



**Università
di Genova**

DISTAV DIPARTIMENTO
DI SCIENZE DELLA TERRA,
DELL'AMBIENTE E DELLA VITA

PROGETTO P.3062

“AMPLIAMENTO DELLA DIGA FORANEA DEL PORTO DI GENOVA”

**RELAZIONE DELLA FASE IN CORSO D'OPERA
SETTEMBRE 2023**

Monitoraggio della torbidità, dell'ossigeno disciolto e della dinamica durante i lavori relativi all'ampliamento della diga foranea del Porto di Genova

Il Responsabile Scientifico del DISTAV

Prof. Marco Capello

(Firmato digitalmente)

INTRODUZIONE

Nell'ambito delle operazioni di costruzione della nuova Diga foranea del Porto di Genova (Codice Perizia 3062), il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita dell'Università degli Studi di Genova è stato incaricato di effettuare il monitoraggio della torbidità, dell'ossigeno disciolto e della dinamica durante le attività, prima nella fase "campi prova" e, a seguito dell'inizio dei lavori, nella fase "corso d'opera"

Per questo motivo a partire dal 4 maggio 2023 si è provveduto a compiere campagne di monitoraggio a mezzo barca e il monitoraggio h24 tramite il sistema automatico formato da stazioni fisse. Di seguito, quindi, riportiamo gli esiti delle campagne oceanografiche effettuate nel mese di SETTEMBRE 2023.

CORSO D'OPERA

Durante le campagne di monitoraggio a mezzo barca sono stati impiegati i seguenti strumenti e indagati i seguenti parametri:

- sonda multiparametrica CTD, con i sensori di temperatura, conducibilità, torbidità e ossigeno disciolto, calata lungo la colonna d'acqua per l'acquisizione in tempo reale di profili verticali dei diversi parametri;
- correntometro acustico profilante ad effetto Doppler (V-ADCP) con applicazione bottom track posizionato a scafo per la misura di direzione, intensità e verso delle correnti lungo una direttrice verticale che attraversa la massa d'acqua sotto lo strumento.

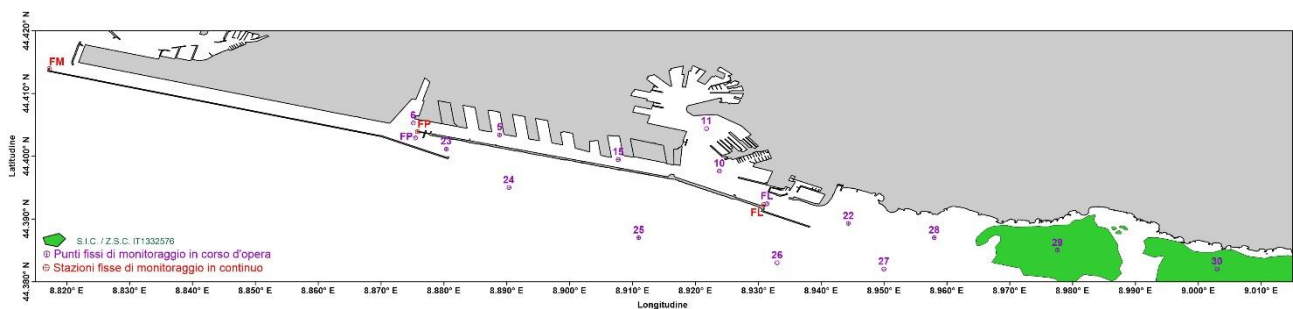
Il piano di monitoraggio ha previsto la realizzazione di due uscite a settimana con l'acquisizione di dati in diversi punti diffusi nell'area d'indagine, alcuni fissi, determinati dal piano di monitoraggio e contrassegnati da numeri o sigla fissa (si vedano mappa e tabella riportate di seguito), e alcuni mobili contrassegnati dalla lettera finale "A" (es. 001A), per avere un quadro più dettagliato delle caratteristiche della colonna d'acqua e della diffusione della torbida all'interno dell'area dei lavori.

Inoltre, il piano di monitoraggio ha previsto il controllo in continuo di torbidità, ossigeno disciolto e correnti grazie alle stazioni fisse di misura installate sulla diga all'ingresso di levante del porto (FL), all'ingresso di ponente (FP) e, dal 6 Giugno 2023, anche all'ingresso

di ponente del Canale di calma dell'aeroporto verso Multedo (FM). Le stazioni fisse sono dotate di:

- sonda multiparametrica con sensore di torbidità e ossigeno disciolto, e
- correntometro Acoustic Doppler Current Profiler orizzontale (H-ADCP) per la misura di direzione, intensità e verso delle correnti lungo una direttrice orizzontale che attraversa la massa d'acqua davanti allo strumento.

Di seguito sono riportate la mappa con la posizione delle stazioni fisse e dei punti fissi, e la tabella con le coordinate dei punti fissi del monitoraggio da barca.



Mappa dei punti fissi e delle stazioni fisse di misura.

