe areali rappresentanti la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Dicembre 2022**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

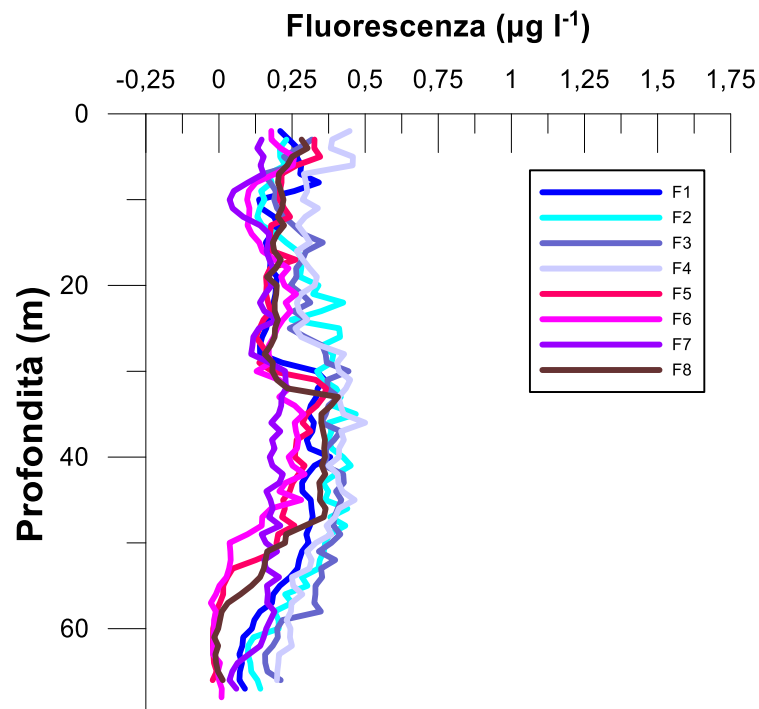


Fig. 3.15 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g L}^{-1}$). **Dicembre 2022**.



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 $0,10 \pm 0,02$ μM per i nitrati (NO_3), $0,18 \pm 0,02$ μM per i nitriti (NO_2), $0,02 \pm 0,02$ μM per l'ammonio (NH_4). In generale per NO_3 e NO_2 non è stato osservato alcun andamento particolare, mentre concentrazioni moderatamente più elevate di NH_4 sono state rilevate nelle acque di fondo. Il valore massimo di NO_3 ($0,14$ μM), è stato osservato alla profondità di 40 m in F3, e in superficie e a 40 m in F5, mentre il minimo ($0,07$ μM) è stato rilevato a 40 m in F6. Le concentrazioni di NO_2 sono variate tra un massimo di $0,23$ μM misurato in superficie in F5, e un minimo di $0,15$ μM riscontrato tra la superficie e i 40 m in F2, F3, F6, F7 e F8. La concentrazione media di NH_4 al fondo è risultata pari a $0,04 \pm 0,03$ μM , il massimo ($0,09$ μM) è stato misurato in superficie in F4 e al fondo in F5, mentre valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati a quote variabili in tutte le stazioni.

I fosfati (PO_4) sono risultati generalmente contenuti ed omogenei ($0,01 \pm 0,01$ μM). Fatta eccezione per il valore massimo ($0,04$ μM) e due massimi relativi ($0,03$ e $0,02$ μM), osservati a 20 e 40 m in F5 e al fondo in F3, concentrazioni uguali o inferiori al limite di rilevabilità strumentale hanno caratterizzato il resto dei campioni.

Anche per i silicati (Si(OH)_4) non è stato osservato alcun andamento particolare. Il valore massimo ($2,43$ μM) è stato misurato a 40 m in F4, mentre il minimo ($1,70$ μM) è stato osservato a 20 m in F5.

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 $0,03 \pm 0,04$ μM per NO_3 , $0,02 \pm 0,01$ μM per NO_2 , $0,04 \pm 0,06$ μM per NH_4 . I valori di NO_3 sono risultati moderatamente più elevati alle quote di fondo, mentre i NO_2 e NH_4 hanno presentato una distribuzione più omogenea. La concentrazione media dei NO_3 al fondo è risultata pari a $0,06 \pm 0,08$ μM , il massimo ($0,25$ μM) è stato riscontrato al fondo in F4, mentre valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati osservati tra la superficie ed i 40 m in F3, F5, F6, F7 e F8. Per i NO_2 le concentrazioni sono variate tra $0,03$ μM , massimo riscontrato al fondo in F2, F4, e F6 e alla quota di 20 m in F7, mentre valori uguali al limite strumentale hanno caratterizzato quote variabili tra la superficie e i 40 m in F4, F5 ed F8. Fatta eccezione per il valore più elevato ($0,35$ μM) osservato alla quota di 20 m in F8, le concentrazioni di NH_4 sono variate tra valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale,

riscontrati a quote variabili in tutte le stazioni, e un massimo di $0,10 \mu\text{M}$, misurato a 40 m e al fondo in F2.

Le concentrazioni medie dei fosfati (PO_4) sono risultate pari a $0,02 \pm 0,02 \mu\text{M}$, e analogamente a quanto osservato per i nitrati, concentrazioni moderatamente più elevate hanno caratterizzato il fondo ($0,03 \pm 0,03 \mu\text{M}$). Fatta eccezione per il valore massimo ($0,09 \mu\text{M}$) osservato al fondo in F3, il resto dei valori è risultato compreso tra $0,04 \mu\text{M}$ e il limite di rilevabilità strumentale.

La concentrazione media di $\text{Si}(\text{OH})_4$ è risultata pari a $1,23 \pm 0,48 \mu\text{M}$ e i valori massimi sono stati riscontrati alle quote di fondo. La concentrazione media al fondo è risultata infatti di $1,92 \pm 0,31 \mu\text{M}$, con il massimo assoluto ($2,41 \mu\text{M}$) misurato in questa quota in F7.

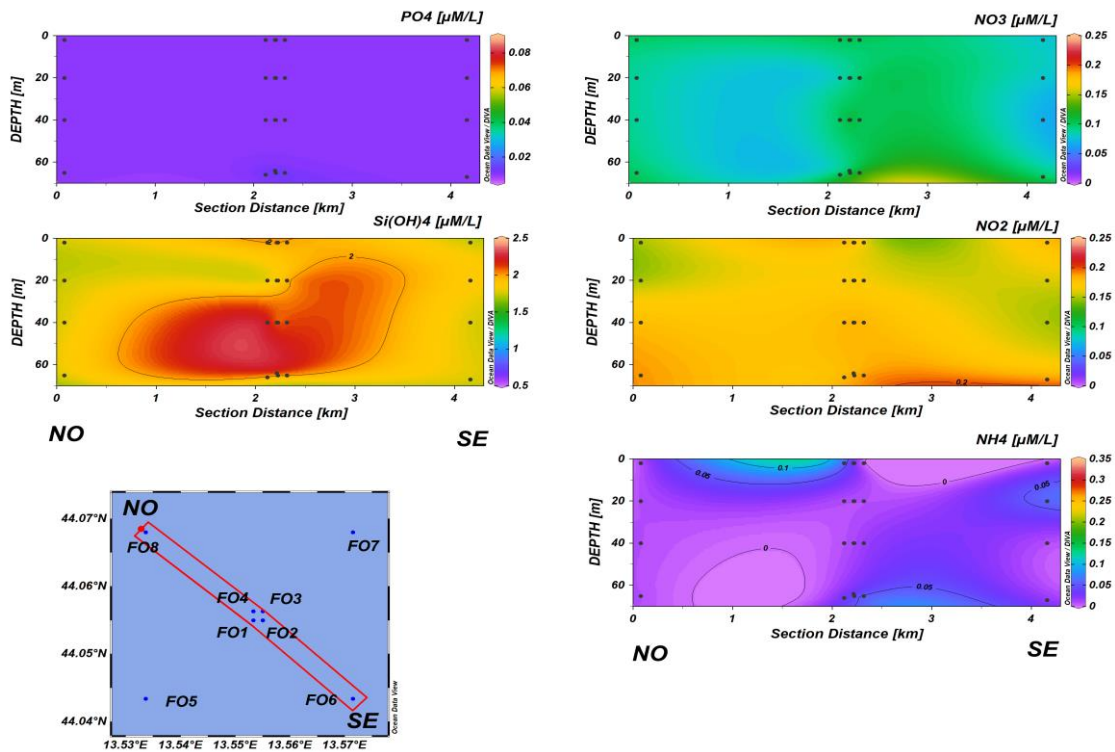


Fig. 3.16a - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($\text{Si}(\text{OH})_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Marzo 2022.**

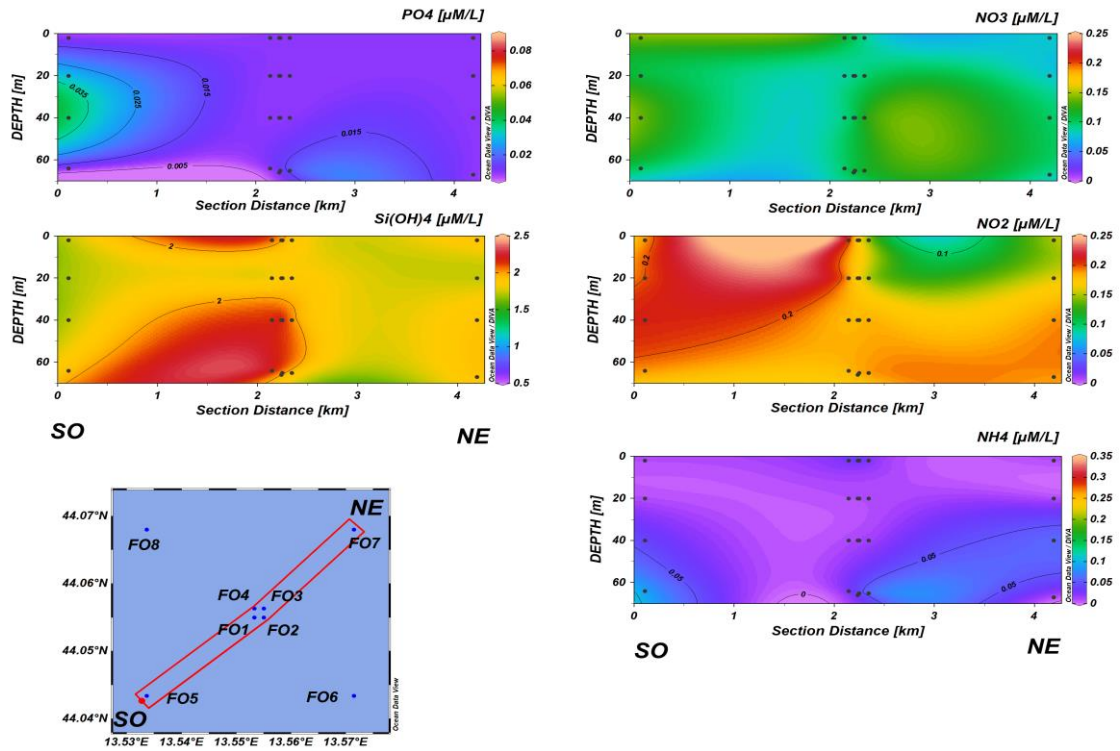


Fig. 3.16b - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati (Si(OH)_4), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . Marzo 2022.

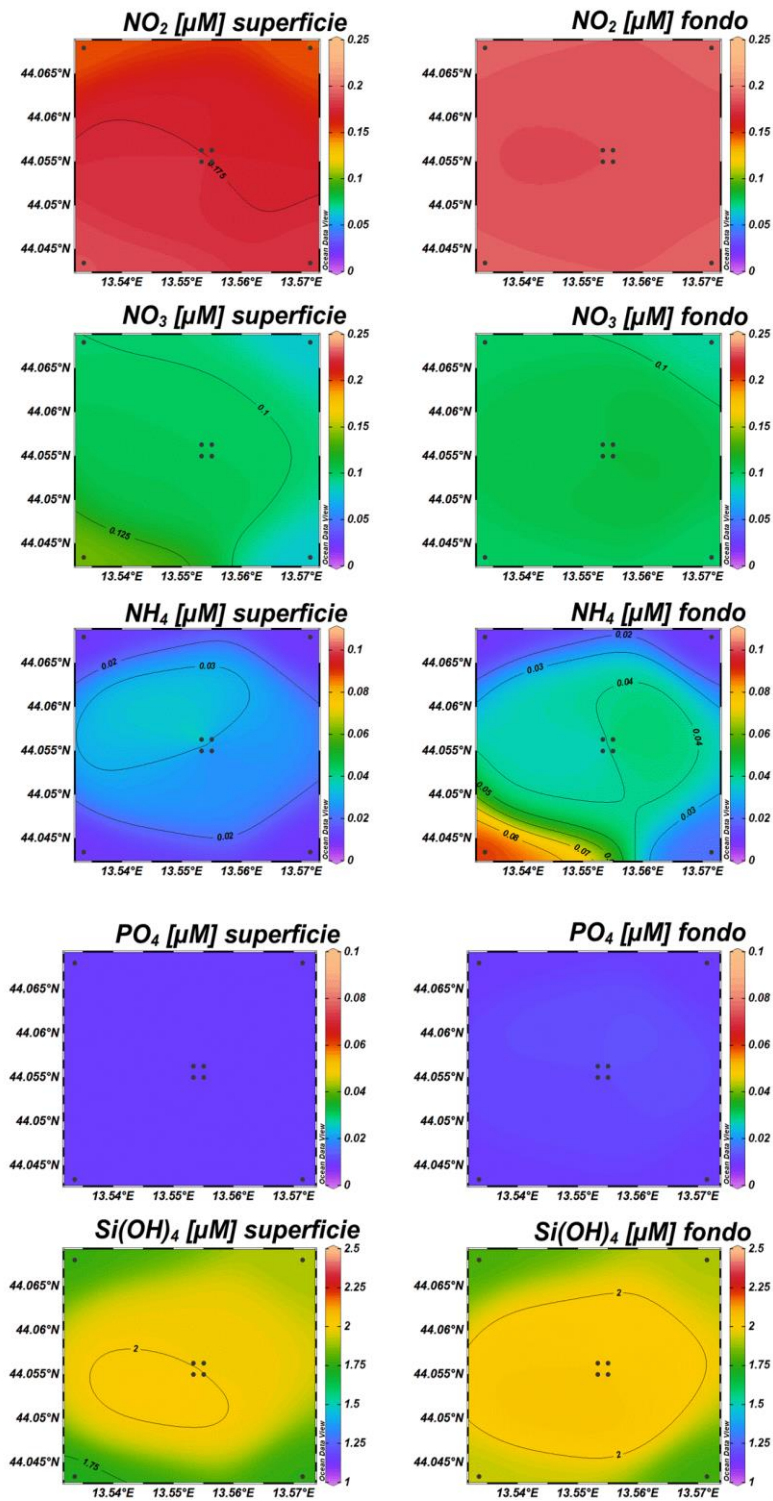


Fig. 3.17 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati (Si(OH)_4), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Marzo 2022.**

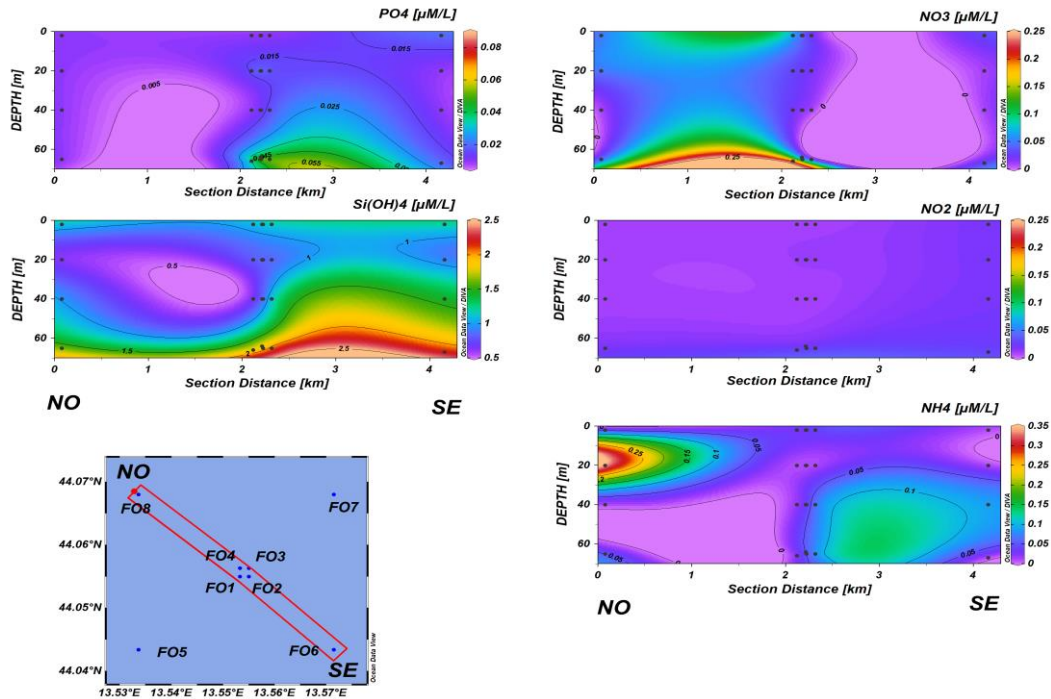


Fig. 3.18a - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . Maggio 2022.

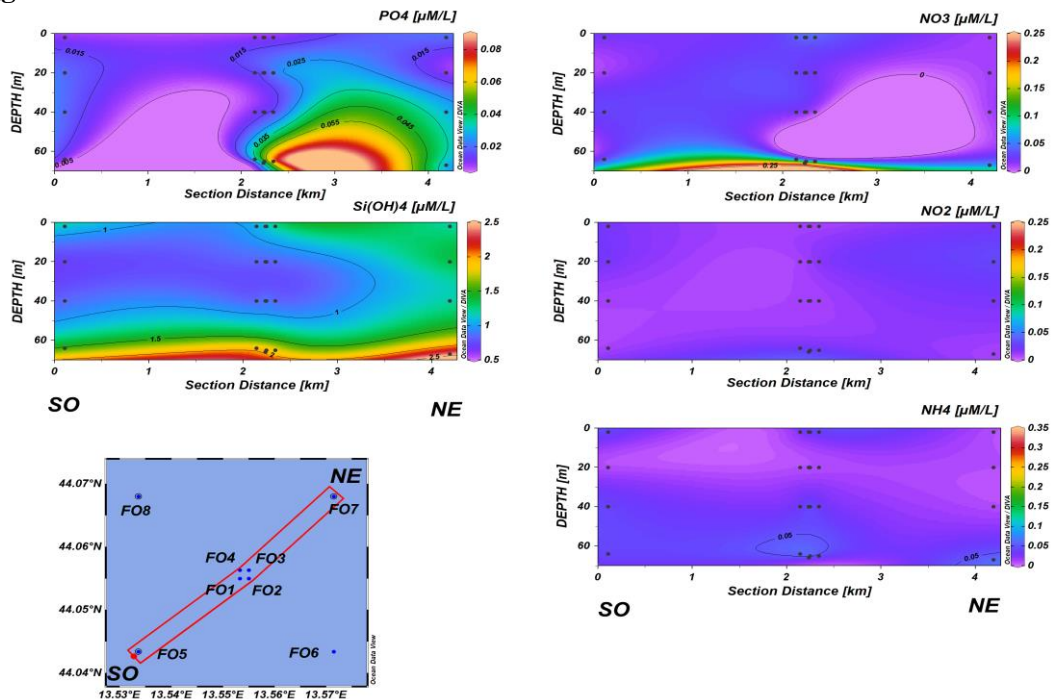


Fig. 3.18b - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . Maggio 2022.

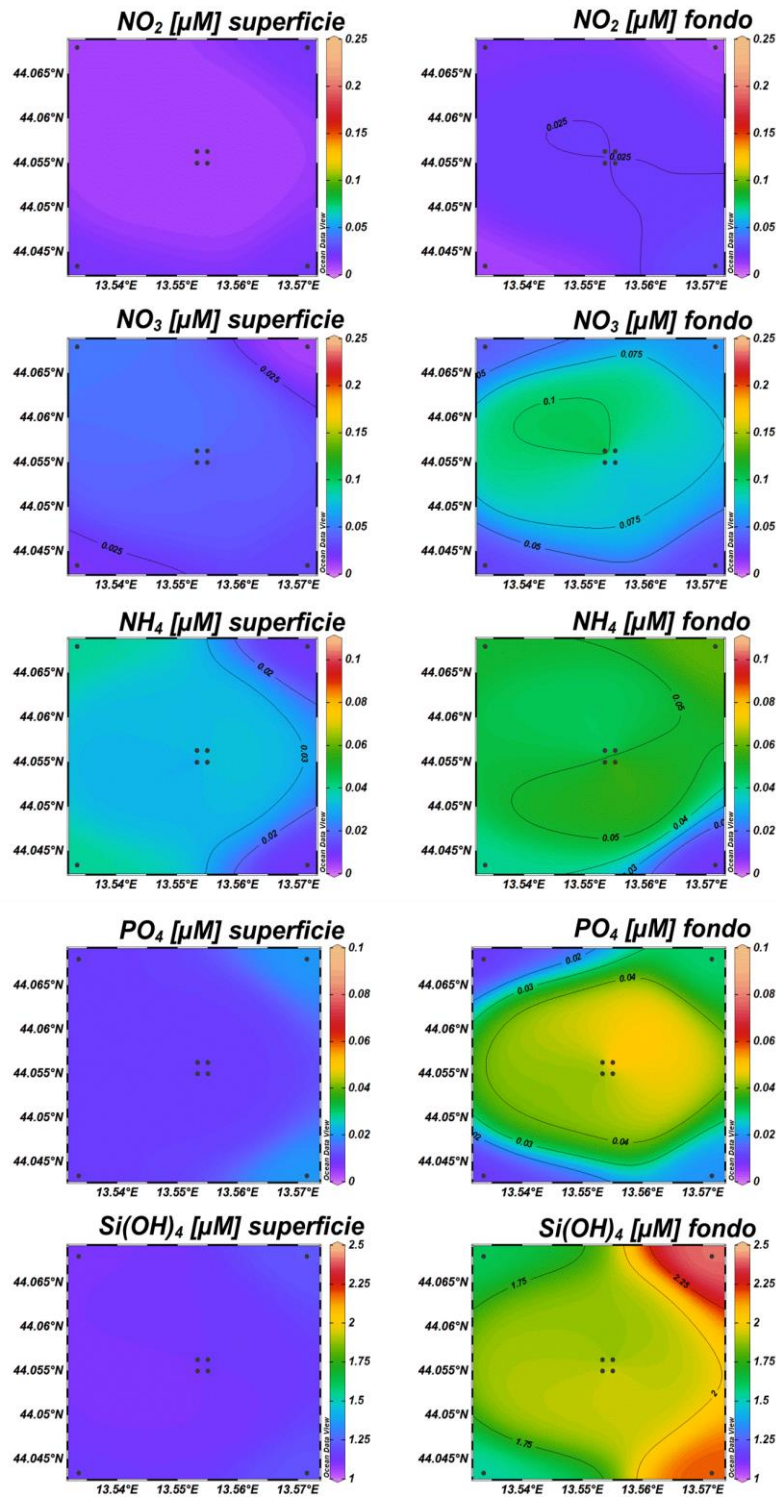


Fig. 3.19 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO₄), silicati (Si(OH)₄), nitrati (NO₃), nitriti (NO₂) e ammonio (NH₄) espresse in μ M. **Maggio 2022.**



Nel mese di **luglio** (figg. 3.20a, 3.20b e 3.21) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a $0,03 \pm 0,03 \mu\text{M}$ per i nitrati (NO_3), e $0,02 \pm 0,02 \mu\text{M}$ per i nitriti (NO_2) e per l'ammonio (NH_4). In generale i valori sono risultati piuttosto contenuti non è stato osservato alcun andamento particolare per questi elementi. La concentrazione massima di NO_3 è risultata pari a $0,14 \mu\text{M}$ ed è stata osservata in superficie della stazione F6, mentre valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati a quote variabili in tutte le stazioni eccetto che nella F5. Il valore massimo di NO_2 pari a $0,07 \mu\text{M}$ è stato misurato alla profondità di 20 m della stazione F8, mentre valori inferiori o uguali al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati in tutte le quote nelle stazioni F1, F2 e F3, al fondo della F6 e tra i 20 m e il fondo della F7. La concentrazione massima di NH_4 ($0,09 \mu\text{M}$) è stata misurata al fondo nella stazione F5, mentre valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati a quote variabili in tutte le stazioni.

Anche i fosfati (PO_4) sono risultati generalmente contenuti ed omogenei ($0,01 \pm 0,01 \mu\text{M}$). Il valore massimo ($0,07 \mu\text{M}$) è stato misurato a 20 m nella stazione F1, mentre valori uguali o inferiori al limite di rilevabilità strumentale hanno caratterizzato quote variabili tra la superficie e i 40 m in tutte le stazioni.

La concentrazione media di silicati ($\text{Si}(\text{OH})_4$) è stata di $1,18 \pm 0,75 \mu\text{M}$ e i valori più elevati hanno caratterizzato le quote di fondo di tutte le stazioni ($2,41 \pm 0,06 \mu\text{M}$). Il massimo ($2,51 \mu\text{M}$) è stato misurato al fondo della stazione F7, mentre il minimo ($0,46 \mu\text{M}$) è stato osservato a 20 m di profondità nella stazione F3.

A **novembre** (figg. 3.22a, 3.22b e 3.23) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a $0,07 \pm 0,10 \mu\text{M}$ per NO_3 , $0,13 \pm 0,17 \mu\text{M}$ per NO_2 e $0,02 \pm 0,02 \mu\text{M}$ per NH_4 ; per i nitrati e i nitriti le concentrazioni più elevate hanno caratterizzato il fondo, mentre per l'ammonio non è stato osservato alcun andamento particolare. La concentrazione media di NO_3 al fondo è risultata pari a $0,24 \pm 0,04 \mu\text{M}$, con il massimo ($0,29 \mu\text{M}$) misurato al fondo della stazione F8; alle altre quote i valori sono variati tra valori inferiori al limite di rilevabilità osservati a quote variabili tra la superficie e i 40 m in tutte le stazioni eccetto che nella F6 e un massimo di $0,12 \mu\text{M}$ misurato a 40 m della stazione F6. La concentrazione media più elevata di NO_2 ha caratterizzato la quota di fondo ed è risultata pari a $0,42 \pm 0,03 \mu\text{M}$, con il massimo ($0,47 \mu\text{M}$) nella stazione F5, mentre nelle altre quote le concentrazioni



sono risultate piuttosto omogenee ($0,03 \pm 0,04 \mu\text{M}$). Le concentrazioni di NH_4 sono risultate piuttosto contenute e sono variate tra valori inferiori al limite di rilevabilità osservati a quote variabili tra la superficie e i 40 m in tutte le stazioni e $0,10 \mu\text{M}$, riscontrato a 40 m della stazione F6.

Per i fosfati concentrazioni medie lievemente più elevate ($0,03 \pm 0,01 \mu\text{M}$) hanno caratterizzato le quote di fondo, ed il valore massimo ($0,04 \mu\text{M}$) è stato osservato nella stazione F4, mentre nelle altre quote le concentrazioni sono risultate piuttosto contenute ed $<0,02 \mu\text{M}$.

Come già osservato per gli altri elementi, anche per i silicati le concentrazioni medie più elevate hanno caratterizzato la quota di fondo ($3,08 \pm 0,18 \mu\text{M}$), con il massimo osservato nella stazione F5, mentre alle altre quote i valori sono risultati omogeneamente distribuiti variando tra $0,49 \mu\text{M}$, minimo osservato a 20 m di profondità della stazione F6 e $1,27 \mu\text{M}$, massimo osservato a 40 m di profondità della stazione F8.

A **dicembre** (figg. 3.24a, 3.24b e 3.25) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a $0,41 \pm 0,45 \mu\text{M}$ per i nitrati, $0,16 \pm 0,03 \mu\text{M}$ per i nitriti, $0,01 \pm 0,01 \mu\text{M}$ per l'ammonio. Per i nitrati si osservano concentrazioni più elevate al fondo, mentre non è stato osservato alcun andamento particolare per i nitriti e l'ammonio. Le concentrazioni medie al fondo dei NO_3 sono risultate pari a $1,15 \pm 0,19 \mu\text{M}$ con il massimo rilevato nella stazione F5 ($1,38 \mu\text{M}$), mentre nelle restanti stazioni le concentrazioni sono risultate più contenute ($0,16 \pm 0,09 \mu\text{M}$). La concentrazione massima di NO_2 ($0,25 \mu\text{M}$) è stata misurata a 40m della stazione F5, mentre il valore minimo ($0,12 \mu\text{M}$), molto più elevato dei minimi riscontrati nella precedente campagna, è stato osservato in superficie nella stazione F2. La concentrazione massima di NH_4 ($0,05 \mu\text{M}$) è stata misurata a 20 m nella stazione F6, mentre valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati a 20 m di profondità nella stazione F6, a 40 m nelle stazioni F4 e F7 e al fondo della F8.

Per i fosfati non è stato osservato alcun andamento particolare e le concentrazioni sono risultate piuttosto contenute ($0,01 \pm 0,01 \mu\text{M}$). Il valore massimo ($0,03 \mu\text{M}$) è stato osservato al fondo nelle stazioni F5, F7 ed F8, mentre valori minori o uguali al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati a quote variabili tra la superficie e i 40 m in tutte le stazioni e al fondo della stazione F2.



Le concentrazioni più elevate dei silicati ($\text{Si}(\text{OH})_4$) hanno caratterizzato le quote di fondo ($2,96 \pm 0,27 \mu\text{M}$), mentre alle altre quote i valori si sono attestati su una media di $1,41 \pm 0,29 \mu\text{M}$; è stato osservato inoltre un andamento di concentrazione decrescente SO-NE. Il valore massimo ($3,17 \mu\text{M}$) è stato misurato al fondo nella stazione F6, mentre il minimo ($1,19 \mu\text{M}$) è stato osservato nella stazione F2 a 20 m di profondità.

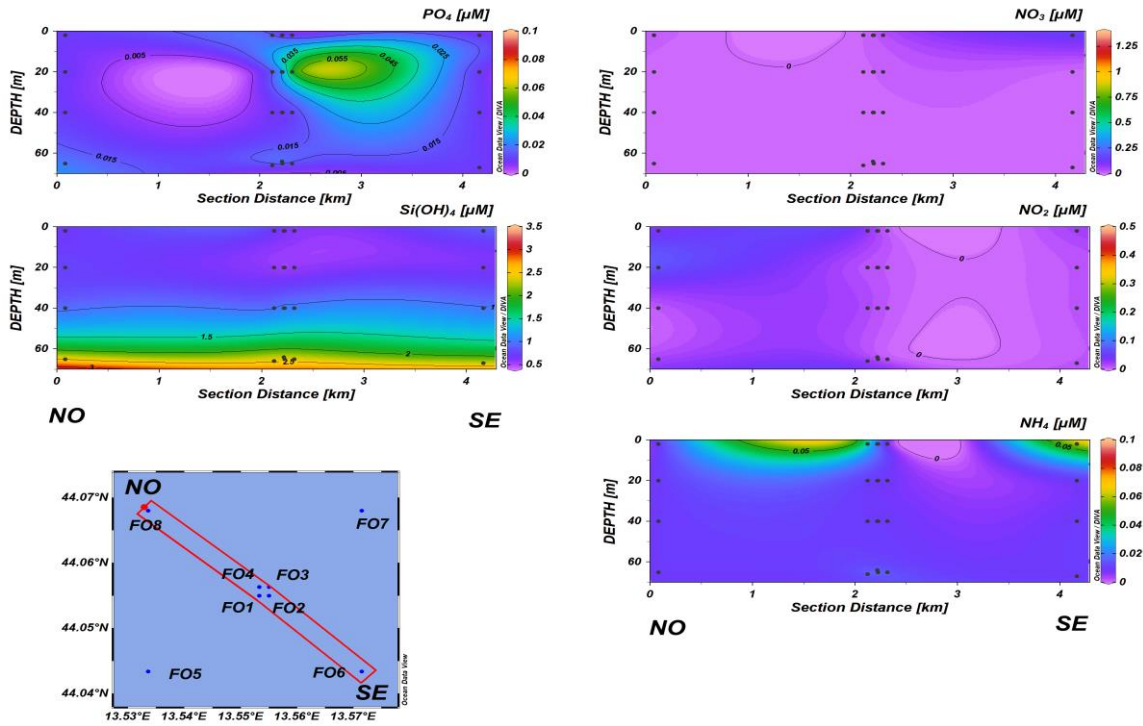


Fig. 3.20a - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . Luglio 2022.

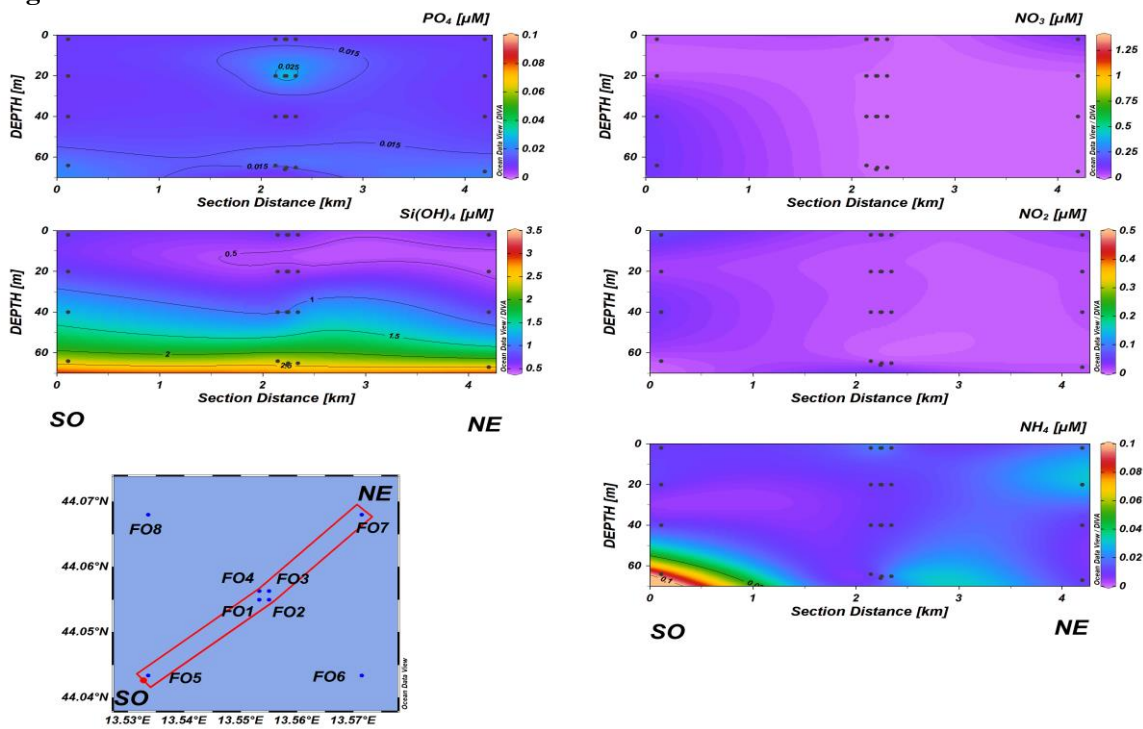


Fig. 3.20b - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . Luglio 2022.

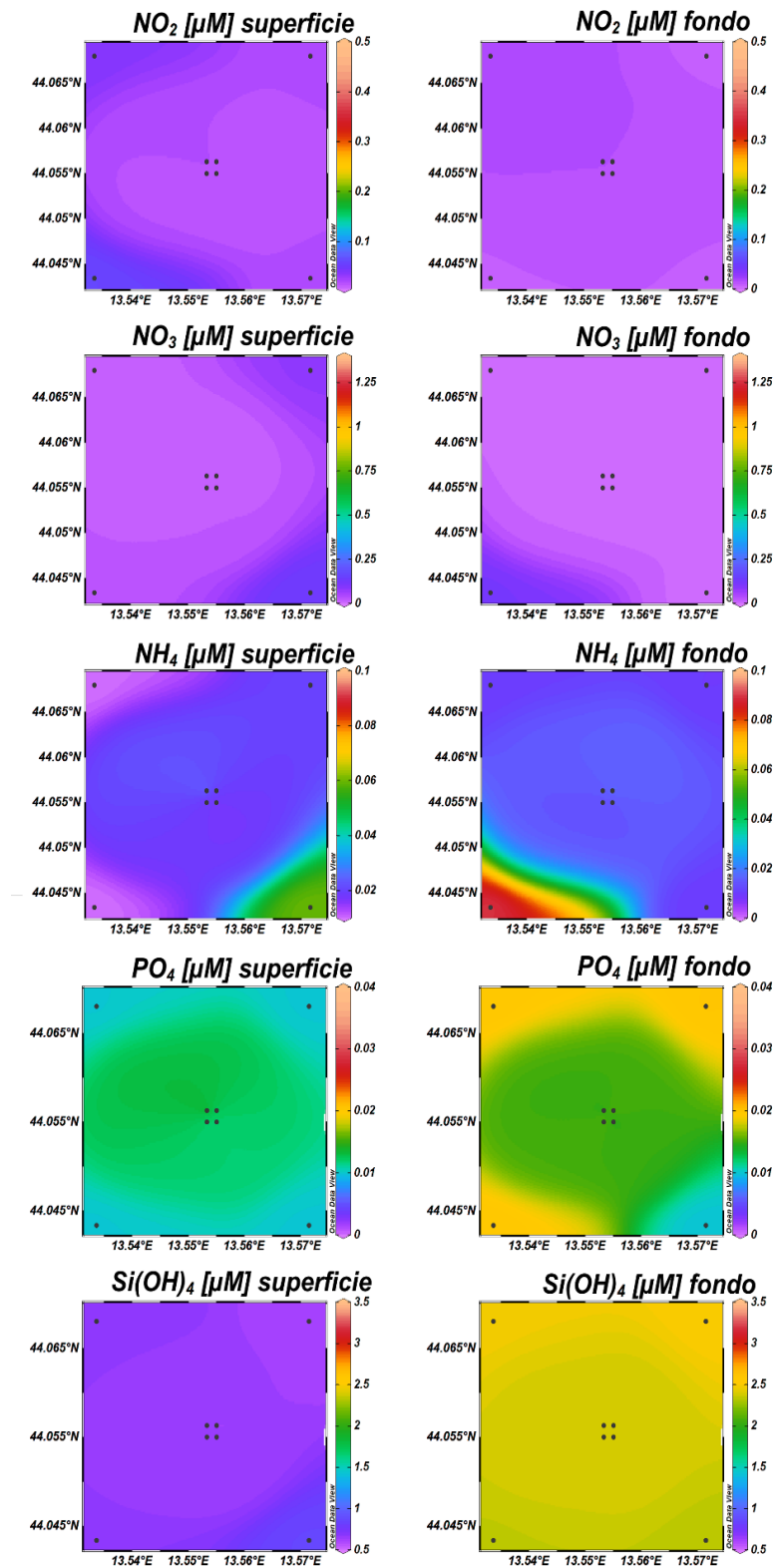


Fig. 3.21 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati (Si(OH)_4), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Luglio 2022.**

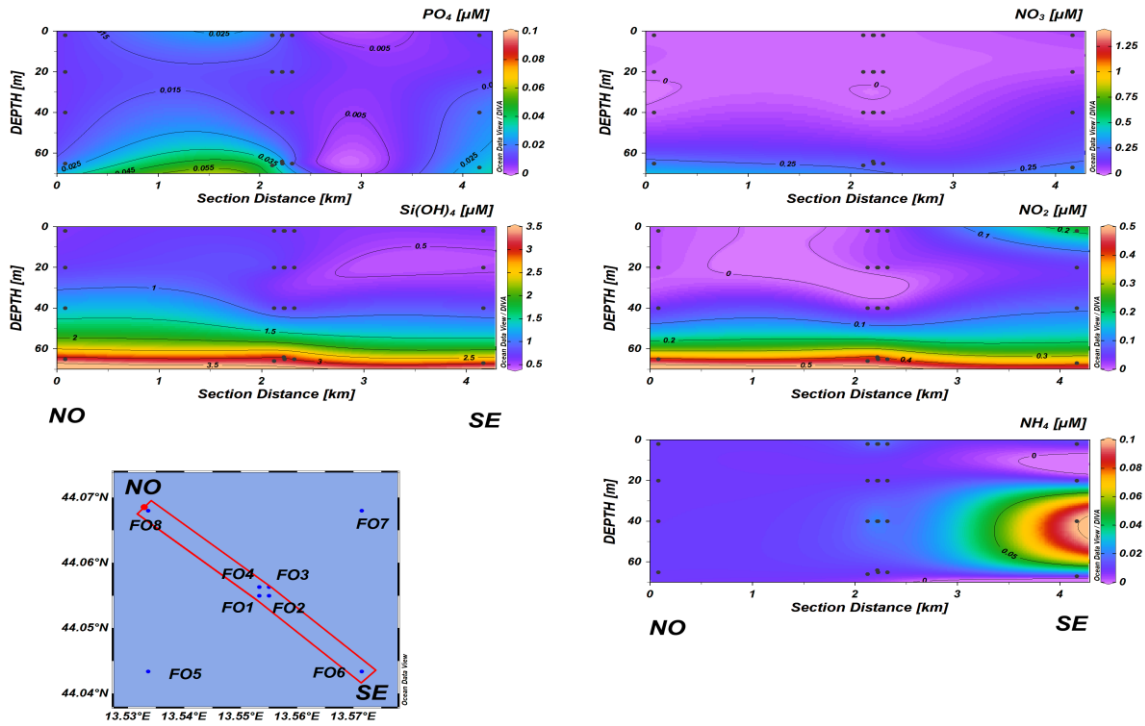


Fig. 3.22a - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . Novembre 2022.

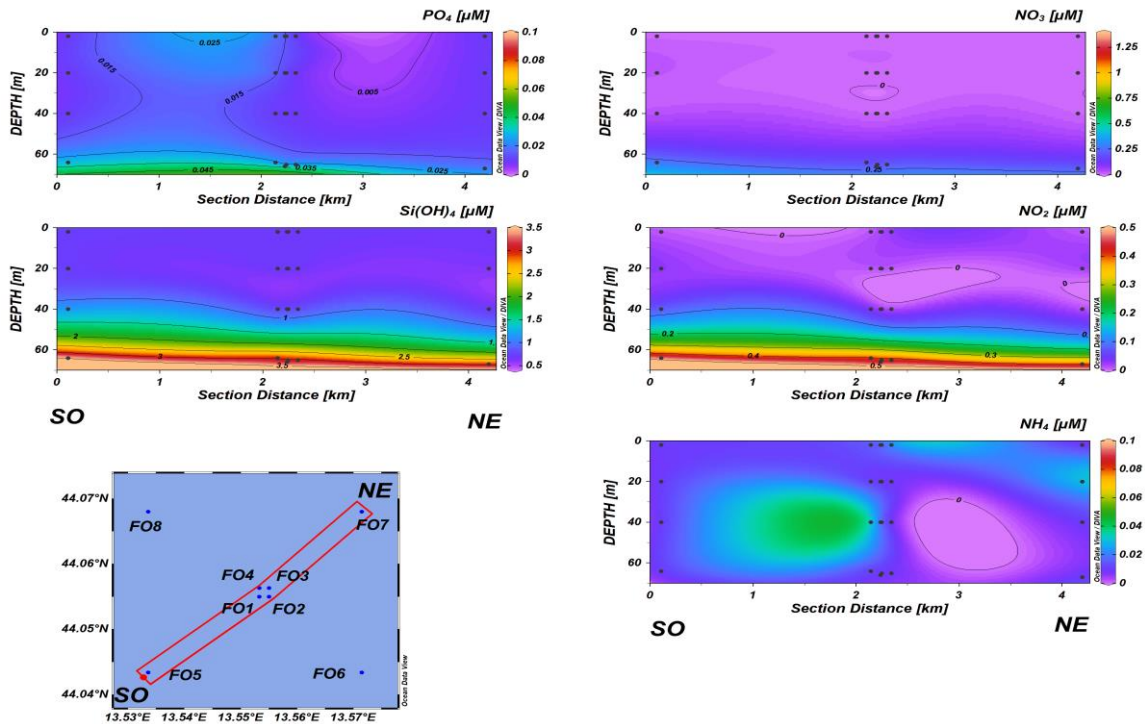


Fig. 3.22b - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . Novembre 2022.

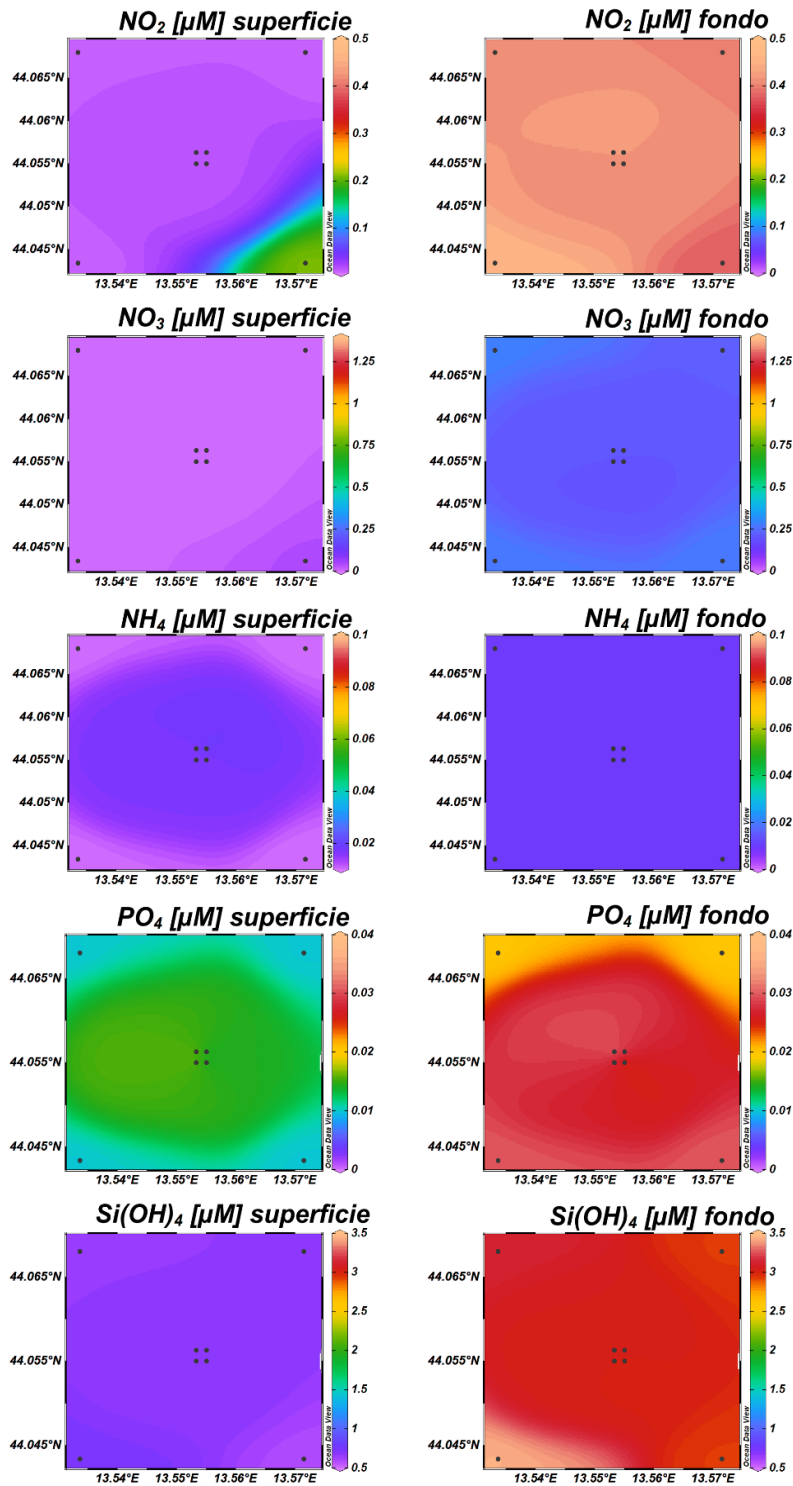


Fig. 3.23 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO₄), silicati (Si(OH)₄), nitrati (NO₃), nitriti (NO₂) e ammonio (NH₄) espresse in μ M. **Novembre 2022.**

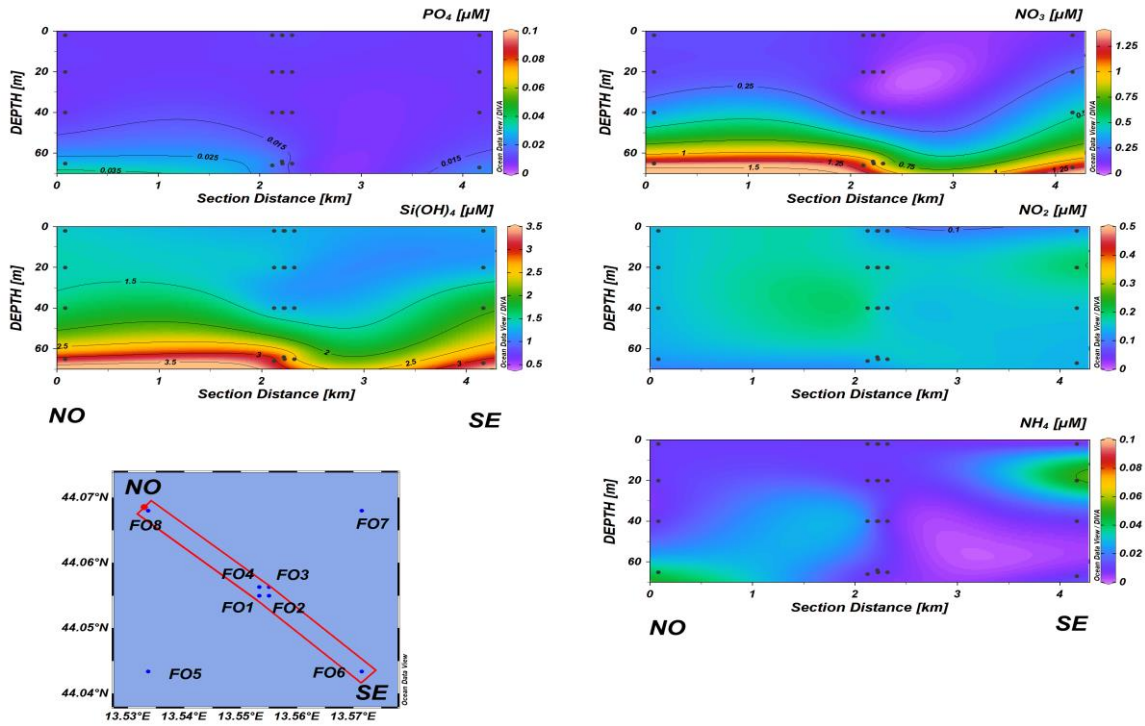


Fig. 3.24a - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . Dicembre 2022.

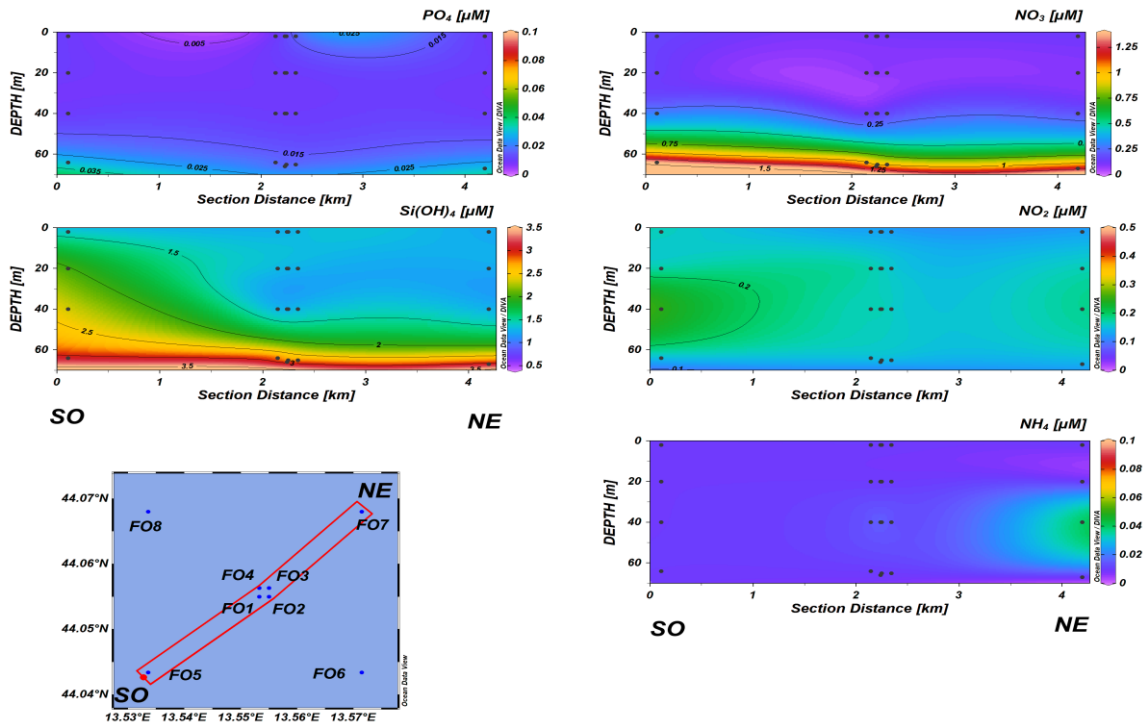


Fig. 3.24b - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati ($Si(OH)_4$), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . Dicembre 2022.

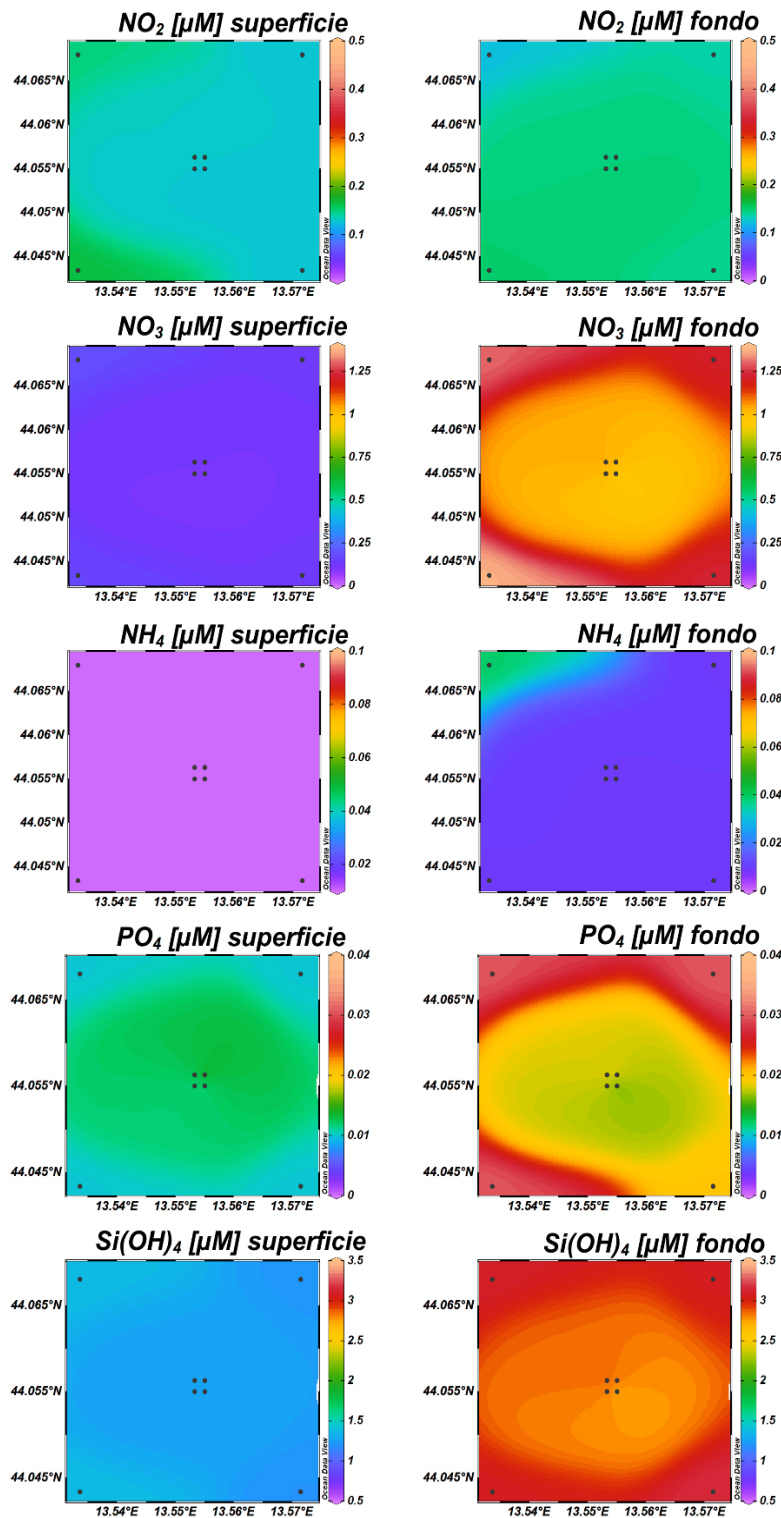


Fig. 3.25 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO_4), silicati (Si(OH)_4), nitrati (NO_3), nitriti (NO_2) e ammonio (NH_4) espresse in μM . **Dicembre 2022.**



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 $244,4 \pm 37,5 \text{ ng L}^{-1}$, con un massimo di $302,3 \text{ ng L}^{-1}$ ed un minimo di $176,6 \text{ ng L}^{-1}$ misurati a 40 m rispettivamente in F6 e F5. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a $9,2 \pm 2,5 \text{ ng L}^{-1}$ e $56,5 \pm 9,9 \text{ ng L}^{-1}$. Il massimo di Chl *b* ($14,3 \text{ ng L}^{-1}$) è stato misurato al fondo in F1, mentre il minimo ($5,5 \text{ ng L}^{-1}$) a 20 m in F7. Il massimo di Chl *c* ($75,9 \text{ ng L}^{-1}$) ha caratterizzato i 40 m in F6, mentre la concentrazione minima ($38,8 \text{ ng L}^{-1}$) è stata misurata in superficie in F3. In generale per le concentrazioni di pigmenti clorofilliani si osservano concentrazioni più elevate nelle quote di fondo.

Il materiale particellato (TSM), ha presentato una concentrazione media pari a $0,8 \pm 0,2 \text{ mg l}^{-1}$ e nessun andamento particolare è stato osservato. Il massimo ($1,0 \text{ mg L}^{-1}$) è stato misurato a 40 m in F8, e il minimo ($0,3 \text{ mg L}^{-1}$) a 20 m nella medesima stazione.

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 $223,5 \pm 116,4 \text{ ng L}^{-1}$, con un massimo di $461,4 \text{ ng L}^{-1}$ al fondo di F4 ed un minimo di $86,4 \text{ ng l}^{-1}$ riscontrato a 20 m in F5. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a $18,7 \pm 16,2 \text{ ng L}^{-1}$ e $76,7 \pm 42,8 \text{ ng L}^{-1}$. Il valore più elevato di Chl *b* ($54,2 \text{ ng L}^{-1}$) è stato misurato al fondo in F4, mentre il minimo ($5,3 \text{ ng l}^{-1}$) è stato riscontrato in superficie in F8. Il massimo di Chl *c* ($160,2 \text{ ng L}^{-1}$) è stato misurato al fondo in F6, mentre la concentrazione minima ($31,6 \text{ ng L}^{-1}$) è stata osservata a 20 m in F8.

Anche in questa campagna concentrazioni più elevate di pigmenti clorofilliani hanno caratterizzato le acque di fondo.

Il TSM ha presentato una concentrazione media pari a $0,4 \pm 0,4 \text{ mg L}^{-1}$, analogamente a quanto osservato per i pigmenti clorofilliani, le concentrazioni più elevate di TSM sono state osservate nelle acque di fondo. Il massimo ($1,6 \text{ mg L}^{-1}$) è stato registrato al fondo di F1, mentre il valore minimo ($0,1 \text{ mg L}^{-1}$) è stato misurato a 40 m in tutte le stazioni.

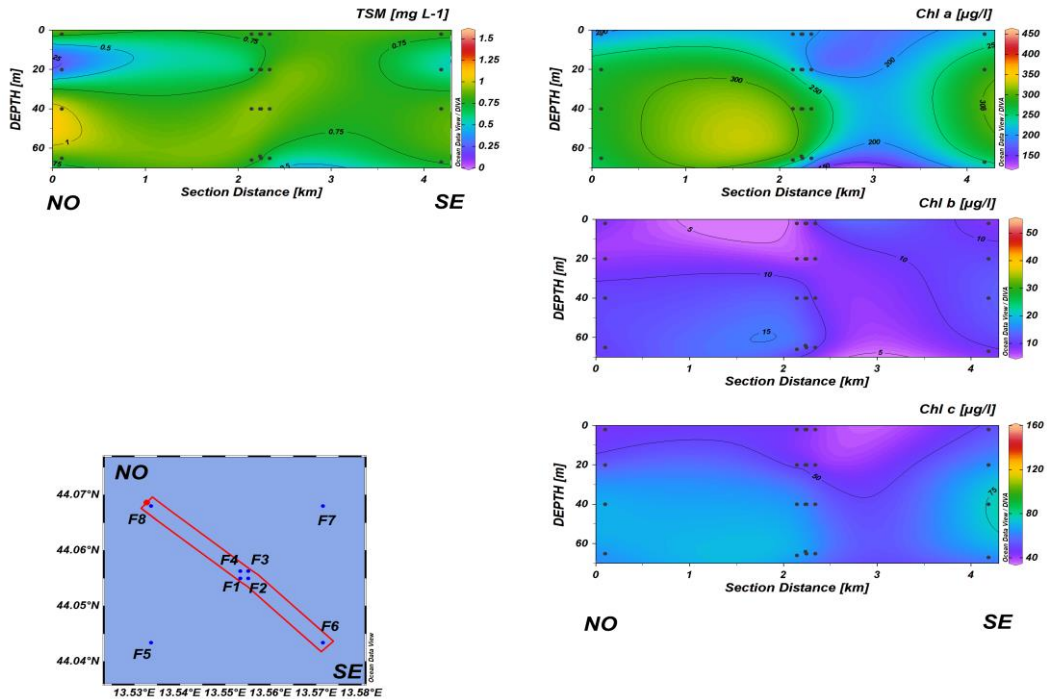


Fig. 3.26a - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L^{-1} . **Marzo 2022.**

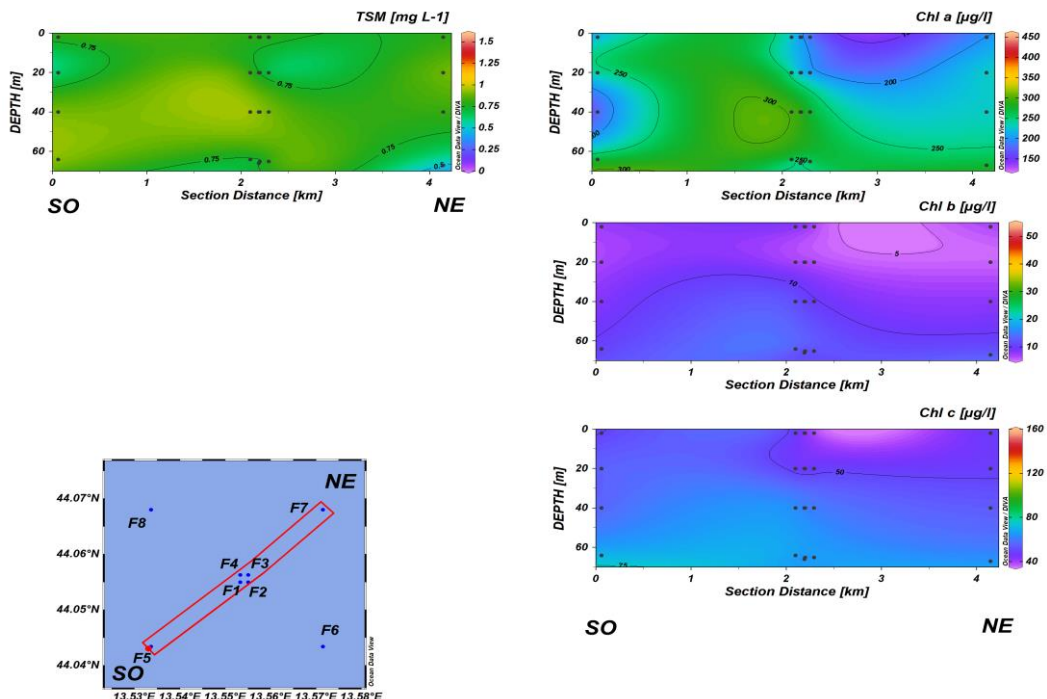


Fig. 3.26b - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L^{-1} . **Marzo 2022.**

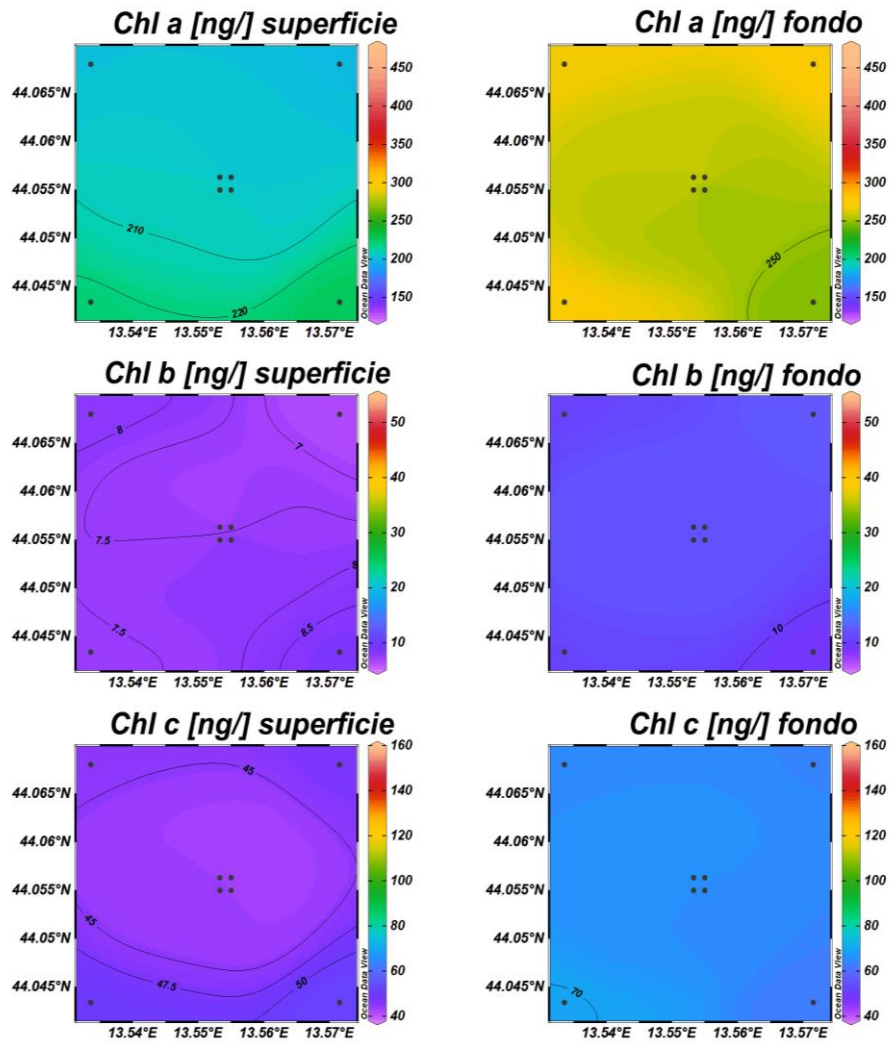


Fig. 3.27 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng L⁻¹. **Marzo 2022.**

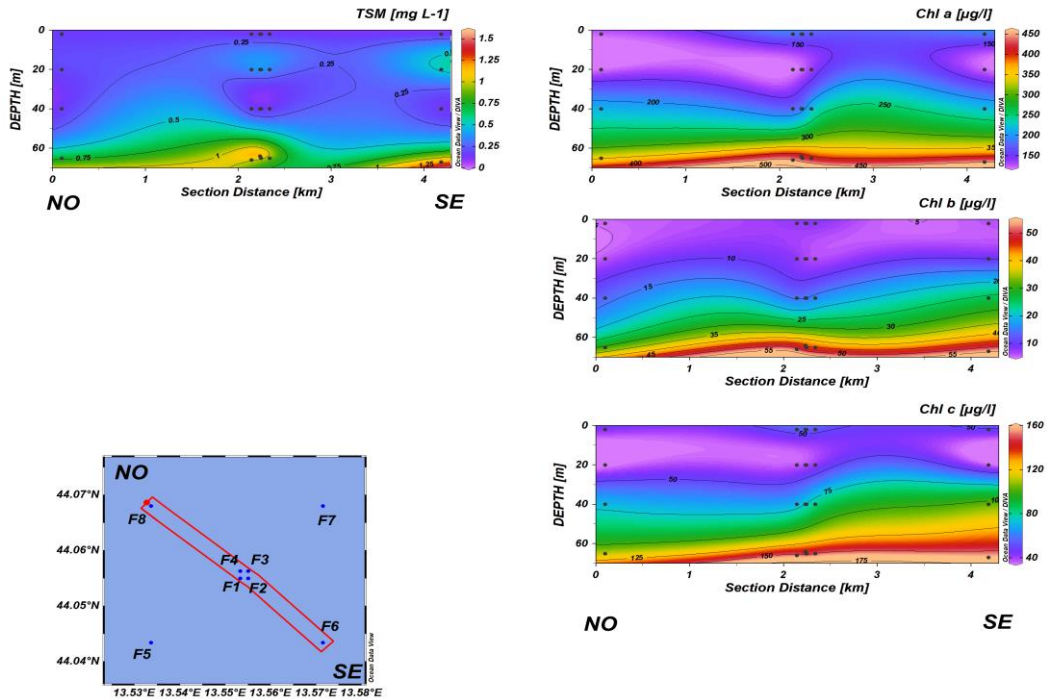


Fig. 3.28a - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L^{-1} . **Maggio 2022.**

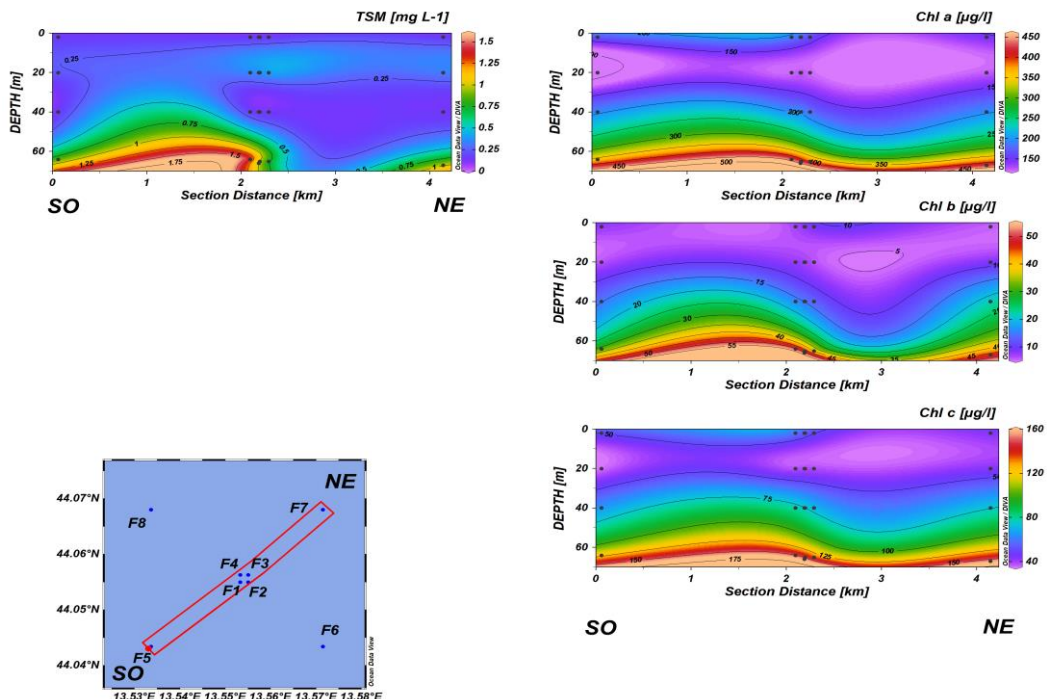


Fig. 3.28b - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L^{-1} . **Maggio 2022.**

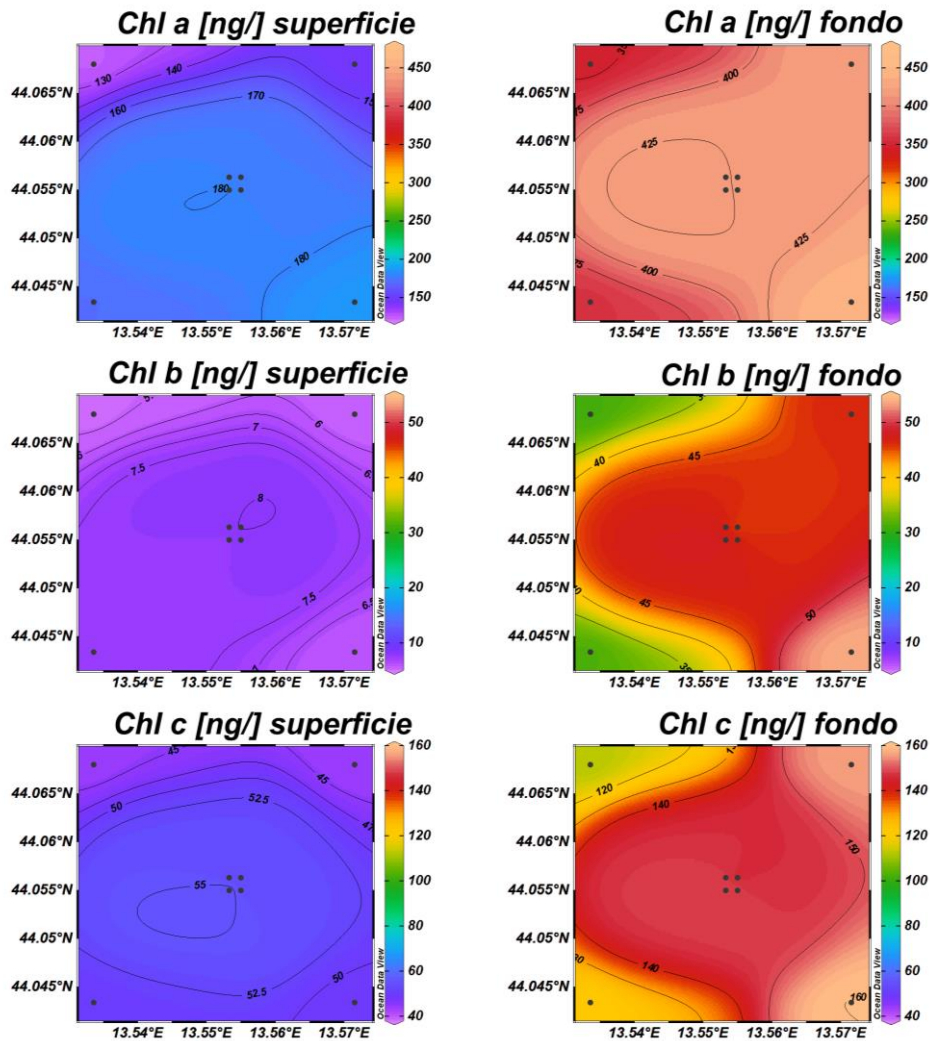


Fig. 3.29 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng L^{-1} . **Maggio 2022**.

Nel mese di **luglio** (figg. 3.30a, 3.30b, 3.31) **2022** la concentrazione della clorofilla *a* (Chl *a*) è risultata mediamente pari a $110,8 \pm 85,6 \text{ ng L}^{-1}$, con un massimo di $351,5 \text{ ng L}^{-1}$ ed un minimo di $47,2 \text{ ng L}^{-1}$ misurati rispettivamente al fondo della stazione F4 ed a 40 m nella stazione F6. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a $23,6 \pm 28,4 \text{ ng L}^{-1}$ e $36,9 \pm 36,6 \text{ ng L}^{-1}$. Le concentrazioni medie più elevate di Chl *b* ($66,9 \pm 16,9 \text{ ng L}^{-1}$) hanno caratterizzato le acque di fondo, mentre nelle restanti quote i valori sono risultati più contenuti ($8,6 \pm 9,5 \text{ ng L}^{-1}$). Come per la Chl *a* e la Chl *b*, le medie più elevate di Chl *c* ($210,2 \text{ ng L}^{-1}$) sono state riscontrate al fondo ($97,6 \pm 14,4$



ng L⁻¹), mentre concentrazione più basse ($16,6 \pm 5,1$ ng L⁻¹) sono state misurate nelle restanti quote.

Il materiale particolato (TSM), ha presentato una concentrazione media pari a $0,4 \pm 0,4$ mg L⁻¹. Come per i pigmenti clorofilliani, generalmente una maggiore concentrazione è stata riscontrata al fondo dell'area di campionamento ($0,8 \pm 0,3$ mg L⁻¹), con il massimo ($1,2$ mg L⁻¹) nella stazione F7.

A **novembre** (figg. 3.32a, 3.32b, 3.33) la concentrazione della Chl *a* è risultata mediamente pari a $190,5 \pm 44,3$ ng L⁻¹, con un massimo di $267,7$ ng L⁻¹ misurato al fondo della stazione F5 ed un minimo di $75,7$ ng L⁻¹ riscontrato alla quota superficiale della stazione F7. La Chl *b* e la Chl *c* hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a $25,4 \pm 17,6$ e $56,1 \pm 20,8$ ng L⁻¹. Le concentrazioni massime di Chl *b* ($64,6$ ng L⁻¹) e di Chl *c* ($100,8$ ng L⁻¹) sono state misurate al fondo della stazione F4, mentre i minimi ($8,7$ e $34,0$ ng L⁻¹ per Chl *b* e Chl *c* rispettivamente) sono stati riscontrati alla profondità di 20 m della stazione F6 e in superficie della stazione F7. In generale un gradiente crescente di concentrazione tra superficie e fondo è stato osservato per tutti i pigmenti clorofilliani.

Il TSM è risultato paragonabile al mese precedente, con una concentrazione media pari a $0,4 \pm 0,2$ mg L⁻¹. Anche in questo caso le concentrazioni maggiori hanno caratterizzato lo strato di fondo dell'area di campionamento, il massimo ($1,1$ mg L⁻¹) è stato registrato al fondo della F3.

A **dicembre** (figg. 3.34a, 3.34b, 3.35) la concentrazione media di Chl *a* è risultata pari a $226,5 \pm 59,8$ ng L⁻¹, con un massimo di $306,6$ ng L⁻¹ misurato alla profondità di 40m nella stazione F1 ed un minimo di $104,8$ ng L⁻¹ riscontrato al fondo nella F5. La concentrazione media di Chl *a* è risultata più elevata delle concentrazioni osservate a luglio e novembre e le concentrazioni medie più elevate hanno caratterizzato la quota di 20 m ($282,3 \pm 16,4$ ng L⁻¹). La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a $28,9 \pm 27,4$ ng L⁻¹ e $70,6 \pm 17,5$ ng L⁻¹. Fatta eccezione per il valore massimo di Chl *b* ($174,5$ ng L⁻¹), misurato a 40 m nella stazione F6, la concentrazione di Chl *b* è risultata piuttosto omogenea lungo la colonna d'acqua. Il massimo di Chl *c* ($95,5$ ng L⁻¹) è stato misurato a 20 m della stazione F6, mentre la concentrazione minima ($28,8$ ng L⁻¹) è stata osservata al fondo della F5.



In generale le concentrazioni dei pigmenti clorofilliani sono risultate moderatamente più contenute nelle quote di fondo.

Il TSM ha presentato una concentrazione media pari a $0,9 \pm 0,3 \text{ mg L}^{-1}$. In questo mese le concentrazioni sono risultate comprese tra $0,2 \text{ mg L}^{-1}$, registrato a 20 m della stazione F5 e $1,6 \text{ mg L}^{-1}$ misurato al fondo nella stazione F6. Concentrazioni più elevate hanno caratterizzato le quote di fondo ($1,3 \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$) rispetto alle altre quote ($0,7 \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$).

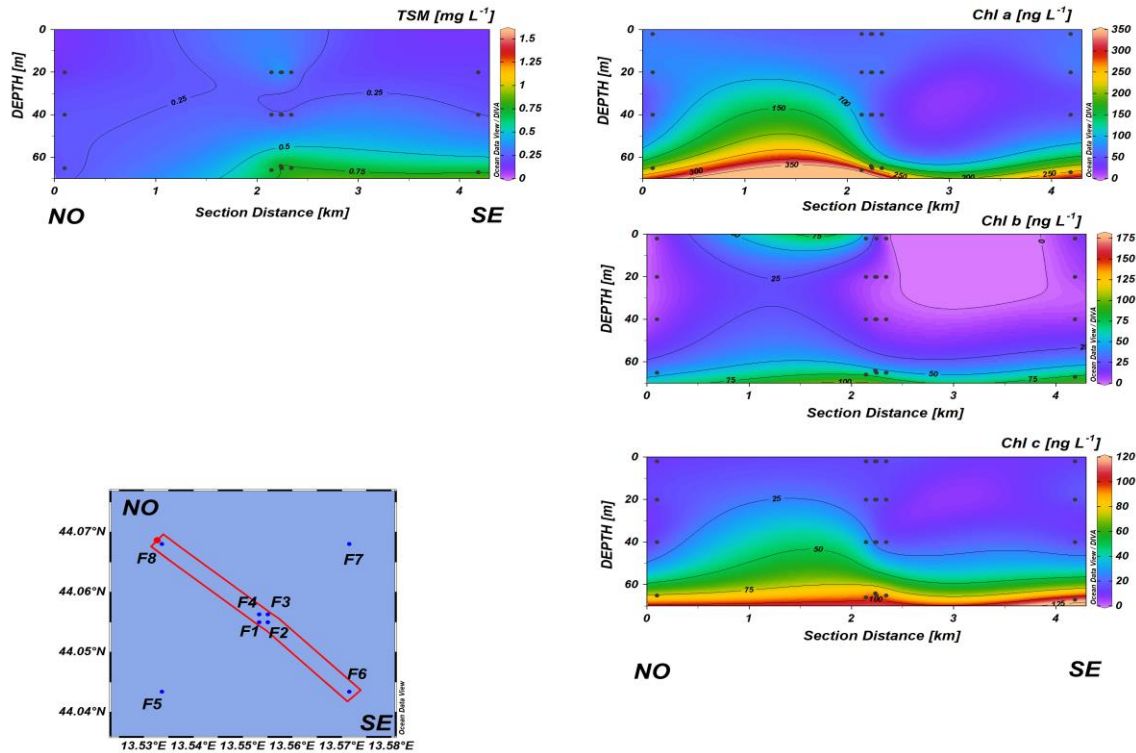


Fig. 3.30a - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L^{-1} . **Luglio 2022**.

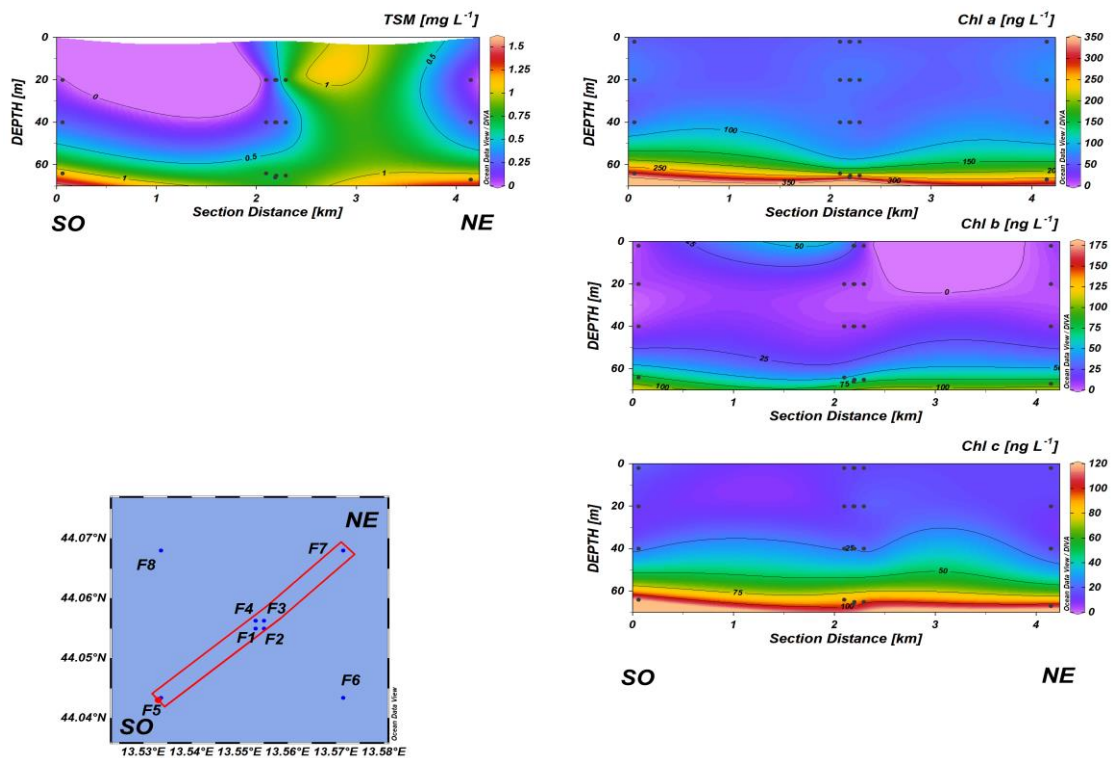


Fig. 3.30b - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L^{-1} . **Luglio 2022**.

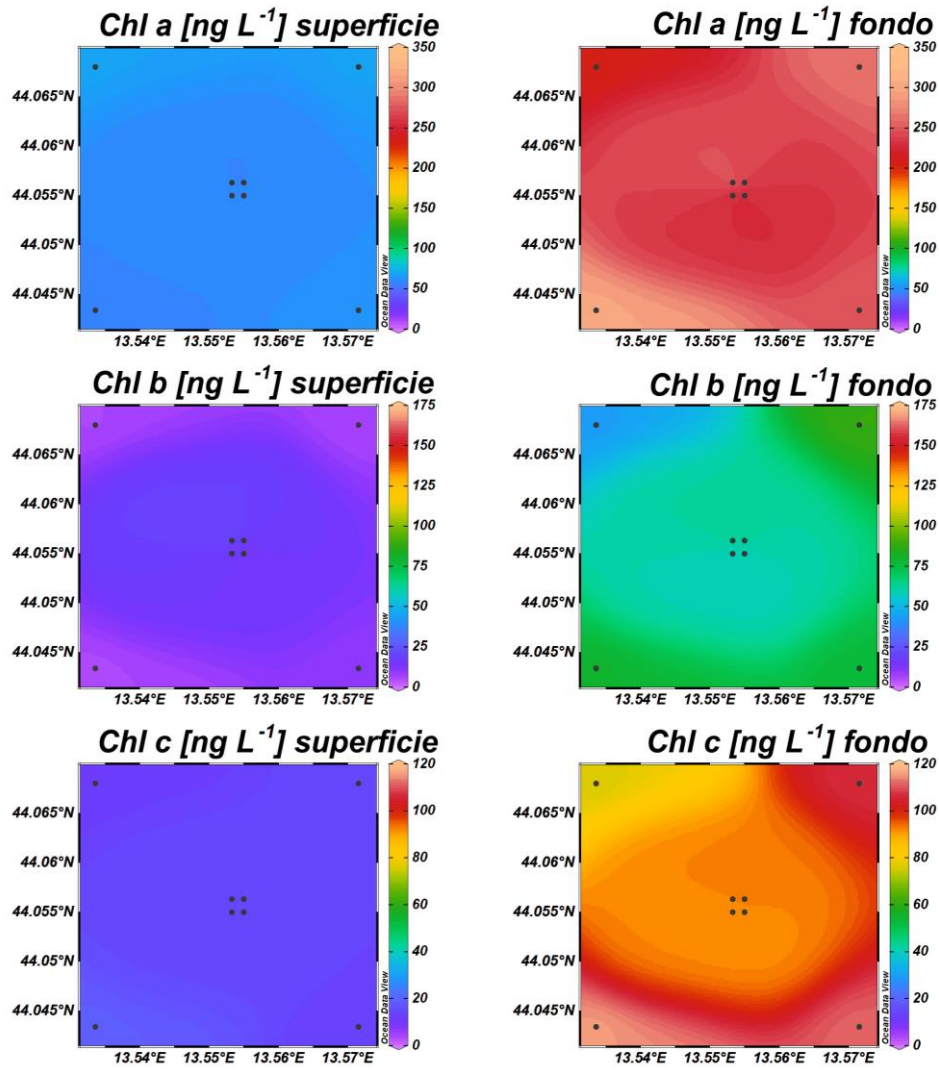


Fig. 3.31 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng L^{-1} . **Luglio 2022.**

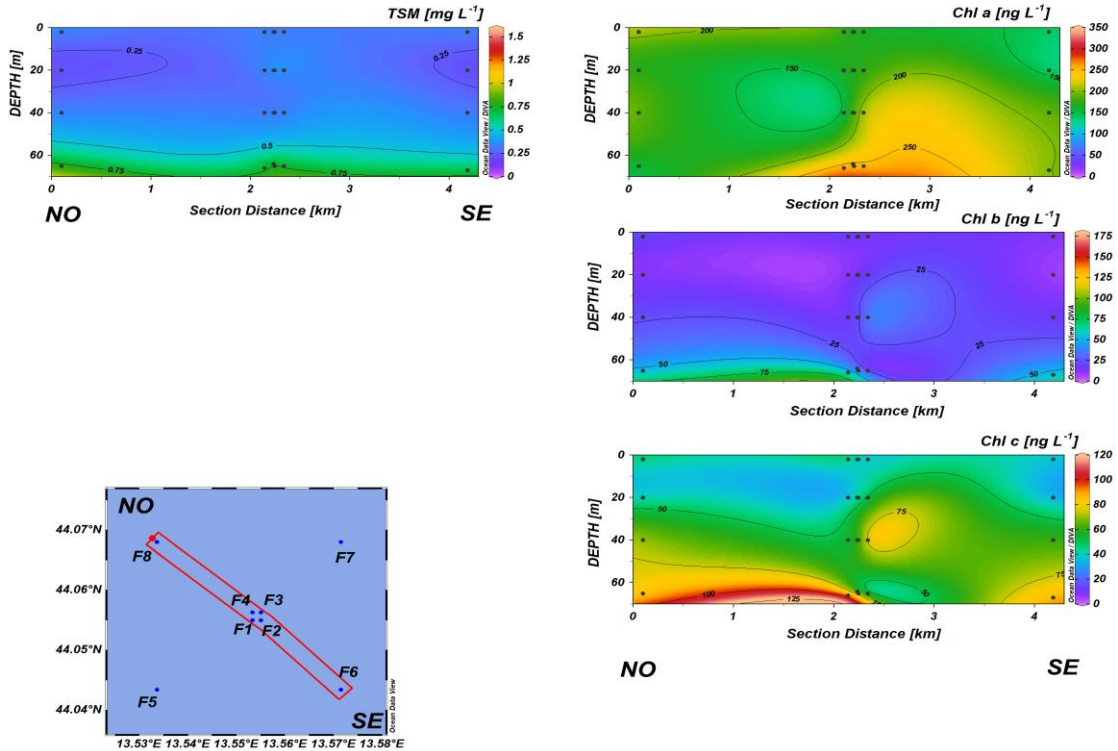


Fig. 3.32a - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L^{-1} . **Novembre 2022.**

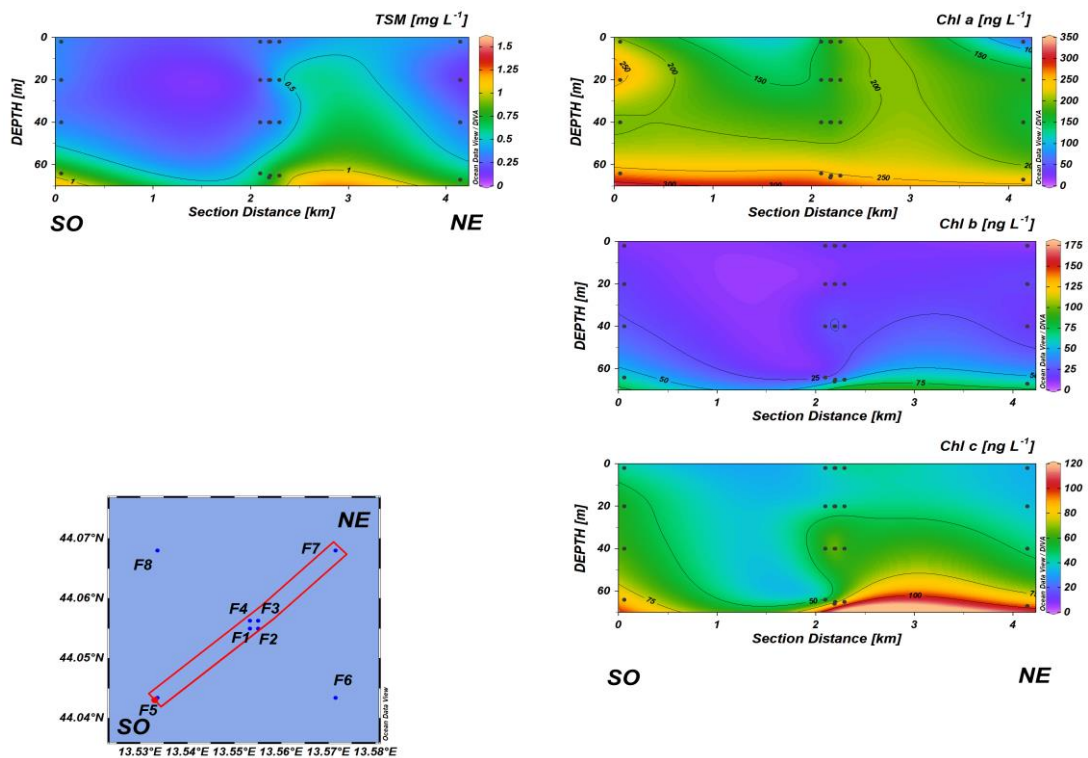


Fig. 3.32b - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L^{-1} . **Novembre 2022.**

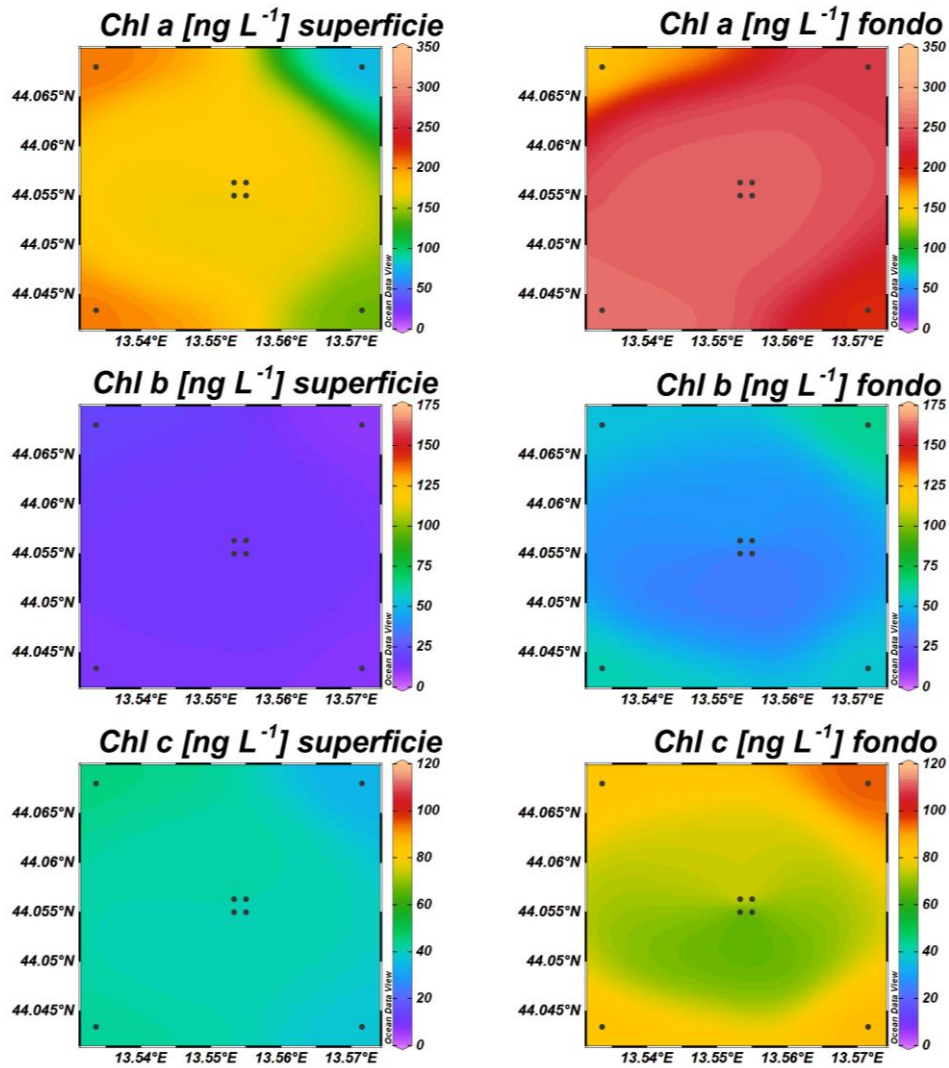


Fig. 3.33 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng L⁻¹. **Novembre 2022.**

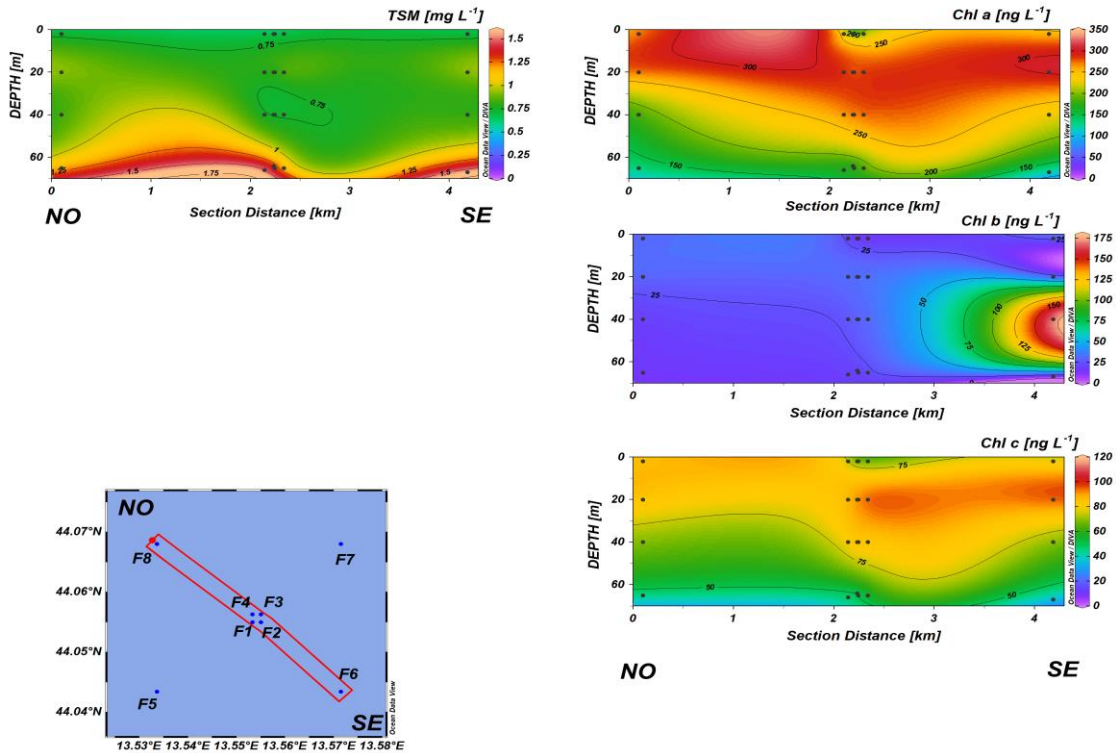


Fig. 3.34a - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L^{-1} . **Dicembre 2022.**

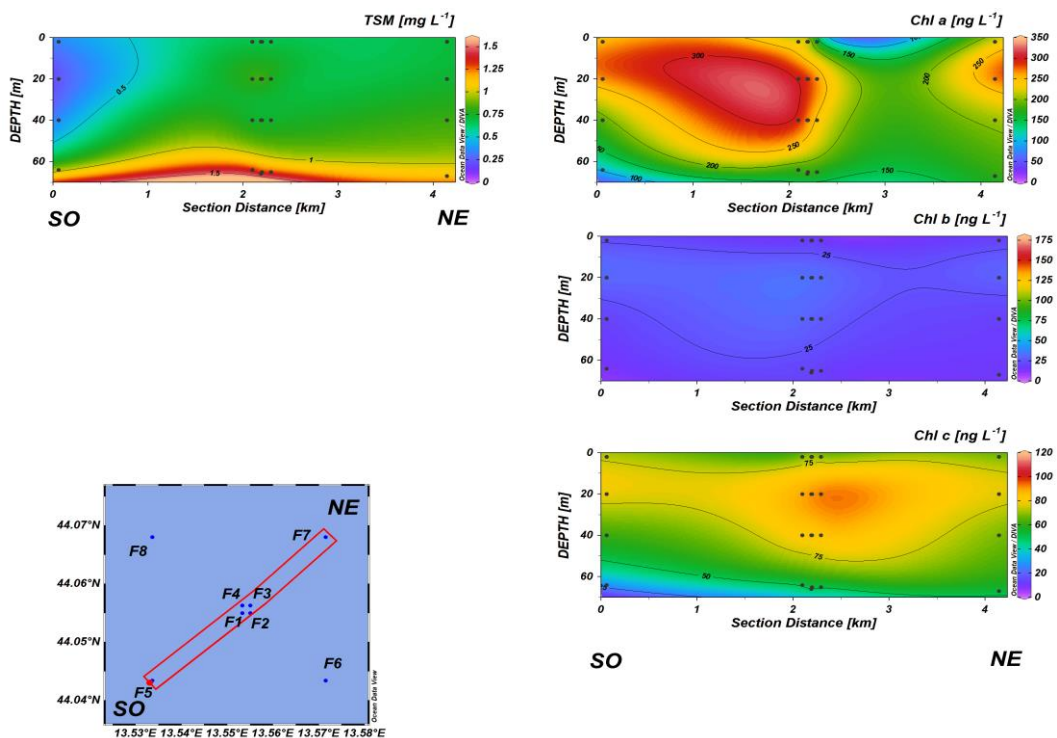


Fig. 3.34b - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L^{-1} , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L^{-1} . **Dicembre 2022.**

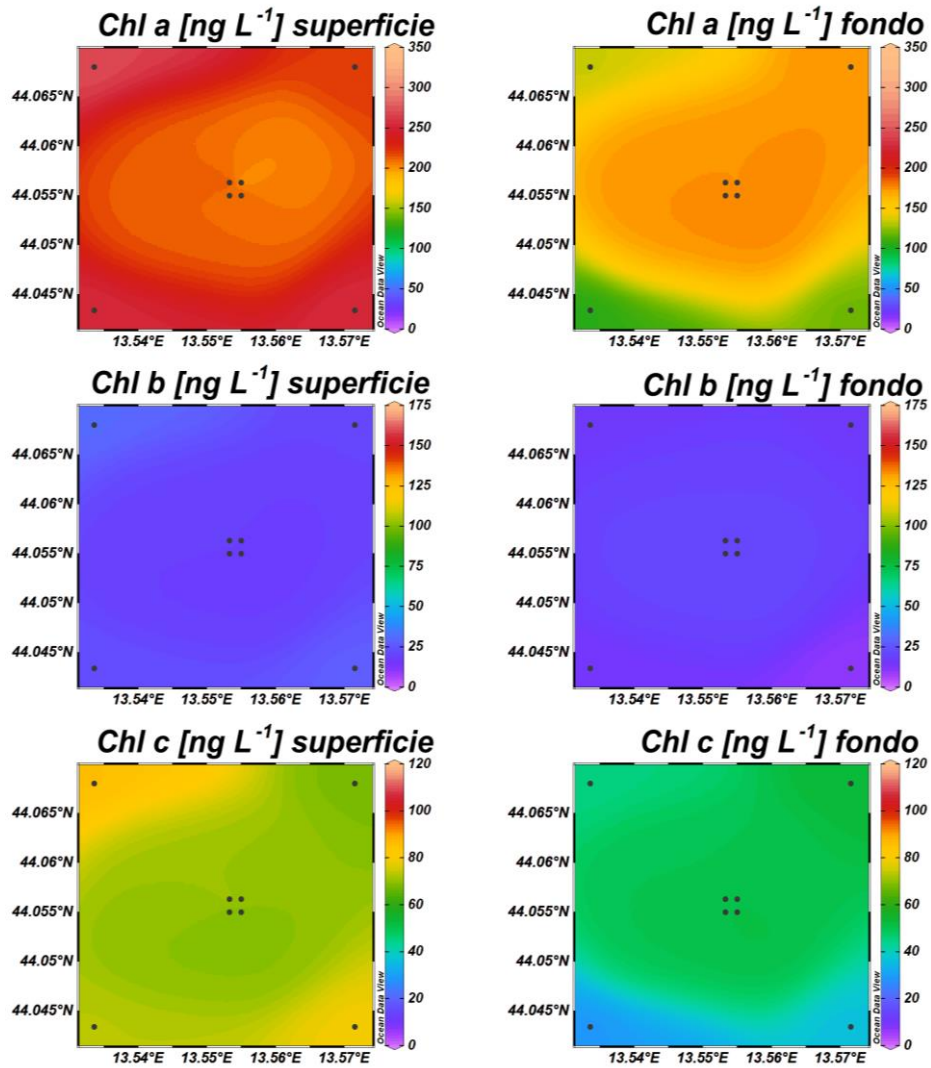


Fig. 3.35 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng L⁻¹. **Dicembre 2022.**

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 risultate sempre inferiori al limite di quantificazione del metodo analitico, come mostrato in Tab. 3-I.

Tab. 3-I - Concentrazioni ($\mu\text{g L}^{-1}$) di Idrocarburi Totali (n-esano) misurate nei cinque surveys condotti nel 2022.

Stazione	Idrocarburi Totali (n-esano)				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
F1 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F1 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F1 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F1 fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F2 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F2 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F2 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F2 fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F3 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F3 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F3 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F3 fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F4 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F4 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F4 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F4 fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F5 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F5 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F5 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F5 fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F6 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F6 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F6 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F6 fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F7 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F7 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F7 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F7 fondo	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F8 sup	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F8 20 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F8 40 m	< 31	< 31	< 31	< 31	< 31
F8 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
F1 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F1 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F1 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F1 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F2 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F2 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F2 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F2 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F3 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F3 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F3 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F3 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F4 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F4 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F4 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F4 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F5 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F5 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F5 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F5 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F6 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F6 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F6 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F6 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F7 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F7 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F7 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F7 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F8 sup	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F8 20 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F8 40 m	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23
F8 fondo	< 23	< 23	< 23	< 23	< 23

Le concentrazioni degli **IPA** (Tab. 3-IIIa) sono risultate piuttosto contenute e quantificate su un numero di campioni inferiore al 50% del totale. In particolare, a luglio i campioni utili sono stati 2 nell'area vicino alla piattaforma, F2 a 20m di profondità ($0,00058 \mu\text{g L}^{-1}$) e F4 in superficie ($0,00071 \mu\text{g L}^{-1}$), e 5 nell'area di controllo (range $0,00057$ e $0,00149 \mu\text{g L}^{-1}$). A novembre sono stati quantificati solamente 4 campioni, nel range globale di $0,0006 - 0,00221 \mu\text{g L}^{-1}$ (massimo in F3 superficie), di cui solo uno nell'area di controllo. A dicembre i campioni quantificabili sono stati 3 nell'area F1-F4 (media $0,00092 \pm 0,00041 \mu\text{g L}^{-1}$) e 5



nella area F5-F8 (media $0,00134 \pm 0,00154 \mu\text{g L}^{-1}$). 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 surveys condotti nel 2022.

IROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (Σ 16 IPA)					
Stazione	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
F1 sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	0,00063
F1 20 m	<0,0028	0,00071	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F1 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F1 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	0,00060	<0,0028
F2 sup	<0,0028	0,0009	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F2 20 m	0,000186	<0,0028	0,0006	<0,0028	0,00139
F2 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F2 fondo	0,000208	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F3 sup	0,0065	<0,0028	<0,0028	0,00221	<0,0028
F3 20 m	0,00086	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F3 40 m	0,00056	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F3 fondo	0,000237	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F4 sup	0,0108	<0,0028	0,00071	0,00031	<0,0028
F4 20 m	0,00046	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F4 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	0,00075
F4 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F5 sup	<0,0028	<0,0028	0,00142	<0,0028	0,00065
F5 20 m	0,0115	<0,0028	<0,0028	<0,0028	0,00063
F5 40 m	0,00147	<0,0028	0,00148	<0,0028	0,00068
F5 fondo	<0,0028	<0,0028	0,0006	<0,0028	0,0041
F6 sup	<0,0028	<0,0028	0,00149	<0,0028	<0,0028
F6 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	0,00063
F6 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F6 fondo	0,00120	<0,0028	0,00133	<0,0028	<0,0028
F7 sup	<0,0028	0,00071	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F7 20 m	<0,0028	0,00066	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F7 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F7 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F8 sup	<0,0028	0,0006	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F8 20 m	0,00063	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028
F8 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	0,00114	<0,0028
F8 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,0028

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

Stazione	Benzo(a)pirene				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
F1 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F1 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F1 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F1 fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F2 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F2 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F2 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F2 fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F3 sup	0,00036	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F3 20 m	0,00047	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F3 40 m	0,00030	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F3 fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F4 sup	0,00052	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F4 20 m	0,00046	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F4 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F4 fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F5 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F5 20 m	0,00097	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F5 40 m	0,00046	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F5 fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F6 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F6 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F6 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F6 fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F7 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F7 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F7 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F7 fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F8 sup	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F8 20 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F8 40 m	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140
F8 fondo	<0,00014	<0,000140	<0,000140	<0,000140	<0,000140

I valori misurati per i **Solventi Organici Aromatici** (BTEX) sono riportati in Tab. 3-IV. Solo nel 30% dei campioni campionati nel secondo semestre, è stato possibile quantificare la concentrazione di **benzene** in tracce e con valori prossimi al limite di rilevabilità, nei restanti campioni è risultato inferiore al limite di rilevabilità strumentale. La concentrazione maggiore di benzene è stata riscontrata nei mesi di luglio (tra 0,011 e 0,0237 $\mu\text{g L}^{-1}$) e novembre (tra 0,0103 e 0,0232 $\mu\text{g L}^{-1}$), non sono risultate differenze significative tra le



stazioni vicine alla piattaforma ed i controlli. Nel mese di dicembre tutti i valori sono sempre risultati inferiori al limite di rilevabilità del metodo analitico.

L'**etilbenzene** è stato rilevato solo su 16 dei campioni analizzati durante il secondo semestre di monitoraggio. A luglio le concentrazioni sono risultate sempre inferiori al limite di rilevabilità ad eccezione della stazione F3 al fondo ($0,0192 \mu\text{g L}^{-1}$). A novembre sono stati rilevati solo 4 valori (media $0,0390 \pm 0,0151 \mu\text{g L}^{-1}$), mentre a dicembre il range di concentrazione degli 11 campioni rilevati, è stato di $0,011 - 0,0159 \mu\text{g L}^{-1}$ nelle stazioni F1-F4, e di $0,0130 - 0,0153 \mu\text{g L}^{-1}$ nelle stazioni F5-F8.

Nel mese dicembre non è stato quantificato alcun valore di **stirene**, mentre, a luglio è stato rilevato in soli 4 campioni (range $0,0104 - 0,051 \mu\text{g L}^{-1}$, massimo in F3 al fondo). Nel mese di novembre è stato rilevato in quasi tutti i campioni e le medie dei due gruppi di stazioni F1-F4: $0,0338 \pm 0,0744 \mu\text{g L}^{-1}$ e F5-F8: $0,1317 \pm 0,2459 \mu\text{g L}^{-1}$ hanno indicato concentrazioni più elevate nelle stazioni di controllo.

Il **toluene** ha mostrato valori inferiori al limite di rilevabilità in quasi tutti i campioni analizzati ad eccezione del mese di novembre in cui è stato quantificato in 3 campioni: alla quota superficiale di F4 ($0,053 \mu\text{g L}^{-1}$) e alla quota di 20 m nelle stazioni F5 ($0,085 \mu\text{g L}^{-1}$) ed F8 ($0,141 \mu\text{g L}^{-1}$).

A luglio e dicembre è stata rilevata la presenza di **xilene** in un solo campione, rispettivamente: $0,036 \mu\text{g L}^{-1}$ in F3 al fondo e $0,0203 \mu\text{g L}^{-1}$ in F7 a 40 m di profondità. In novembre lo **xilene** è stato evidenziato in 3 campioni con valori compresi nel range di $0,216 - 0,099 \mu\text{g L}^{-1}$.

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
F1 sup	<0,010	<0,010	<0,010	0,0167	<0,010	0,0127	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F1 20 m	<0,010	0,0125	0,0137	0,0172	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F1 40 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0149	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F1 fondo	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0133	<0,010	<0,010	<0,010	0,0159
F2 sup	<0,010	<0,010	<0,010	0,0143	<0,010	0,137	<0,010	<0,010	<0,010	0,0122
F2 20 m	<0,010	<0,010	0,0142	0,0160	<0,010	0,0107	<0,010	<0,010	<0,010	0,0112
F2 40 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0116	<0,010	<0,010	<0,010	0,0112
F2 fondo	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0131	<0,010	<0,010	<0,010	0,0115
F3 sup	0,0124	<0,010	<0,010	0,0134	<0,010	0,0162	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F3 20 m	<0,010	0,0124	0,0126	0,0145	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F3 40 m	0,0129	<0,010	<0,010	0,0103	<0,010	0,0113	<0,010	<0,010	<0,010	0,0113
F3 fondo	0,0122	<0,010	0,0237	<0,010	<0,010	0,0195	<0,010	0,0192	<0,010	<0,010
F4 sup	0,0111	<0,010	<0,010	0,0202	<0,010	0,0149	<0,010	<0,010	0,041	<0,010
F4 20 m	0,0104	0,0121	0,0133	0,0164	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0110
F4 40 m	0,0108	<0,010	<0,010	0,0111	<0,010	0,0136	<0,010	<0,010	<0,010	0,0110
F4 fondo	0,0111	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F5 sup	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F5 20 m	<0,010	<0,010	0,0115	0,0154	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,043	<0,010
F5 40 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F5 fondo	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0119	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F6 sup	<0,010	<0,010	<0,010	0,0168	<0,010	0,0302	<0,010	<0,010	0,0181	<0,010
F6 20 m	<0,010	<0,010	0,0119	0,0185	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F6 40 m	<0,010	<0,010	<0,010	0,0123	<0,010	0,0118	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F6 fondo	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F7 sup	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F7 20 m	<0,010	<0,010	0,0110	<0,010	<0,010	0,0141	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F7 40 m	0,0117	0,0154	<0,010	<0,010	<0,010	0,0223	<0,010	<0,010	<0,010	0,0153
F7 fondo	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F8 sup	0,88	<0,010	<0,010	0,0142	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0135
F8 20 m	0,47	<0,010	0,0169	0,0232	<0,010	0,0140	<0,010	<0,010	0,054	<0,010
F8 40 m	0,0116	<0,010	<0,010	0,0112	<0,010	0,0115	<0,010	<0,010	<0,010	0,0130
F8 fondo	0,0111	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0103	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010



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
F1 sup	0,088	<0,010	<0,010	0,0127	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F1 20 m	0,066	<0,010	<0,010	0,0124	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F1 40 m	0,078	<0,010	<0,010	0,0113	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F1 fondo	0,081	<0,010	<0,010	0,0148	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F2 sup	0,148	<0,010	<0,010	0,0144	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F2 20 m	0,068	<0,010	<0,010	0,0123	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F2 40 m	0,086	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F2 fondo	0,072	<0,010	0,0112	<0,010	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F3 sup	0,098	<0,010	<0,010	0,0109	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F3 20 m	0,086	<0,010	<0,010	0,0178	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F3 40 m	0,093	<0,010	<0,010	0,0129	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F3 fondo	0,102	<0,010	0,051	0,0159	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F4 sup	0,102	<0,010	0,0125	0,292	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	0,053	<0,050
F4 20 m	0,079	<0,010	<0,010	0,0207	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F4 40 m	0,088	<0,010	<0,010	0,0111	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F4 fondo	0,087	<0,010	<0,010	0,0135	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F5 sup	0,056	<0,010	<0,010	0,0139	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F5 20 m	0,060	<0,010	<0,010	0,49	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	0,085	<0,050
F5 40 m	0,0197	<0,010	0,0104	0,0238	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F5 fondo	0,069	<0,010	<0,010	0,0132	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F6 sup	0,055	<0,010	<0,010	0,145	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F6 20 m	0,067	<0,010	<0,010	0,041	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F6 40 m	0,066	<0,010	<0,010	0,0146	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F6 fondo	0,057	<0,010	<0,010	0,0110	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F7 sup	0,066	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F7 20 m	0,058	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F7 40 m	0,072	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F7 fondo	0,069	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F8 sup	0,051	<0,010	<0,010	0,0151	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F8 20 m	0,068	<0,010	<0,010	0,78	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	0,141	<0,050
F8 40 m	0,070	<0,010	<0,010	0,0210	<0,010	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
F8 fondo	0,060	<0,010	<0,010	0,0121	<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).

	Xilene				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
F1 sup	0,034	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F1 20 m	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F1 40 m	0,041	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F1 Fondo	0,038	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F2 sup	0,35	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F2 20 m	0,027	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F2 40 m	0,031	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F2 Fondo	0,048	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F3 sup	0,046	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F3 20 m	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F3 40 m	0,027	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F3 Fondo	0,054	<0,020	0,036	<0,020	<0,020
F4 sup	0,048	<0,020	<0,020	0,078	<0,020
F4 20 m	0,028	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F4 40 m	0,037	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F4 Fondo	0,023	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F5 sup	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F5 20 m	<0,020	<0,020	<0,020	0,081	<0,020
F5 40 m	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F5 Fondo	0,032	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F6 sup	0,062	<0,020	<0,020	0,0216	<0,020
F6 20 m	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F6 40 m	0,033	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F6 Fondo	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F7 sup	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F7 20 m	0,049	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F7 40 m	0,086	<0,020	<0,020	<0,020	0,0203
F7 Fondo	0,025	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F8 sup	0,025	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F8 20 m	0,040	<0,020	<0,020	0,099	<0,020
F8 40 m	0,032	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
F8 Fondo	0,026	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020

3.1.5. GLICOLE ETILENICO

Il **Glicole Etilenico** è sempre risultato inferiore al limite di rilevabilità strumentale ovunque in 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
F1 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F1 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F1 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F1 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F2 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F2 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F2 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F2 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F3 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F3 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F3 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F3 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F4 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F4 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F4 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F4 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F5 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F5 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F5 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F5 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F6 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F6 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F6 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F6 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F7 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F7 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F7 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F7 fondo	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F8 sup	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F8 20 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F8 40 m	<2,2	<2,2	<1,5	<1,5	<1,5
F8 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 – I valori di alluminio a novembre sono stati rilevati in tutti i campioni in un range di concentrazione di 0,21-1,46 $\mu\text{g L}^{-1}$ (massimo, F2 superficie), mentre per le campagne di luglio e dicembre, ad eccezione del campione osservato a dicembre nella stazione di controllo F7 al fondo (54 $\mu\text{g L}^{-1}$), i valori delle concentrazioni sono risultati sempre inferiori al limite di rilevabilità.

Arsenico - I valori di concentrazione registrati per l'arsenico sono risultati omogenei dal punto di vista geografico. Nel mese di luglio i valori sono risultati piuttosto contenuti (range 0,12-0,16 $\mu\text{g L}^{-1}$), a novembre i valori sono risultati sempre inferiori al limite di rilevabilità, mentre a dicembre è stato osservato un incremento dei valori ($2,23 \pm 0,26 \mu\text{g L}^{-1}$) omogeneo tra i due gruppi di stazioni F1-F4 e F5-F8.

Bario - Il bario ha mostrato un'accentuata omogeneità spaziale. Nei mesi di luglio e novembre i valori sono variati in un range di 0,01-1,06 $\mu\text{g L}^{-1}$ con una media di $0,81 \pm 0,15 \mu\text{g L}^{-1}$ in luglio e di $0,13 \pm 0,05 \mu\text{g L}^{-1}$ in novembre; nonostante l'aumento delle concentrazioni osservato a dicembre (media $12,27 \pm 1,02 \mu\text{g L}^{-1}$) non si osserva differenze tra le stazioni vicine e quelle lontane dalla piattaforma.

Cadmio - Le concentrazioni di cadmio sono sempre risultate inferiori ai limiti di rilevabilità del metodo analitico in tutto l'anno di monitoraggio.

Cromo – Anche durante il secondo semestre il cromo è risultato sempre al di sotto del limite di quantificazione, fatta eccezione per il campione superficiale nella stazione F4 a dicembre ($7.5 \mu\text{g L}^{-1}$).



Ferro - Le concentrazioni di ferro nel mese di luglio sono risultate prossime o inferiori ai limiti di rilevabilità (media $5,35 \pm 0,275 \mu\text{g L}^{-1}$), nel mese di novembre sono risultate sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale. A dicembre le concentrazioni nelle stazioni più vicine alla piattaforma sono variate nel range $5,6 - 20,3 \mu\text{g L}^{-1}$ e i valori più elevati hanno caratterizzato le quote di fondo, mentre nelle stazioni di controllo i valori sono risultati più elevati ($21,24 \pm 8,36 \mu\text{g L}^{-1}$).

Mercurio - Il mercurio è risultato inferiore ai limiti di quantificazione in tutti i campioni nei mesi di luglio e novembre, a dicembre nonostante sia stato rilevato in tutti i campioni e il valore più elevato sia stato misurato al fondo della stazione F4, mediamente non si rilevano differenze significative tra i due gruppi di stazioni (F1-F4 e F5-F8).

Nichel - Nel mese di luglio il nichel è stato registrato in tutti i campioni, e fatta eccezione per il valore più elevato (F1, fondo: $1,04 \mu\text{g L}^{-1}$) non si sono osservate differenze tra le stazioni prossime alla piattaforma (media $0,16 \pm 0,04 \mu\text{g L}^{-1}$) e quelle di controllo (media $0,15 \pm 0,02 \mu\text{g L}^{-1}$). Nei mesi di novembre e dicembre i valori sono risultati sempre inferiori al limite di quantificazione, eccetto che per la quota a 20 m della stazione F7 a novembre ($0,18 \mu\text{g L}^{-1}$).

Piombo - Nei mesi di luglio e novembre le concentrazioni di piombo sono risultate sempre inferiori ai limiti di rilevabilità. A dicembre nelle stazioni prossime alla piattaforma è stato rilevato un solo valore ($0,19 \mu\text{g L}^{-1}$) superiore al LR, mentre nelle stazioni di controllo le concentrazioni, quando rilevate, sono variate tra $0,18$ e $0,73 \mu\text{g L}^{-1}$.

Rame - Se si esclude il picco isolato, probabilmente uno spike (F6, superficie: $6,24 \mu\text{g L}^{-1}$) osservato in novembre, le concentrazioni in luglio e novembre sono risultate piuttosto modeste (range $< \text{LR} - 0,41 \mu\text{g L}^{-1}$) e uniformi nell'intera area d'indagine. A dicembre sono stati rilevate concentrazioni superiori al limite di quantificazione solamente nelle stazioni di controllo (media, $1,50 \pm 0,75 \mu\text{g L}^{-1}$).

Vanadio - Valori piuttosto omogenei lungo l'area di campionamento sono stati rilevati in luglio (media, $0,29 \pm 0,03 \mu\text{g L}^{-1}$) e, mediamente più elevati, in dicembre ($3,50 \pm 0,26 \mu\text{g L}^{-1}$). Diversamente a novembre i valori sono risultati tutti inferiori al limite di rilevabilità.

Zinco - Fatta eccezione per un valore (F1, fondo: $0,16 \mu\text{g L}^{-1}$) nel mese di luglio le concentrazioni sono risultate sempre inferiori al limite di rilevabilità. A novembre le concentrazioni sono risultate contenute ($0,23 \pm 0,10 \mu\text{g L}^{-1}$) e omogenee nell'area di



monitoraggio, mentre a dicembre, quando rilevati, i valori sono risultati più elevati, nel range compreso tra 2,6 e 15,00 $\mu\text{g L}^{-1}$ con il massimo in F5 in superficie.

Indio- Concentrazioni inferiori al limite di variabilità hanno caratterizzato i mesi di luglio e novembre, mentre a dicembre i valori sono risultati mediamente lievemente più elevati nell'area prossima alla piattaforma ($0,24 \pm 0,16 \mu\text{g L}^{-1}$) rispetto a quella di controllo ($0,10 \pm 0,02 \mu\text{g L}^{-1}$).

Silicio- Le concentrazioni del silicio sono risultate geograficamente omogeneamente distribuite sia a luglio (media $0,16 \pm 0,06 \mu\text{g L}^{-1}$) che a novembre (media, $0,11 \pm 0,07 \mu\text{g L}^{-1}$), mentre a dicembre sono risultate sempre inferiori al limite di rilevabilità.



Tab. 3- VI - Concentrazioni ($\mu\text{g L}^{-1}$; Si in mg L^{-1}) di Metalli Pesanti registrate nel corso dei surveys condotti nel 2022.

Stazione	Alluminio (Al)					Arsenico (As)					Bario (Ba)				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
F1 sup	5,2	1,3	<0,10	0,98	<6,8	1,8	0,154	0,14	<0,10	2,32	10	1,2	0,77	0,109	14
F1 20 m	9,9	<0,10	<0,10	0,79	<6,8	1,8	0,179	0,154	<0,10	1,96	9,1	1,19	0,8	<0,10	9,7
F1 40 m	4,6	<0,10	<0,10	0,90	<6,8	1,8	0,14	0,138	<0,10	2,29	8,6	1,05	0,86	<0,10	13
F1 fondo	9,4	<0,10	<0,10	0,539	<6,8	1,8	0,175	0,162	<0,10	1,90	9,2	0,86	1,06	0,120	12
F2 sup	7,2	<0,10	<0,10	1,46	<6,8	1,7	0,167	0,133	<0,10	2,09	9,5	0,98	0,89	0,116	12
F2 20 m	6,2	<0,10	<0,10	0,268	<6,8	1,8	0,177	0,152	<0,10	2,17	9,0	1,05	0,76	0,120	12
F2 40 m	10	<0,10	<0,10	0,206	<6,8	1,9	0,173	0,144	<0,10	2,61	10	1,29	0,89	<0,10	12
F2 fondo	3,1	<0,10	<0,10	0,406	<6,8	1,5	0,172	0,134	<0,10	2,36	9,6	1,2	0,92	0,117	14
F3 sup	4,5	<0,10	<0,10	0,337	<6,8	1,8	0,191	0,145	<0,10	2,16	8,6	0,92	0,83	0,111	14
F3 20 m	8,8	<0,10	<0,10	0,537	<6,8	1,8	0,186	0,158	<0,10	2,47	8,6	0,99	0,75	0,127	12
F3 40 m	5,5	<0,10	<0,10	0,491	<6,8	1,7	0,181	0,151	<0,10	2,55	8,8	1,03	0,81	<0,10	12
F3 fondo	7,0	<0,10	<0,10	0,373	<6,8	1,9	0,177	0,145	<0,10	2,29	8,3	0,93	0,95	0,120	12
F4 sup	12	<0,10	<0,10	0,502	<6,8	1,7	0,169	0,146	<0,10	2,26	8,7	0,93	0,8	0,126	12
F4 20 m	7,1	<0,10	<0,10	0,257	<6,8	1,6	0,186	0,155	<0,10	2,81	8,9	1,2	0,8	<0,10	12
F4 40 m	11	2,18	<0,10	0,540	<6,8	1,7	0,198	0,147	<0,10	2,38	9,2	1,18	0,8	0,106	12
F4 fondo	5,6	0,2	<0,10	0,482	<6,8	1,8	0,165	0,138	<0,10	2,38	9,1	1,05	0,89	0,107	13
F5 sup	2,3	<0,10	<0,10	0,305	<6,8	1,7	0,148	0,131	<0,10	1,86	8,8	0,96	0,78	<0,10	13
F5 20 m	5,0	<0,10	<0,10	0,254	<6,8	1,6	0,18	0,150	<0,10	2,06	8,9	1,31	0,81	0,107	11
F5 40 m	3,0	<0,10	<0,10	0,262	<6,8	1,8	0,192	0,161	<0,10	2,23	9,1	0,96	0,80	0,109	12
F5 fondo	4,0	<0,10	<0,10	0,484	<6,8	1,8	0,173	0,156	<0,10	1,88	9,0	0,95	0,88	0,103	11
F6 sup	3,4	1,62	<0,10	0,321	<6,8	1,7	0,165	0,122	<0,10	2,11	9,7	1,09	0,81	0,340	13
F6 20 m	5,1	0,97	<0,10	0,237	<6,8	1,8	0,21	0,119	<0,10	2,43	9,8	1,11	0,72	<0,10	13
F6 40 m	6,9	<0,10	<0,10	0,231	<6,8	1,6	0,158	0,126	<0,10	2,02	9,3	1,05	0,75	<0,10	11
F6 fondo	34	<0,10	<0,10	0,287	<6,8	1,9	0,164	0,150	<0,10	2,27	9,8	1,02	0,095	0,163	13
F7 sup	53	<0,10	<0,10	0,375	<6,8	1,8	0,194	0,129	<0,10	2,08	9,6	1,17	0,81	0,111	11
F7 20 m	5,0	0,145	<0,10	0,83	<6,8	1,8	0,151	0,130	<0,10	2,18	9,5	1,18	0,681	0,101	13
F7 40 m	5,0	4,69	<0,10	0,341	<6,8	1,7	0,168	0,167	<0,10	1,94	8,8	1,24	0,89	<0,10	12
F7 fondo	5,8	3,47	<0,10	0,398	54	1,8	0,139	0,160	<0,10	1,97	9,6	0,99	0,97	0,129	14
F8 sup	4,9	<0,10	<0,10	0,68	<6,8	1,7	0,169	0,138	<0,10	2,51	8,6	0,89	0,75	0,100	12
F8 20 m	5,0	<0,10	<0,10	0,271	<6,8	1,7	0,197	0,139	<0,10	2,77	8,5	1,12	0,93	<0,10	11
F8 40 m	6,6	0,262	<0,10	0,255	<6,8	1,7	0,137	0,131	<0,10	2,36	12	1,09	0,85	0,107	12
F8 fondo	15	<0,10	<0,10	0,473	<6,8	1,7	0,14	0,145	<0,10	1,80	9,3	0,97	0,94	0,101	13

Tab. 3-VI – Continua.

Stazione	Cadmio (Cd)					Cromo totale					Ferro (Fe)				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
F1 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,6	5,35	<5,0	5,6
F1 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	5,14	<5,0	<4,9
F1 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,44	5,11	<5,0	<4,9
F1 fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,5	5,38	<5,0	20,3
F2 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	1,7	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,2	5,46	<5,0	6,7
F2 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	0,49	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,8	<5,0	<5,0	8,1
F2 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	4,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,5	5,6	<5,0	9,8
F2 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	<5,0	<5,0	14
F3 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,4	5,14	<5,0	6,7
F3 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,8	5,34	<5,0	<4,9
F3 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	5,34	<5,0	<4,9
F3 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	5,4	<5,0	9,6
F4 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	7,5	<5,0	7,1	5,43	<5,0	6,4
F4 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,7	5,9	<5,0	<4,9
F4 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	5,37	<5,0	<4,9
F4 fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,4	5,23	<5,0	15
F5 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,4	<5,0	<5,0	26,3
F5 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,8	5,25	<5,0	21,0
F5 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	30,5
F5 fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,3	5,24	<5,0	38,2
F6 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	5,06	<5,0	19
F6 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	7,1	<5,0	<5,0	24,4
F6 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,5	<5,0	<5,0	18
F6 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	<5,0	<5,0	36,4
F7 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	5,01	<5,0	14
F7 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	<5,0	<5,0	21,1
F7 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	6,1	<5,0	18
F7 fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,9	5,1	<5,0	21,6
F8 sup	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,6	5,09	<5,0	13
F8 20 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,1	5,7	<5,0	7,4
F8 40 m	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	5,8	<5,0	<5,0	14
F8 fondo	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,16	0,12	<0,10	<0,10	<0,10	<0,22	<5,0	6,3	<5,0	<5,0	17



Tab. 3- VI- Continua.

Stazione	Mercurio (Hg)					Nichel (Ni)					Piombo (Pb)				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
F1 sup	<0,05	<0,10	<0,050	<0,050	0,100	<0,10	0,193	0,161	<0,10	<0,14	0,32	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F1 20 m	0,06	<0,050	<0,050	<0,050	0,09	<0,10	0,188	0,16	<0,10	<0,14	0,31	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F1 40 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,160	<0,10	0,245	0,17	<0,10	<0,14	0,21	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F1 fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,176	<0,10	0,273	1,04	<0,10	<0,14	0,21	<0,10	<0,10	<0,10	0,19
F2 sup	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,160	<0,10	0,205	0,274	<0,10	<0,14	0,36	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F2 20 m	0,21	<0,050	<0,050	<0,050	0,178	<0,10	0,275	0,189	<0,10	<0,14	0,41	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F2 40 m	0,38	<0,050	<0,050	<0,050	0,192	<0,10	0,266	0,139	<0,10	<0,14	0,85	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F2 fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,479	<0,10	0,198	0,153	<0,10	<0,14	0,26	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F3 sup	0,06	<0,050	<0,050	<0,050	0,172	<0,10	0,271	0,177	<0,10	<0,14	0,22	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F3 20 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,136	<0,10	0,216	0,128	<0,10	<0,14	0,29	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F3 40 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,130	<0,10	0,234	0,118	<0,10	<0,14	0,34	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F3 fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,134	<0,10	0,406	0,129	<0,10	<0,14	0,24	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F4 sup	0,09	<0,050	<0,050	<0,050	0,217	<0,10	0,244	0,156	<0,10	<0,14	0,26	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F4 20 m	0,06	<0,050	<0,050	<0,050	0,176	<0,10	0,209	0,132	<0,10	<0,14	0,44	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F4 40 m	0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,213	<0,10	0,224	0,133	<0,10	<0,14	0,28	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F4 fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,08	<0,10	0,25	0,114	<0,10	<0,14	0,22	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F5 sup	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,149	<0,10	0,253	0,135	<0,10	<0,14	0,25	<0,10	<0,10	<0,10	0,61
F5 20 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,188	<0,10	0,288	0,152	<0,10	<0,14	0,22	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F5 40 m	0,07	<0,050	<0,050	<0,050	0,231	<0,10	0,223	0,157	<0,10	<0,14	0,20	<0,10	<0,10	<0,10	0,24
F5 fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,237	<0,10	0,217	0,133	<0,10	<0,14	0,22	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F6 sup	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,237	<0,10	0,314	0,157	<0,10	<0,14	0,24	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F6 20 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,136	<0,10	0,233	0,120	<0,10	<0,14	0,23	<0,10	<0,10	<0,10	0,73
F6 40 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,110	<0,10	0,192	0,176	<0,10	<0,14	0,40	<0,10	<0,10	<0,10	0,48
F6 fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,110	<0,10	0,31	0,105	<0,10	<0,14	0,21	<0,10	<0,10	<0,10	0,22
F7 sup	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,105	<0,10	0,351	0,149	<0,10	<0,14	0,34	<0,10	<0,10	<0,10	0,39
F7 20 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,205	<0,10	0,307	0,133	0,175	<0,14	0,30	<0,10	<0,10	<0,10	0,56
F7 40 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,171	<0,10	0,368	0,180	<0,10	<0,14	0,42	<0,10	<0,10	<0,10	0,18
F7 fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,146	<0,10	0,286	0,161	<0,10	<0,14	0,33	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F8 sup	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,152	<0,10	0,256	0,157	<0,10	<0,14	0,34	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F8 20 m	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,110	<0,10	0,284	0,183	<0,10	<0,14	0,23	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F8 40 m	0,09	<0,050	<0,050	<0,050	0,201	<0,10	0,282	0,166	<0,10	<0,14	0,41	<0,10	<0,10	<0,10	<0,14
F8 fondo	<0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,157	<0,10	0,272	0,156	<0,10	<0,14	0,25	<0,10	<0,10	<0,10	0,31



Tab. 3-VI- Continua.

Stazione	Rame (Cu)					Vanadio (V)					Zinco (Zn)				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
F1 sup	0,75	<0,10	<0,10	<0,10	<0,51	1,7	0,206	0,305	<0,10	3,3	4,9	<0,10	<0,10	0,295	3,3
F1 20 m	0,74	<0,10	0,1	<0,10	<0,51	1,6	0,349	0,268	<0,10	3,7	5,1	<0,10	<0,10	0,258	<2,4
F1 40 m	0,67	0,122	0,165	<0,10	<0,51	1,6	0,329	0,268	<0,10	3,7	<0,10	<0,10	<0,10	0,166	2,8
F1 fondo	0,74	0,108	0,345	<0,10	<0,51	1,6	0,38	0,297	<0,10	3,7	0,72	<0,10	0,16	0,104	<2,4
F2 sup	0,71	0,11	0,339	<0,10	<0,51	1,5	0,345	0,249	<0,10	3,5	14	<0,10	<0,10	0,155	<2,4
F2 20 m	0,76	0,148	0,21	<0,10	<0,51	1,6	0,341	0,25	<0,10	3,2	7,0	<0,10	<0,10	<0,10	<2,4
F2 40 m	0,89	1,33	0,156	<0,10	<0,51	1,6	0,355	0,245	<0,10	3,3	12	<0,10	<0,10	0,176	<2,4
F2 fondo	0,71	0,219	0,154	0,262	<0,51	1,5	0,395	0,298	<0,10	3,9	2,2	<0,10	<0,10	0,287	<2,4
F3 sup	0,71	0,155	0,174	<0,10	<0,51	1,6	0,392	0,244	<0,10	3,4	3,6	0,79	<0,10	0,188	5,0
F3 20 m	0,66	0,1	0,166	<0,10	<0,51	1,6	0,383	0,291	<0,10	3,5	2,3	<0,10	<0,10	0,195	<2,4
F3 40 m	0,75	0,181	0,178	<0,10	<0,51	1,6	0,351	0,306	<0,10	3,6	10	<0,10	<0,10	0,211	<2,4
F3 fondo	0,70	0,183	0,209	0,242	<0,51	1,7	0,411	0,322	<0,10	3,5	0,93	<0,10	<0,10	0,172	<2,4
F4 sup	0,76	<0,10	0,155	<0,10	<0,51	1,6	0,362	0,274	<0,10	2,8	3,5	<0,10	<0,10	0,188	5,2
F4 20 m	0,68	<0,10	0,163	<0,10	<0,51	1,6	0,37	0,269	<0,10	3,5	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<2,4
F4 40 m	0,74	0,101	0,128	<0,10	<0,51	1,6	0,374	0,261	<0,10	3,2	2,8	<0,10	<0,10	0,228	4,5
F4 fondo	2,2	0,133	0,145	<0,10	<0,51	1,6	0,397	0,318	<0,10	3,6	2,2	<0,10	<0,10	0,193	<2,4
F5 sup	0,91	0,192	0,116	<0,10	1,4	1,6	0,338	0,327	<0,10	3,7	0,80	<0,10	<0,10	0,204	15
F5 20 m	0,70	0,244	0,171	<0,10	0,73	1,6	0,314	0,272	<0,10	3,7	<0,10	<0,10	<0,10	0,63	<2,4
F5 40 m	0,63	0,137	0,113	<0,10	2,2	1,7	0,382	0,331	<0,10	3,6	<0,10	<0,10	<0,10	0,232	<2,4
F5 fondo	0,68	0,138	0,117	<0,10	0,95	1,7	0,389	0,294	<0,10	3,5	<0,10	<0,10	<0,10	0,156	4,0
F6 sup	0,69	0,302	<0,10	6,24	1,2	1,8	0,411	0,271	<0,10	3,6	1,8	<0,10	<0,10	0,279	3,9
F6 20 m	0,63	0,141	<0,10	<0,10	2,3	1,8	0,411	0,239	<0,10	3,4	0,58	<0,10	<0,10	0,171	5,6
F6 40 m	0,64	<0,10	<0,10	<0,10	<0,51	1,8	0,261	0,265	<0,10	3,3	7,4	<0,10	<0,10	<0,10	<2,4
F6 fondo	0,60	0,132	0,112	<0,10	3,0	1,8	0,339	0,273	<0,10	4,2	0,39	<0,10	<0,10	0,180	<2,4
F7 sup	0,85	<0,10	0,127	<0,10	1,5	1,7	0,321	0,310	<0,10	3,0	8,0	<0,10	<0,10	0,322	<2,4
F7 20 m	0,91	0,147	0,132	<0,10	2,0	1,6	0,323	0,254	<0,10	3,5	<0,10	<0,10	<0,10	0,219	6,9
F7 40 m	0,84	0,177	0,152	<0,10	1,5	1,6	0,325	0,332	<0,10	3,4	<0,10	0,325	<0,10	<0,10	<2,4
F7 fondo	0,83	0,137	0,178	<0,10	0,67	1,7	0,323	0,324	<0,10	3,5	0,30	<0,10	<0,10	0,255	<2,4
F8 sup	0,85	0,169	0,225	<0,10	<0,51	1,5	0,346	0,254	<0,10	3,7	4,2	<0,10	<0,10	0,198	5,5
F8 20 m	0,84	0,222	0,187	<0,10	<0,51	1,5	0,385	0,314	<0,10	3,3	6,5	<0,10	<0,10	0,124	<2,4
F8 40 m	0,88	<0,10	<0,10	<0,10	0,60	1,9	0,223	0,284	<0,10	3,6	8,4	<0,10	<0,10	0,280	2,6
F8 fondo	0,84	<0,10	0,414	<0,10	<0,51	1,6	0,281	0,310	<0,10	3,5	0,70	<0,10	<0,10	0,352	3,5

Tab. 3- VI- Continua.

Stazione [Ⓜ]	Indio (In)					Silicio				
	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre	Marzo	Maggio	Luglio	Novembre	Dicembre
F1 sup	6,6	<0,10	<0,10	<0,10	0,10	0,13	0,1	0,23	0,041	<0,50
F1 20 m	4,7	<0,10	<0,10	<0,10	0,09	0,14	0,051	0,075	0,12	<0,50
F1 40 m	4,9	<0,10	<0,10	<0,10	0,22	0,16	0,071	0,15	0,14	<0,50
F1 fondo	21	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	0,15	0,14	0,13	0,25	<0,50
F2 sup	6,0	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	0,12	0,054	0,092	0,066	<0,50
F2 20 m	40	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,16	0,039	0,11	0,058	<0,50
F2 40 m	13	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,15	0,096	0,17	0,10	<0,50
F2 fondo	8,5	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,15	0,15	0,19	0,20	<0,50
F3 sup	5,3	<0,10	<0,10	<0,10	0,23	0,12	0,077	0,094	0,090	<0,50
F3 20 m	3,1	<0,10	<0,10	<0,10	0,24	0,15	0,058	0,11	0,054	<0,50
F3 40 m	9,3	<0,10	<0,10	<0,10	0,15	0,15	0,1	0,19	0,060	<0,50
F3 fondo	4,1	<0,10	<0,10	<0,10	0,16	0,16	0,13	0,15	0,21	<0,50
F4 sup	6,4	<0,10	<0,10	<0,10	0,36	0,18	0,096	0,14	0,045	<0,50
F4 20 m	3,1	<0,10	<0,10	<0,10	0,63	0,15	0,094	0,14	0,062	<0,50
F4 40 m	16	<0,10	<0,10	<0,10	0,39	0,15	0,09	0,15	0,094	<0,50
F4 fondo	16	<0,10	<0,10	<0,10	0,36	0,15	0,16	0,26	0,24	<0,50
F5 sup	3,5	<0,10	<0,10	<0,10	0,08	0,16	0,098	0,29	0,079	<0,50
F5 20 m	9,9	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,14	0,049	0,14	0,071	<0,50
F5 40 m	3,6	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,14	0,039	0,19	0,073	<0,50
F5 fondo	4,8	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	0,15	0,12	0,26	0,22	<0,50
F6 sup	6,5	<0,10	<0,10	<0,10	0,09	0,16	0,043	0,092	0,058	<0,50
F6 20 m	3,0	<0,10	<0,10	<0,10	0,08	0,17	0,051	0,14	0,079	<0,50
F6 40 m	7,5	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,14	0,054	0,15	0,064	<0,50
F6 fondo	3,6	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,15	0,09	0,25	0,21	<0,50
F7 sup	6,3	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,18	0,079	0,14	0,083	<0,50
F7 20 m	2,2	<0,10	<0,10	<0,10	0,08	0,14	0,045	0,13	0,054	<0,50
F7 40 m	4,2	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,15	0,12	0,12	0,083	<0,50
F7 fondo	3,3	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,17	0,043	0,092	0,23	<0,50
F8 sup	3,9	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,16	0,096	0,075	0,079	<0,50
F8 20 m	4,4	<0,10	<0,10	<0,10	<0,08	0,12	0,11	0,15	0,068	<0,50
F8 40 m	5,3	<0,10	<0,10	<0,10	0,14	0,27	0,086	0,16	0,066	<0,50
F8 fondo	2,6	<0,10	<0,10	<0,10	0,09	0,13	0,088	0,20	0,26	<0,50

3.1.7. CONSIDERAZIONI DI SINTESI

In questo capitolo vengono analizzate le distribuzioni verticali nel tempo dei parametri misurati nell'area della piattaforma Fauzia durante le campagne di monitoraggio condotte nel 2022 nei mesi di marzo (ENI15_2022), maggio (ENI16_2022), luglio (ENI17_2022), novembre (ENI18_2022) e dicembre (ENI19_2022). Si riportano inoltre, per confronto, i dati relativi agli anni 2020 e 2021, e per le analisi fisiche a partire dal 2019.

3.1.7.1 Indagini fisiche, chimiche e biologiche

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

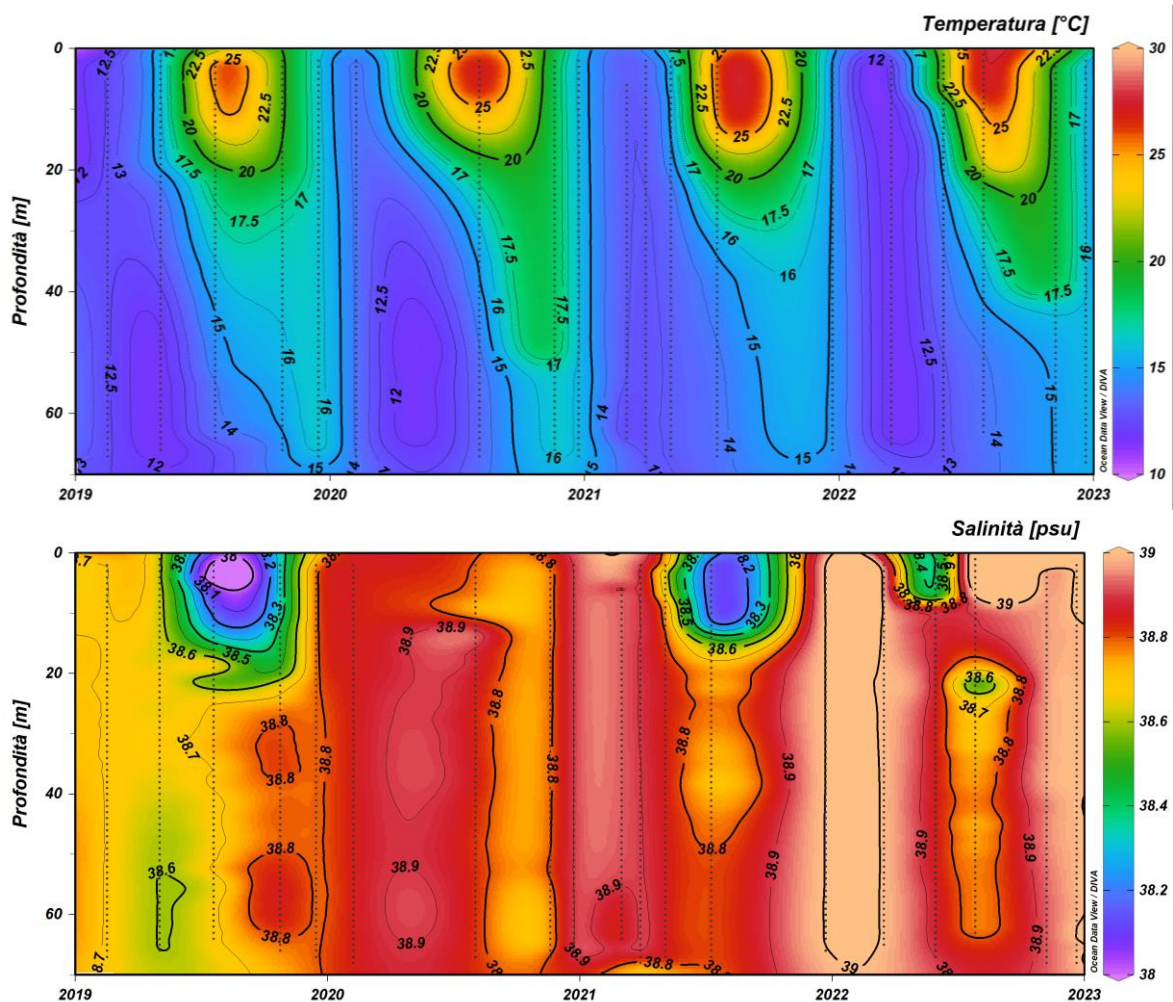


Fig. 3.36 - Andamento annuale della temperatura (°C) e della salinità (psu) per la piattaforma Fauzia (da febbraio 2019 a dicembre 2022).



Il processo di rimescolamento invernale risulta evidente nella distribuzione omogenea a valori minimi su tutta la colonna d'acqua nel mese di marzo 2022 (media $13,75 \pm 0,03^\circ\text{C}$). A maggio è visibile un principio di termocline, ben delineato nei dati di luglio, con i valori massimi nello strato superficiale (massimo $27,58^\circ\text{C}$, stazione F2). A novembre la presenza di uno strato rimescolato dalla superficie fino a circa 40m di profondità (media $19,00 \pm 0,51^\circ\text{C}$), precede il ritorno ad una distribuzione verticale completamente omogenea, come mostrano i dati di dicembre (media $15,84 \pm 0,22^\circ\text{C}$).

Similmente, anche la distribuzione verticale di salinità (fig. 3.36) evidenzia il processo di rimescolamento, con valori omogenei ed elevati su tutta la colonna d'acqua a marzo 2022 (media $38,99 \pm 0,01^\circ\text{C}$), mentre a maggio sono presenti valori minimi in uno strato superficiale omogeneo (media $38,47 \pm 0,17$ psu) e valori uniformi nel resto della colonna d'acqua (media $38,87 \pm 0,02$ psu). A luglio nei primi 10m di profondità si registrano i valori massimi per il 2022 (massimo 39,14 psu, stazione F5) e valori variabili nello strato intermedio, mentre valori massimi uniformi sono presenti su tutta la colonna d'acqua a novembre (media $38,96 \pm 0,03$ psu) e dicembre (media $38,99 \pm 0,03$ psu).

Dal confronto con i valori medi annuali registrati nelle precedenti indagini, si rileva un aumento generalizzato dei valori medi di salinità su tutta la colonna d'acqua ($>0,1$ psu).

La concentrazione di materiale sospeso per il 2022 (fig. 3.37) ha mostrato una distribuzione omogenea a valori piuttosto elevati su tutta la colonna d'acqua a marzo (media $0,9 \pm 0,1$ mg L⁻¹), valori in aumento a maggio in superficie e alle quote intermedie (media $1,0 \pm 0,1$ mg L⁻¹), con i valori massimi registrati al fondo (media $1,5 \pm 0,1$ mg L⁻¹). A luglio e novembre è evidente un abbassamento dei valori medi della concentrazione ovunque fino a quote intermedie (media $<0,4$ mg L⁻¹), in leggero aumento verso il fondo (media $<0,7$ mg L⁻¹), mentre a dicembre si rileva un ritorno a concentrazioni medie più elevate nella colonna d'acqua (media $0,7 \pm 0,1$ mg L⁻¹), in aumento verso il fondo (media $0,9 \pm 0,2$ mg L⁻¹).

L'ossigeno disciolto (fig. 3.37) ha presentato valori alla saturazione di poco superiori al 100% in tutta la colonna d'acqua a marzo, in aumento a maggio e a luglio, quando sono stati registrati i valori massimi intorno a 20m di profondità ($>120\%$), in diminuzione a novembre e con valori minimi ed uniformi su tutta la colonna d'acqua a dicembre ($<100\%$). Valori minimi sono stati rilevati in tutti i campionamenti al fondo (media $<100\%$).

L'attività fotosintetica, come evidenziato dall'andamento nel tempo della fluorescenza in

situ (fig. 3.37), ha mostrato valori bassi ed uniformi ($<0,5 \mu\text{g L}^{-1}$) fino a quote intermedie e valori in aumento verso il fondo in tutti i campionamenti, con i massimi ($>1 \mu\text{g L}^{-1}$) registrati al fondo a maggio e luglio.

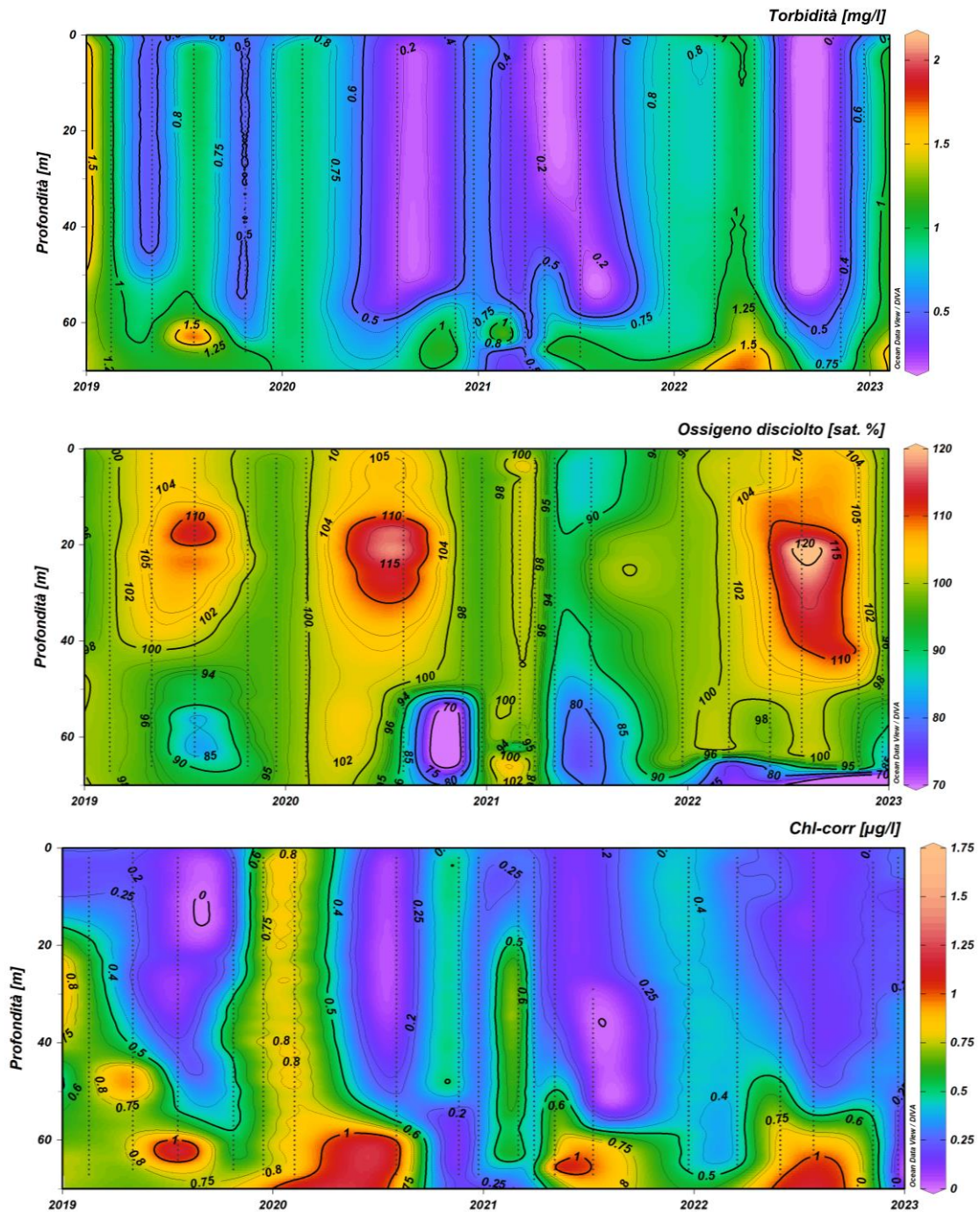


Fig. 3.37 - Andamento della torbidità (in mg L^{-1}), dell'ossigeno disciolto (in % di saturazione) e della fluorescenza in situ (espressa come $\mu\text{g L}^{-1}$ di clorofilla) per la piattaforma Fauzia (da febbraio 2019 a dicembre 2022).



La concentrazione massima di clorofilla *a* ($461,4 \text{ ng L}^{-1}$) è stata misurata al fondo nel mese di maggio (stazione F4), mentre la concentrazione media più elevata ($244,4 \pm 37,5 \text{ ng L}^{-1}$) è stata rilevata a marzo. Valori medi più bassi sono stati riscontrati a maggio e a dicembre (rispettivamente $223,5 \pm 116,4$ e $226,5 \pm 59,8 \text{ ng L}^{-1}$), mentre a luglio e novembre sono stati caratterizzati dalle concentrazioni medie più basse ($< 120 \text{ ng L}^{-1}$).

Per la clorofilla *b* la concentrazione media più elevata ($28,9 \pm 27,4 \text{ ng L}^{-1}$) è stata rilevata a dicembre, nello stesso mese è stato misurato valore massimo a 40 m di profondità della stazione F6 ($174,5 \text{ ng L}^{-1}$). Valori medi più contenuti, hanno caratterizzato i campionamenti di inizio maggio, luglio e novembre ($\sim 23 \text{ ng L}^{-1}$), e valori medi più bassi ($< 10 \text{ ng L}^{-1}$) i campionamenti a marzo.

La concentrazione media più elevata di clorofilla *c* è stata misurata a maggio e dicembre ($\sim 74 \text{ ng L}^{-1}$), ed il massimo ($160,2 \text{ ng L}^{-1}$) è stato misurato al fondo della stazione F6 a maggio. Concentrazioni più contenute hanno caratterizzato i mesi di marzo e novembre ($\sim 56 \text{ ng L}^{-1}$) mentre le più basse sono state misurate a luglio ($36,8 \pm 36,6 \text{ ng L}^{-1}$).

Sia la concentrazione media di clorofilla *a* che quelle di clorofilla *b* sono risultate mediamente più contenute rispetto all'anno precedente, ma più elevate a quelle ottenute nel 2020, mentre i valori di clorofilla *c* (caratteristica delle diatomee) sono risultati comparabili a quelli del 2021 e più elevati rispetto al 2020, Similmente a quanto rilevato nel biennio 2020 e 2021, i valori massimi sono stati riscontrati al fondo in tutte le stazioni della piattaforma.

Il valore più elevato di nitriti ($0,47 \mu\text{M}$) è stato osservato novembre al fondo (stazione F5), mentre le concentrazioni medie più elevate sono state osservate a marzo e a dicembre (rispettivamente, $0,18 \pm 0,02$ e $0,16 \pm 0,03 \mu\text{M}$), mentre concentrazioni medie più contenute hanno caratterizzato gli altri mesi campionati ($< 0,13 \mu\text{M}$). A dicembre sono state osservate le concentrazioni medie massime di nitrati ($0,41 \pm 0,45 \mu\text{M}$) e il valore più elevato ($1,38 \mu\text{M}$) è stato rilevato al fondo (F5). Concentrazioni medie più contenute hanno caratterizzato gli altri campionamenti ($< 0,10 \mu\text{M}$). Le concentrazioni medie di ammonio più elevate hanno caratterizzato il mese di maggio ($0,04 \pm 0,06 \mu\text{M}$), mentre nei restanti mesi sono risultate piuttosto contenute ($< 0,02 \mu\text{M}$). Anche le concentrazioni dei fosfati sono risultate contenute e comparabili in tutti i mesi investigati ($< 0,02 \mu\text{M}$). Il contenuto medio di silicati è risultato più elevato nei mesi di marzo e dicembre (rispettivamente, $1,91 \pm 0,18$ e $1,79 \pm 0,74 \mu\text{M}$), e i massimi sono stati osservati sempre al fondo, con il massimo assoluto ($3,45 \mu\text{M}$) in



novembre al fondo della stazione F5.

Per i nitriti, l'ammonio, i fosfati e i silicati le concentrazioni del secondo semestre 2022 sono risultate più contenute a quelle ottenute negli anni precedenti; i valori medi dei nitrati sono risultati paragonabili a quelli osservati nel 2021, fatta eccezione per le elevate concentrazioni che hanno caratterizzato il fondo a dicembre, valori che risultano tuttavia in linea con i dati mediamente più elevati del 2020,

Dall'analisi dei campioni raccolti, la concentrazione di materiale sospeso per il 2022 ha mostrato valori più elevati alle quote di fondo. Il valore massimo ($1,6 \text{ mg L}^{-1}$) è stato riscontrato al fondo a maggio (F1) e a dicembre (F6). Le concentrazioni media più elevate sono state osservate nel mese di marzo ($0,8 \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$) e dicembre ($0,9 \pm 0,3 \text{ mg L}^{-1}$), mentre negli altri mesi campionati le medie sono risultate più contenute ($\sim 0,4 \text{ mg L}^{-1}$). I valori ottenuti nel secondo semestre sono risultato paragonabili a quanto osservato negli anni 2020 e 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 2021 sono stati rilevati ma sporadicamente, con valori bassi prossimi al limite di rilevabilità e senza una distribuzione spaziale o temporale definita, mentre nel 2020 la presenza di IT è stata maggiore con un valore medio complessivo di $\sim 89 \mu\text{g L}^{-1}$.

Gli **Idrocarburi Alifatici** hanno mostrato un andamento simile a quello degli IT. I valori medi nel biennio 2020- 2021 non hanno superato la soglia di $40 \mu\text{g L}^{-1}$, mentre non sono stati rilevati nel 2022.

Per quanto riguarda gli **Idrocarburi Policiclici Aromatici**, le concentrazioni medie registrate nel triennio di campionamento sono risultate molto basse e prossimi al limite di rilevabilità ad eccezione del mese di dicembre 2021, quando è stata registrata la media maggiore ($0,031 \pm 0,0018 \mu\text{g L}^{-1}$), basata però su 19 campioni quantificabili.

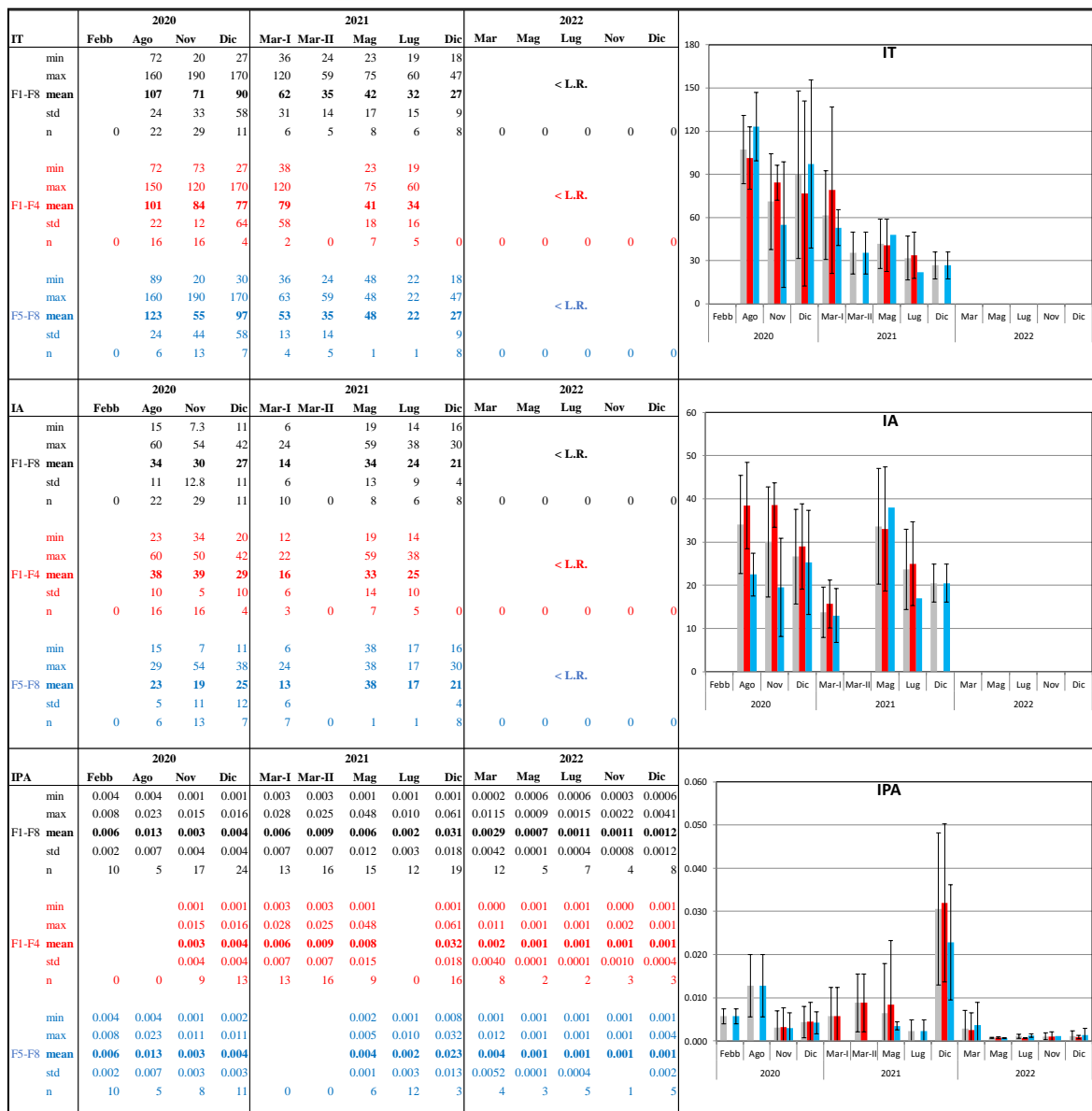


Fig. 3.38 – Andamento degli IT, IA e IPA relativo al 2022 e confronto con gli anni 2020 e 2021. Nelle tabelle dei singoli composti sono riportati i valori minimo, massimo, media, deviazione standard ed il numero di campioni in cui gli IT, IA e IPA sono risultati rilevabili nell'intero areale (F1 - F8, in nero, in grigio nel grafico) nelle stazioni poste a 100 m dalla piattaforma Fauzia (F1 - F4, in rosso nelle tabelle e nei grafici) e nelle stazioni di controllo poste a 2000 m dalla piattaforma (F5 - F8 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.

Nel 2022 il benzene, fatta eccezione per i 2 valori più elevati (0.47 e $0.88 \mu\text{g L}^{-1}$) osservati

a marzo nella stazione di controllo F8, ha registrato valori medi ($<0,012 \mu\text{g L}^{-1}$), pressoché costanti e comparabili con l'anno 2021, in cui era presente solo sporadicamente, ed inferiori rispetto al 2020 in cui sono stati registrati i valori massimi nella campagna di febbraio ($\sim 0,40 \mu\text{g L}^{-1}$).

La presenza dell'**etilbenzene** nel 2022 è risultata alquanto sporadica, e non ha mostrato un chiaro andamento annuale. Rispetto al biennio 2020-2021 le concentrazioni medie annue sono sensibilmente aumentate, sebbene rimangano in linea con quanto osservato a luglio 2021 ($0,041 \pm 0,040 \mu\text{g L}^{-1}$).

Lo **stirene** nel 2022 è stato rilevato in quasi tutti i campioni di marzo e novembre, con concentrazioni molto basse, prossime al limite di rilevabilità, e concentrazioni medie in linea con gran parte dell'intero periodo di osservazione, fatta eccezione per i massimi ($0,78$ e $0,49 \mu\text{g L}^{-1}$) rilevati nel mese di novembre 2022 nelle stazioni di controllo F5 e F8.

Il **toluene** è stato rilevato in un numero estremamente ridotto di campioni solamente a novembre 2022.

Infine, le concentrazioni dello **xilene** relative al 2022 mostrano una presenza più significativa a marzo, quando è stato rilevato in 24 campioni, con un valore medio di concentrazione (considerando tutti i dati raccolti) inferiore a quanto misurato in luglio 2021. Nei restanti mesi, quando rilevato, le concentrazioni si sono mantenute basse e comparabili con i valori medi del 2020.

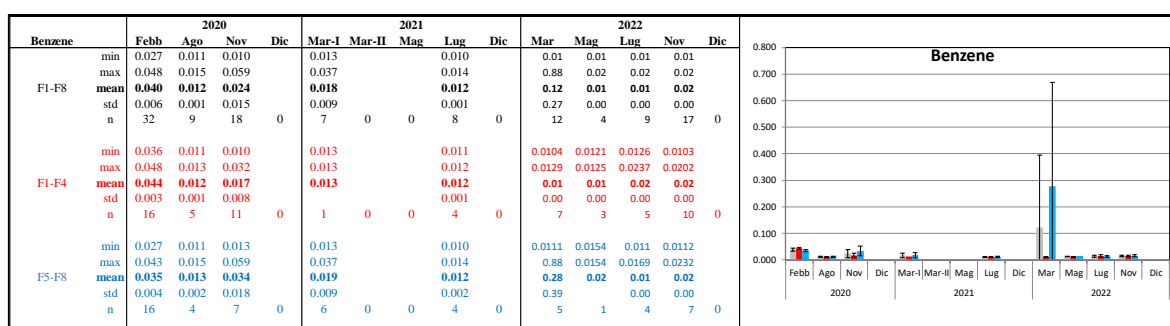


Fig. 3.39 - Andamento dei **BTEX** relativo al 2022 e confronto con gli anni 2020 e 2021. Nelle tabelle dei singoli composti sono riportati i valori minimo, massimo, media, deviazione standard ed il numero di campioni in cui i BTEX sono risultati rilevabili nell'intero areale (F1 - F8, in nero, in grigio nel grafico) nelle stazioni poste a 100 m dalla piattaforma Fauzia (F1 - F4, in rosso nelle tabelle e nei grafici) e nelle stazioni di controllo poste a 2000 m dalla piattaforma (F5 - F8 in azzurro nelle tabelle e nei grafici). Tutte le misure sono espresse in $\mu\text{g L}^{-1}$.

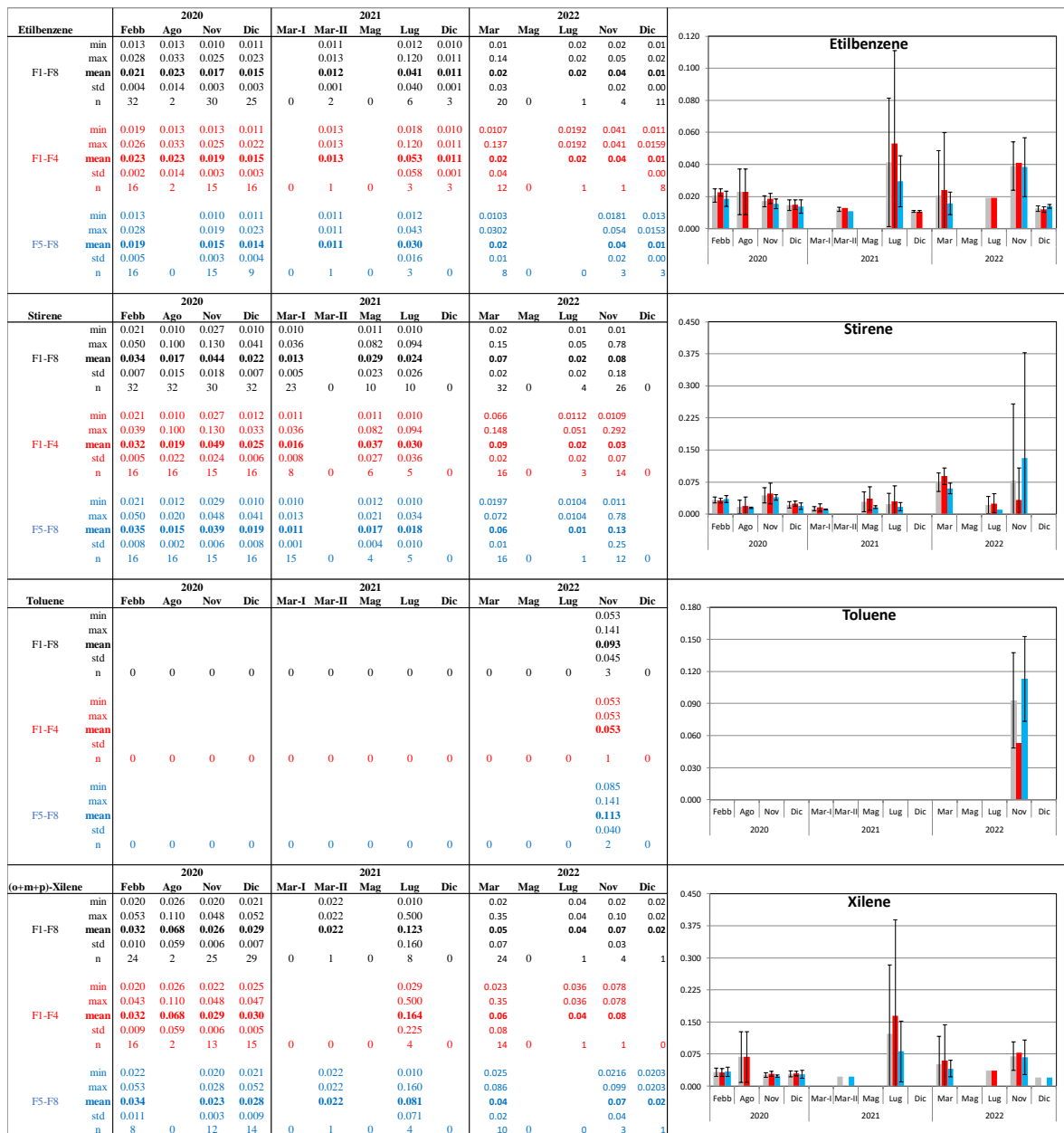


Fig. 3.39 - Continuo.

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 (F1-F4 e F5-F8) e tra i risultati delle varie campagne spesso non sono pienamente attendibili data la dispersione dei dati, evidenziata nei grafici dalle barre di dispersione (fig. 3.40).

Alluminio - Nel 2022 il valore medio massimo ($8,78 \pm 9,83 \mu\text{g L}^{-1}$) è stato misurato a marzo, e nonostante risulti lievemente superiore a quanto riportato per il 2021 rimane comunque inferiore ai dati di novembre 2020. Fatta eccezione per l'unico valore rilevato nel mese di dicembre ($54 \mu\text{g L}^{-1}$) nei restanti campionamenti i dati sono risultati più contenuti rispetto al 2021 e paragonabili ai valori ottenuti nei primi mesi del 2020.

Arsenico - Per questo metallo sono stati osservati livelli geograficamente molto omogenei. Nel 2022 medie più elevate sono state misurate a marzo ($1,75 \pm 0,09 \mu\text{g L}^{-1}$) e dicembre ($2,33 \pm 0,58 \mu\text{g L}^{-1}$), a maggio e luglio le concentrazioni sono risultate paragonabili a quanto rilevato negli anni 2020 e 2021, attorno a $0,10$ - $0,20 \mu\text{g L}^{-1}$, mentre a novembre tutti i valori sono risultati inferiori al limite di rilevabilità.

Bario - L'andamento del bario nel 2022 è stato analogo a quello dell'arsenico, con medie in marzo e dicembre (rispettivamente $9,23 \pm 0,68$ e $12,27 \pm 1,02 \mu\text{g L}^{-1}$) più elevate rispetto al biennio 2021 e 2022. Tra maggio e novembre le concentrazioni sono risultate basse e costanti, al di sotto di $1,5 \mu\text{g L}^{-1}$, similmente a quanto osservato nel biennio precedente.

Cadmio - Nel 2022 il cadmio è risultato completamente assente, similmente a quanto osservato nel 2020. I massimi sono stati misurati durante la prima campagna di marzo e a maggio 2021 (range $0,01$ - $0,17 \mu\text{g L}^{-1}$) quando sono stati quantificati rispettivamente solo 2 e 5 campioni, prelevati prevalentemente nelle stazioni di controllo.

Cromo - La presenza di questo metallo nel 2022, è stata misurata solamente in 4 campioni nel mese di marzo, 3 dei quali nelle stazioni prossime alla piattaforma ($0,12$ - $4,10 \mu\text{g L}^{-1}$) e uno nell'area di controllo ($0,12 \mu\text{g L}^{-1}$) e in un campione a dicembre ($7,5 \mu\text{g L}^{-1}$) in F4. Tali valori risultano superiori a quanto rilevato nelle altre campagne, sebbene paragonabili a quelli misurati a novembre 2020 ($0,11$ - $10,00 \mu\text{g L}^{-1}$).

Ferro - Nel 2022 i valori più elevati sono stati misurati a dicembre, con medie maggiori nell'area di controllo ($21,24 \pm 8,36 \mu\text{g L}^{-1}$) rispetto a quella prossima alla piattaforma



($10,22 \pm 4,77 \mu\text{g L}^{-1}$). A maggio e luglio concentrazioni arealmente omogenee ($5,01-7,10 \mu\text{g L}^{-1}$) sono risultate nel range di variabilità osservato negli anni 2020 e 2021, mentre a marzo e novembre i valori sono risultati sempre inferiori al limite di quantificazione ($<5 \mu\text{g L}^{-1}$).

Mercurio – Durante il 2022 il mercurio è risultato completamente assente a maggio, luglio e novembre. A marzo è stato rilevato sporadicamente e nelle stazioni F1-F4 è risultato mediamente più elevato ($0,13 \pm 0,12 \mu\text{g L}^{-1}$) rispetto alle stazioni di controllo F5-F8 ($0,08 \pm 0,01 \mu\text{g L}^{-1}$). A dicembre nonostante tale elemento sia stato rilevato in tutti i campioni, le concentrazioni medie tra le due aree risultano paragonabili. I valori sono rapportabili a quelli osservati a marzo dello stesso anno e in agosto nel 2020.

Nichel - I livelli medi di nichel in maggio e luglio sono risultati in linea con quanto osservato nel biennio precedente, il valore massimo dell'anno è stato misurato a luglio nelle stazioni prossime alla piattaforma ($1,04 \mu\text{g L}^{-1}$). Durante i restanti mesi è stato rilevato un solo valore superiore al limite di quantificazione ($0,18 \mu\text{g L}^{-1}$) nell'area di controllo durante il mese di novembre. Considerando l'intero periodo, fatta eccezione per alcuni campioni di febbraio 2020 e a marzo 2021 i valori sono rimasti prevalentemente al di sotto di $0,50 \mu\text{g L}^{-1}$.

Piombo – Per il triennio di riferimento, concentrazioni mediamente più elevate ed omogeneamente distribuite tra le due aree sono state osservate a marzo 2022 ($0,31 \pm 0,12 \mu\text{g L}^{-1}$). Valori sporadici e mediamente più elevati, rilevati prevalentemente nell'area di controllo ($0,41 \pm 0,19 \mu\text{g L}^{-1}$) hanno caratterizzato anche il mese di dicembre dello stesso anno. Nei mesi di maggio, luglio e novembre non è stato rilevato nessun valore. Il triennio ha visto un primo periodo, da febbraio 2020 ad agosto 2020, in cui il piombo è stato rilevato sporadicamente. Per quanto riguarda il numero di campioni utili, si nota un trend positivo durante il triennio fino a luglio 2021.

Rame – Diversamente da quanto rilevato nel biennio precedente, durante il 2022 il rame è stato rilevato nella maggior parte dei campioni di marzo, maggio e luglio, in un range di variabilità piuttosto ristretto ($0,10-2,20 \mu\text{g L}^{-1}$). La presenza del metallo in una quantità di campioni limitata ha caratterizzato i mesi di novembre e dicembre quando le concentrazioni più elevate hanno caratterizzato le stazioni di controllo (F5-F8).

Vanadio – Nel 2022 l'andamento temporale del vanadio è stato molto simile a quelli di arsenico e bario, con concentrazioni mediamente più elevate a marzo ($\sim 1,64 \mu\text{g L}^{-1}$) e



dicembre ($3,5 \mu\text{g L}^{-1}$). Nei restanti mesi le concentrazioni medie sono rimaste pressoché basse e costanti simili a quanto osservato nel biennio precedente.

Zinco – Similmente a quanto osservato per altri metalli, nel 2022 le concentrazioni più elevate hanno caratterizzato i mesi di marzo ($4,41 \pm 3,85 \mu\text{g L}^{-1}$) e maggio ($5,22 \pm 3,19 \mu\text{g L}^{-1}$), con medie simili a quanto osservato nel biennio precedente, inoltre la dispersione dei dati piuttosto elevata non permette una chiara differenziazione né geografica, né temporale. Nei restanti mesi del 2022 i valori, quando rilevati sono risultati piuttosto contenuti.

Indio – In marzo 2022, sono stati misurati i valori più elevati per il triennio (range $2,20$ - $40,00 \mu\text{g L}^{-1}$) e i valori più elevati erano a carico delle stazioni di piattaforma ($10,50 \pm 9,48 \mu\text{g L}^{-1}$). Durante i restanti campionamenti l'indio è stato misurato sporadicamente, e il massimo ($2,60 \mu\text{g L}^{-1}$) è stato misurato a maggio 2021.

Silicio - Fatta eccezione per il campionamento di dicembre, mese in cui non è stato rilevato, nel 2022 il silicio è stato misurato in tutti i campioni, in un range di variabilità piuttosto ristretto ($0,04$ - $0,29 \text{ mg L}^{-1}$) similmente a quanto osservato nei primi mesi del 2020. I valori più elevati per il triennio in esame sono stati rilevati a maggio e luglio 2021 (massimo $2,0 \text{ mg L}^{-1}$, in luglio).

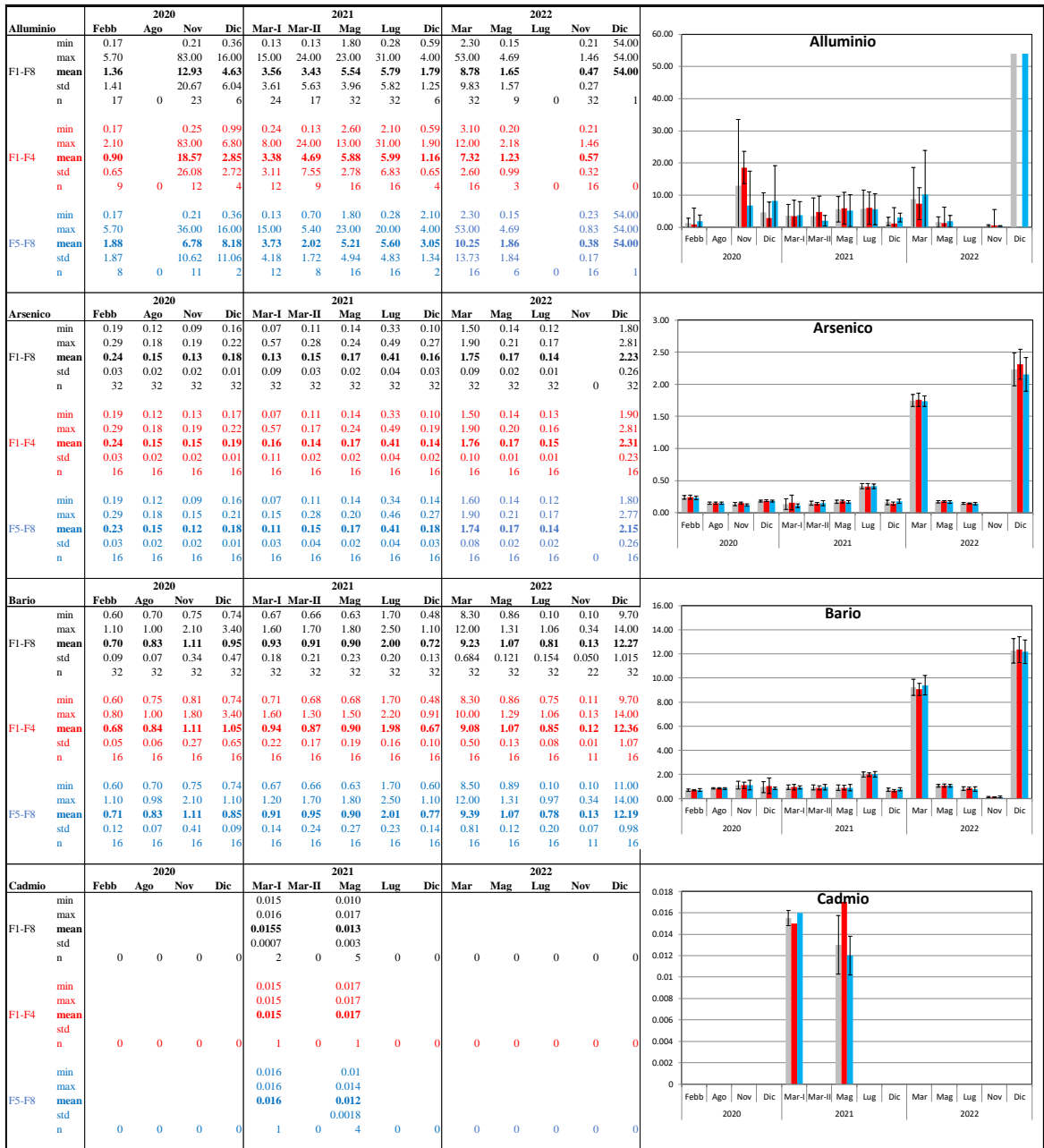


Fig. 3.40 - Andamento dei metalli pesanti nel 2022 e confronto con il 2020 e 2021. Nelle tabelle dei singoli metalli sono riportati i valori minimo e massimo, media e deviazione standard, oltre al numero di campioni in cui il metallo è risultato rilevabile nell'intero areale (E1-E8, in nero, in grigio nel grafico), nelle stazioni poste a 100 m da Fauzia (F1-F4, in rosso) e in quelle di controllo poste a 2000 m (F5-F8, in azzurro). Misure in $\mu\text{g L}^{-1}$; per il silicio in mg L^{-1} .

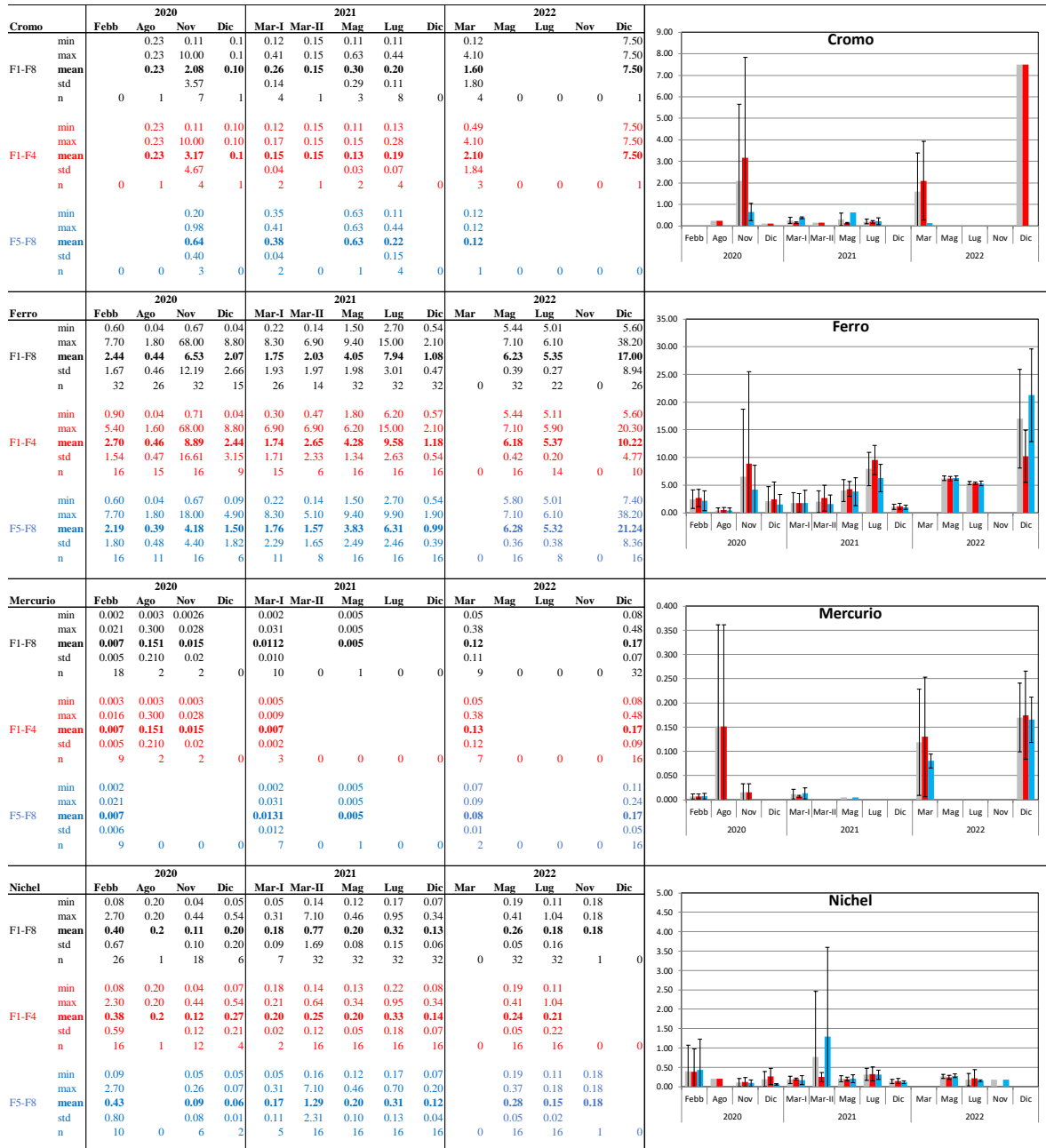


Fig. 3.40 – Continuo.

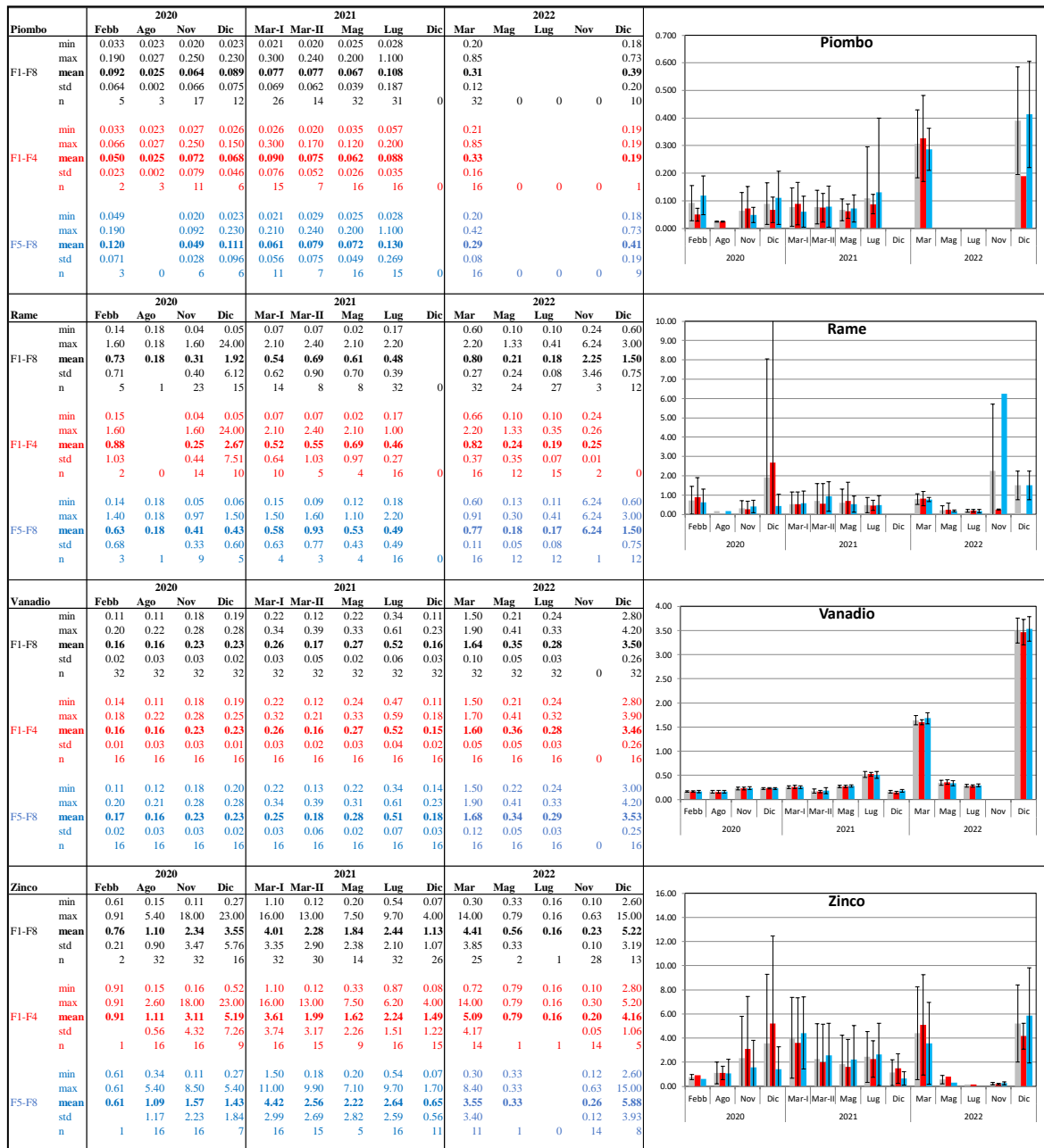


Fig. 3.40 – Continuo.

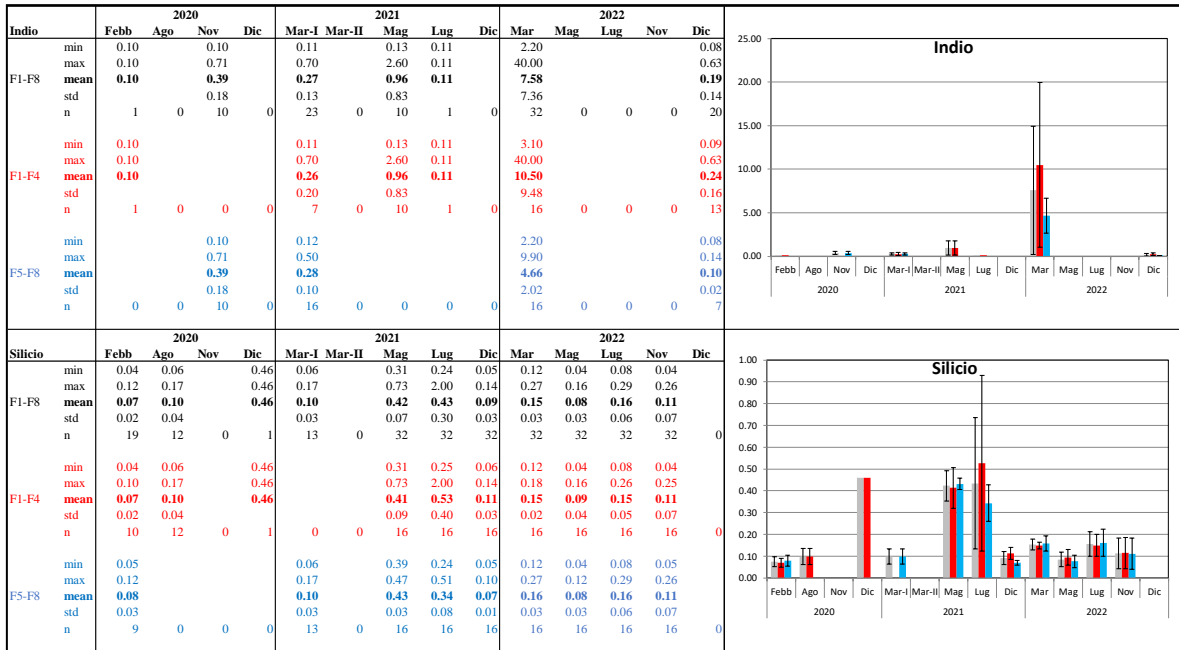


Fig. 3.40 – Continuo.

3.2. MISURE CORRENTOMETRICHE

Il grafico della pressione (fig. 3.41) relativo alle registrazioni effettuate nel 2022 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, descritte in precedenza.

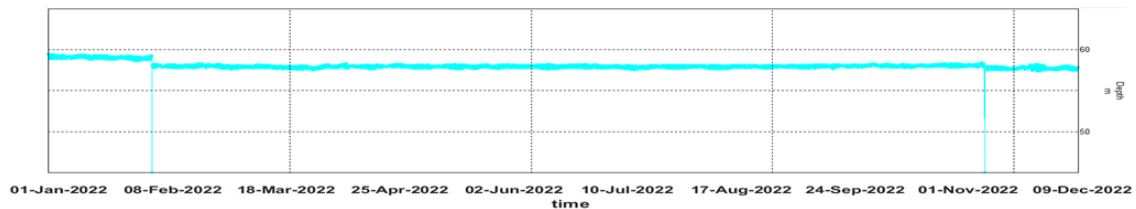


Figura 3.41 – Pressione misurata nel periodo gennaio – dicembre 2022 dal correntometro posizionato presso Fauzia.

Per quanto concerne le misure correntometriche (figg. 3.42 – 3.44) relative al periodo preso in esame la direzione della corrente, principalmente Nord -Ovest, ha avuto un andamento uniforme lungo tutta la colonna d'acqua. A inizio gennaio l'andamento della corrente è

oscillato tra le direzioni Sud/Sud-Est, mentre nel mese di marzo per alcuni giorni la corrente aveva direzione Sud analogamente ai primi giorni di aprile. Alla fine di dicembre la corrente era prevalentemente settentrionale.

La velocità si è mantenuta per quasi tutto il periodo sotto $0,1 \text{ m s}^{-1}$ tranne che a metà febbraio che per alcuni giorni avuto un incremento fino a $0,26 \text{ m s}^{-1}$, un altro piccolo incremento si è riscontrato alla fine di luglio negli strati più superficiali.

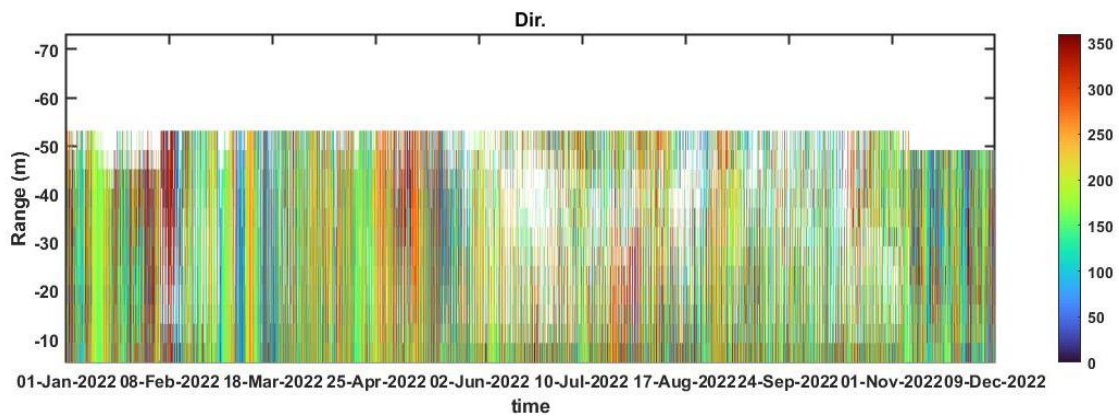


Figura 3.42 - Contour plot della direzione della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuto con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - dicembre 2022.

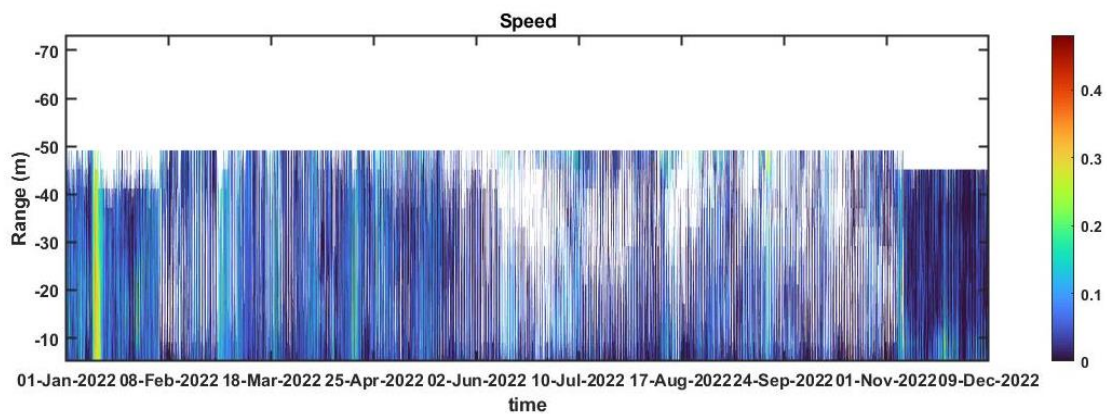


Figura 3.43 - Contour plot della velocità della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuto con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - dicembre 2022.

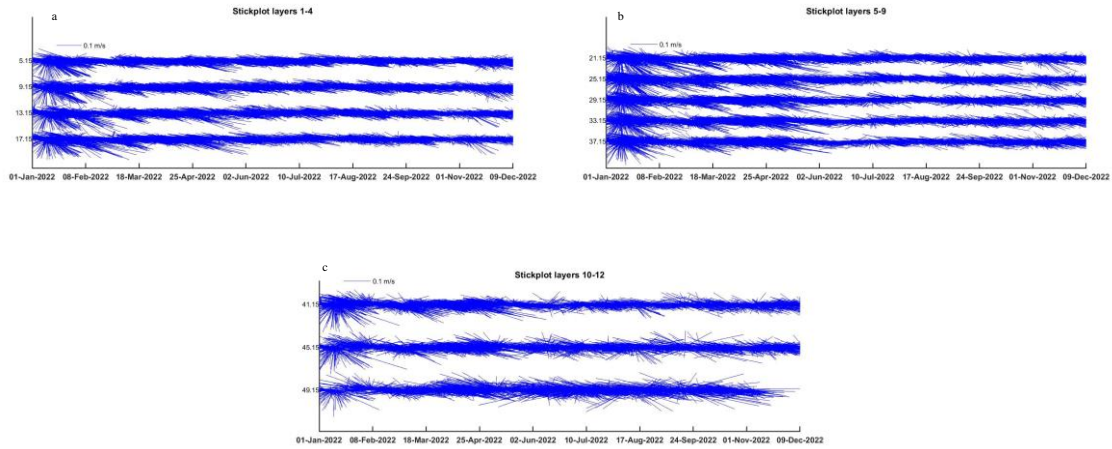


Figura 3.44 a,b,c - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d’acqua ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - dicembre 2022.

L’andamento della temperatura rilevata dall’ADCP (fig. 3.45- 3.46) nel periodo preso in considerazione ha mostrato una diminuzione nei periodi invernali (gennaio-marzo) in cui è stato rilevato il picco minimo di temperatura al di sotto dei 12°C. Da marzo la temperatura si è stabilizzata intorno ai 13.5°C fino al mese di giugno in cui si è notato un lieve rialzo della temperatura che è continuata ad aumentare fino alla fine dell’anno. Nel grafico sono presenti alcuni picchi che sono dovuti al recupero ed alla successiva messa in mare dell’ormeggio.

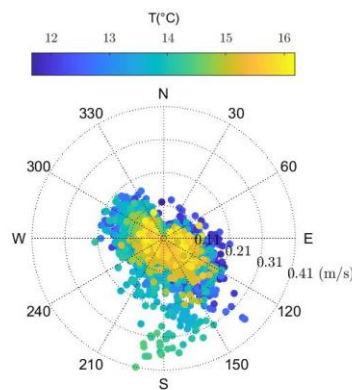


Figura 3.45- Scatter polare della temperatura rilevata con l’ADCP nel periodo da gennaio a dicembre 2022

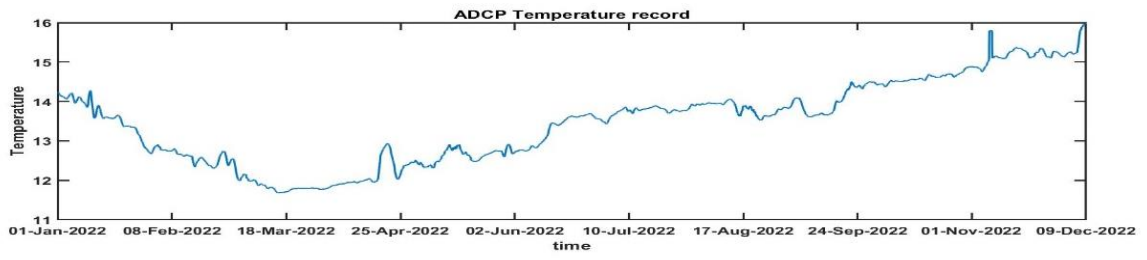


Figura 3.46- Andamento della temperatura registrata in prossimità del fondale dall'ADCP nel periodo gennaio - dicembre 2022.



4. CONCLUSIONI

In riferimento al DVADEC-2013-0000103 del 15/04/2013 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 Fauzia e della condotta sottomarina collegante tale piattaforma a Barbara B. 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 indagati contemplati in tale monitoraggio sono stati scelti in base: a) alle specifiche riportate nel Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; b) alle 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; c) alle numerose esperienze effettuate dal CNR- IRBIM di Ancona dal 1998 ad oggi presso altri impianti di estrazione off-shore installati in alto e medio Adriatico su diverse tipologie di fondale da 20 a 85 m di profondità (Regina, Anemone, Annalisa, Barbara NW, Calpurnia, Naomi-Pandora, PCMS-1, Emilio, Calipso, Clara Est, Clara Nord, Tea, Guendalina, Annamaria B, pozzi sottomarini Bonaccia EST 2 & 3, Bonaccia NW, Clara NW, Elettra); d) alle caratteristiche idrologiche e sedimentologiche della zona in cui è installata Fauzia.

Nel 1° semestre 2019 si è concluso il monitoraggio quinquennale della piattaforma nella fase di produzione, che ha previsto indagini su tutti i comparti marini (colonna d’acqua, sedimenti, bioaccumulo e biomarker in organismi marini, comunità bentonica e ittica, avvistamento di cetacei e rettili marini) e i relativi risultati e considerazioni sono stati riportati nel rapporto finale n. 16 (Spagnolo *et al.*, 2020a).

In base al parere n. 1055 CTVA del 05/10/2012 del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, a partire dal 2° semestre 2019 presso la piattaforma Fauzia si sono condotte solo le indagini riguardanti la colonna d’acqua che proseguiranno per tutta la durata di produzione.

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 Fauzia sin dal pre-survey (Fabi *et al.*, 2014; 2015; 2016a; 2016b; 2016c; 2016d; 2017; 2018a; 2018b; 2019a; 2019b; Franzo *et al.* 2022; Spagnolo *et al.*, 2020a; 2020b; 2021a; 2021b; 2022).

Nel 2022 è stato registrato un aumento generalizzato dei valori medi di salinità rispetto agli anni precedenti ($>0,1$ psu); inoltre, l'ossigeno disciolto ha raggiunto percentuali di saturazione sempre superiori al 100%, tranne che nel mese di novembre.

Nel secondo semestre 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 che non sono risultate significativamente differenti nei tre mesi investigati. Non sono comunque 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).

Sia la concentrazione media di clorofilla *a* che quelle di clorofilla *b* (caratteristica delle alghe verdi -Prasinophyceae- e delle Euglenophyta) e clorofilla *c* (caratteristica delle diatomee) sono risultate più elevate nelle quote di fondo durante i mesi di luglio e novembre, mentre nel mese di dicembre i valori più elevati hanno caratterizzato le acque superficiali. Le concentrazioni sono rientrate comunque 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 Fauzia, confermando i risultati precedenti.

Per quanto concerne la ricerca di inquinanti lungo la colonna d'acqua, i risultati del 2022 risultano generalmente inferiori a 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 degli idrocarburi). 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.

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 agli aspetti metodologici.

Non è stata notata alcuna differenziazione statisticamente valida tra le stazioni prossime alla piattaforma (F1-F4) e quelle di controllo (F5-F8), il che porta alla conclusione che l'effetto della presenza di Fauzia sull'ambiente marino circostante possa essere considerato trascurabile.

Correntometria – Anche nel 2022, così come negli anni precedenti, la corrente nell'area in cui è installata la piattaforma Fauzia ha avuto un regime variabile, seppure la direzione prevalente si sia confermata NW. La velocità è stata come di consueto attorno a $0,1 \text{ m s}^{-1}$ con incrementi per brevi periodi, anche nell'anno 2022, che hanno portato a picchi fino a un massimo di $0,26 \text{ m s}^{-1}$ nelle porzioni più superficiali della colonna d'acqua a luglio.



5. BIBLIOGRAFIA

- Artegiani A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. 1997a. The Adriatic Sea general circulation. Part I. Air-sea interactions and water mass structure. *J. Phys. Oceanogr.*, 27: 1492– 1514.
- Artegiani A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. 1997b. The Adriatic Sea general circulation. Part II: Baroclinic Circulation Structure. *J. Phys. Oceanogr.*, 27: 1515– 1532.
- Carpenter J.H. 1965. The Chesapeake bay institute technique for the winkler dissolved oxygen method. *Lim. Ocean.*, 10(1): 141-143.
- Fabi G., Boldrin A., Cuicchi C., De Ranieri S., Grilli F., Spagnolo A. 2014. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma e del sea-line collegante le piattaforme Fauzia - Barbara B- Pre-survey (ottobre-dicembre 2013). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, Ecotossicologia e Indagini sulla comunità bentonica.* Rapporto n. 1. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 122 + XXXIII pp.
- Fabi G., De Biasi A.M., Boldrin A., Cuicchi C., Spagnolo A. 2015. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. Fase di installazione (marzo - settembre 2014). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, Ecotossicologia e Indagini sulla comunità bentonica.* Rapporto n. 3. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 135 + XXVIII pp.
- Fabi G., Boldrin A., Borghini M., Cuicchi C., De Biasi A.M., Gaetani A., Kozinkova L., Leoni S., Spagnolo A. 2016a. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma e del sea-line collegante Fauzia a Barbara B. 1° anno della fase di produzione - Rapporto semestrale (ottobre - dicembre 2014). Rapporto n. 4.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 211 + LXV pp.
- Fabi G., Borghini M., Cassin D., Cuicchi C., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., Kozinkova L., Leoni S., Spagnolo A. 2016b. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma e del sea-line collegante Fauzia a Barbara B. 1° anno della fase di produzione - Rapporto finale (ottobre - 2014 - giugno 2015). Rapporto n. 5.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 284 + LXV pp.
- Fabi G., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., M. Girasole, A. Gomiero, Kozinkova L., Leoni S., Spagnolo A. 2016c. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma e del sea-line collegante Fauzia a Barbara B. 2° anno della fase di produzione - Rapporto semestrale (luglio - dicembre 2015). Rapporto n. 6.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 222 + LXXVI pp.
- Fabi G., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Leoni S., Spagnolo A. 2016d. Servizi di monitoraggio ambientale Campo



- Fauzia. *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 2° anno della fase di produzione - Rapporto finale. Rapporto n.7.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 266 + LV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Polidori P. 2017. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 3° anno della fase di produzione - Rapporto semestrale (luglio - dicembre 2016). Rapporto n.9.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 183 + LIV pp.
- Fabi G., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Gaetani A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Masnadi F., Spagnolo A. 2018a. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 3° anno della fase di produzione. Rapporto finale. Rapporto n. 12.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 301 + LVII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Pellini G., Tasseti A.N. 2018b. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia - *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 4° anno della fase di produzione - Rapporto semestrale. Rapporto n. 13.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 199 + LV pp.
- Fabi G., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Manarini T., Pellini G., Spagnolo A., Tasseti A.N. 2019a. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 4° anno della fase di produzione - Rapporto finale - Rapporto n. 14.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 351 + LVII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Ferrà Vega C., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Manarini T., Minelli A. 2019b. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 5° anno della fase di produzione - Rapporto semestrale - Rapporto n. 15.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 198 + LV pp.
- Franzo A., Saggiomo M., Borghini M., Siena G., Kralj M. 2022. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia - *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. Indagini sulla colonna d'acqua. Rapporto semestrale 2022. Rapporto n. 22.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 49 + 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.

Schlitzer R., 2014. Ocean Data View. <http://odv.awi.de>.

Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Minelli A., Regoli F., Saggiomo M., Siena G., 2020a. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia - *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 5° anno fase di produzione. Fase di produzione - Rapporto finale. Rapporto n. 16*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 287 + clxxx pp.

Spagnolo A., Fai G., Borghini M., Siena G., Urbini L. 2020b. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia - *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma - Indagini sulla colonna d'acqua. Anno 2019. Rapporto n. 17*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 99 + X pp.

Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., Siena G., Urbini L. 2021a. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia - *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma - Indagini sulla colonna d'acqua. 1° semestre 2020. Rapporto n. 18*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 43 + X pp.

Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., Celentano P., Saggiomo M., Siena G., Urbini L. 2021b. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia - *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma - Indagini sulla colonna d'acqua. Rapporto finale 2020. Rapporto n. 19*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 86 + X pp.

Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., Celentano P., Saggiomo M., Salvalaggio V., Siena G., Urbini L. 2022. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia - *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma - Indagini sulla colonna d'acqua. Rapporto semestrale 2021. Rapporto n. 20*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 58 + X pp.

Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., Kralj M., Saggiomo M., Salvalaggio V., Siena G. 2022. Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia - *Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma - Indagini sulla colonna d'acqua. Rapporto finale 2021. Rapporto n. 21*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 90 + X pp.

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.C. 1996. Determination of Chlorophylls and carotenoids of marine phytoplankton: separation of Chlorophyll a from divinylChlorophyll a and zeaxanthin from lutein. *J. Plankton Res.*, 18(12): 2377-2382.

Wang, X.H., Pinardi N. 2002. Modeling the dynamics of sediment transport and resuspension in the northern Adriatic Sea. *J. Geophys. Res.*, 107(C12): 1-23.

Wang, X.H., Pinardi N., Malacic V. 2006. Sediment transport and resuspension due to combined motion of wave and current in the northern Adriatic Sea during a Bora event in January 2001: A numerical modelling study. *Cont. Shelf Res.*, 27(5): 613 – 633.



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

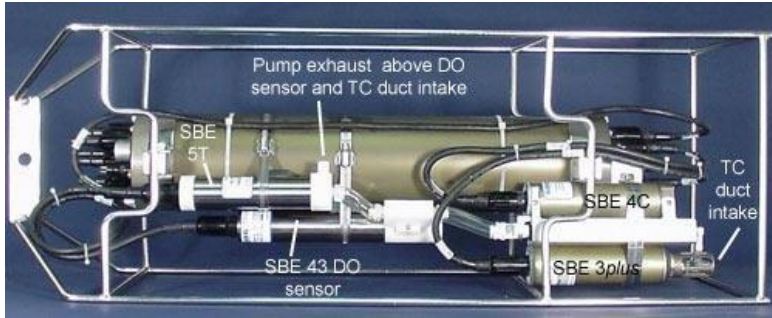
Zavatarelli M., Raicich F., Bregant D., Russo A., Artegiani A., 1998. Climatological biogeochemical characteristics of the Adriatic Sea. *J. Mar. Syst.*, 18: 227-26.



ALLEGATI STRUMENTAZIONE UTILIZZATA NELLE INDAGINI

A1 INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

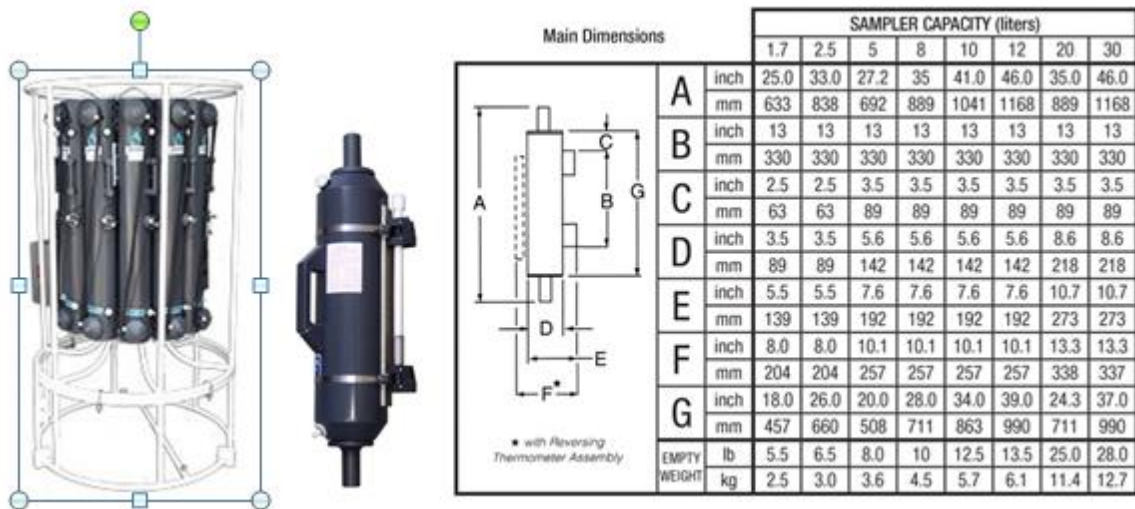
A1-I SONDA MULTIPARAMETRICA CTD e “ROSETTE”



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

Sensore	Costruttore	Modello	Accuratezza	Intervallo misura	di	Data ultima calibrazione
Temperatura	Sea Bird Electronics	SBE 3 plus	$\pm 0,001 \text{ } ^\circ\text{C}$	-5 : +35°C		21/05/2019
Conducibilità	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.



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

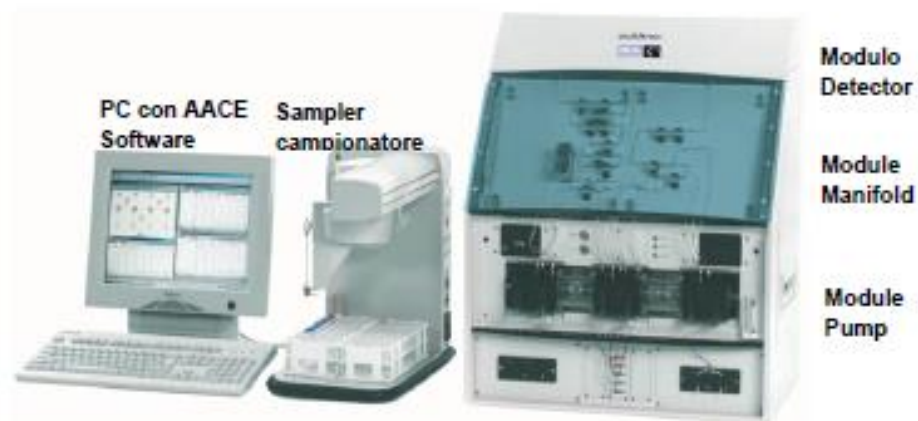
Tipi di titolazione	Acido-base acquose e non-acquose, precipitazione, redox, complessometria Titolazione diretta, retrotitolazione, determinazione del bianco, titolazione a due fasi
Modi di titolazione	Ai punti equivalenti, ai punti finali, pH-stat, Karl Fischer
Tipi di indicazione	Elettrochimica (potenziometria, voltammetria, amperometria) fotometrica, torbidimetrica, 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

A1-IV NUTRIENTI

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



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

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 reagenti 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 Frassinia, 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