Stazione	Latitudine (°)	Longitudine (°)
FL	44.392421	8.931382
FP	44.402911	8.875466
5	44.403407	8.888859
6	44.405302	8.875104
10	44.397620	8.923817
11	44.404389	8.921761
15	44.399463	8.907728
22	44.389268	8.944355
23	44.401148	8.880362
24	44.394991	8.890319
25	44.386996	8.910999
26	44.382996	8.933000
27	44.381997	8.949999
28	44.386996	8.957992
29	44.384994	8.977591
30	44.381998	9.002988

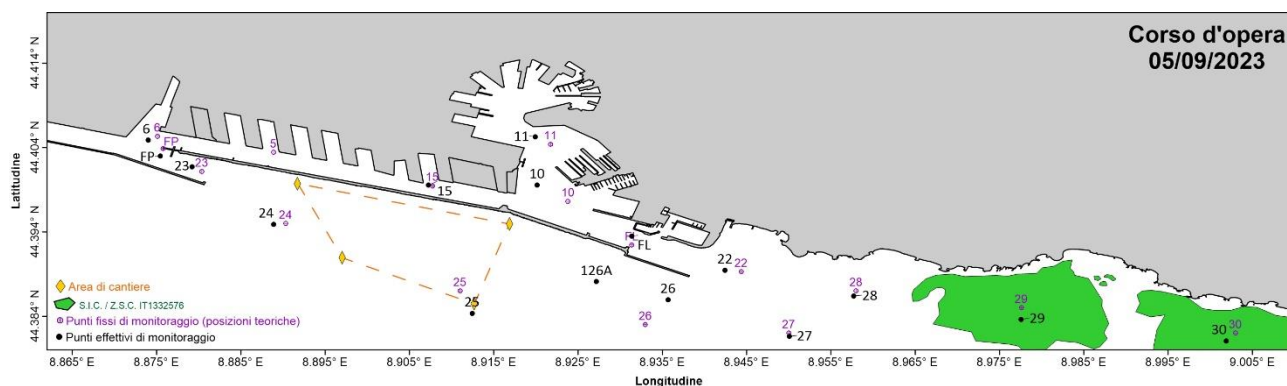
Alcuni punti mobili di misura possono essere effettuati durante il monitoraggio anche all'interno dell'area di cantiere delimitata dalle boe: questi punti sono effettuati solo quando non sono presenti mezzi all'interno dell'area, come da ordinanza emessa dalla Capitaneria di Porto.

MONITORAGGIO A MEZZO BARCA – SETTEMBRE 2023

05/09/2023

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di forte vento da N, mare poco mosso con onda lunga e cielo nuvoloso. Le operazioni si sono svolte a bordo della M/B Maso di Arco89. Alle operazioni ha partecipato il seguente personale del DISTAV: Dr.ssa Laura Cutroneo, Dr.ssa Irene Geneselli.

Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 16 punti tra fissi e mobili e misure correntometriche in 3 punti fissi. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.

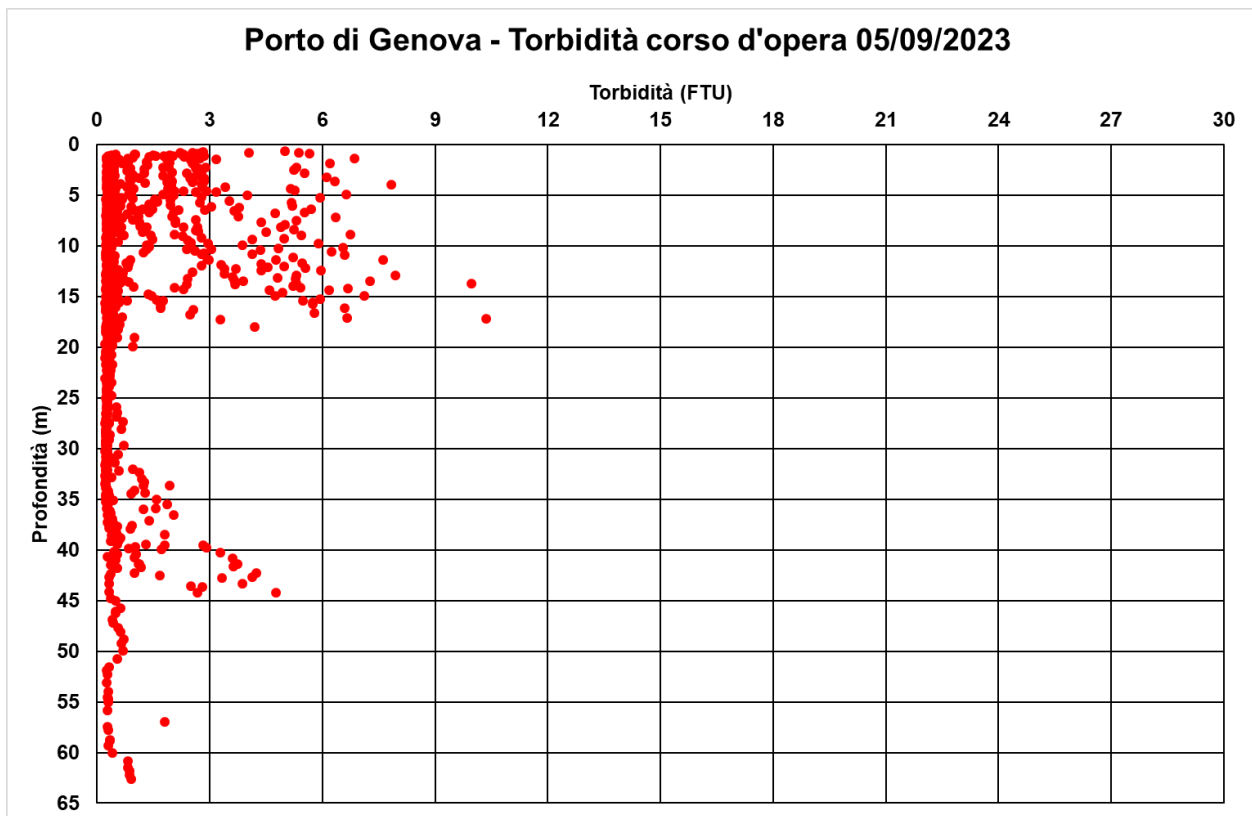


Mapa dei punti di misura: in viola la posizione teorica dei punti fissi, in nero la posizione effettiva dei punti di misura effettuati durante la giornata di monitoraggio.

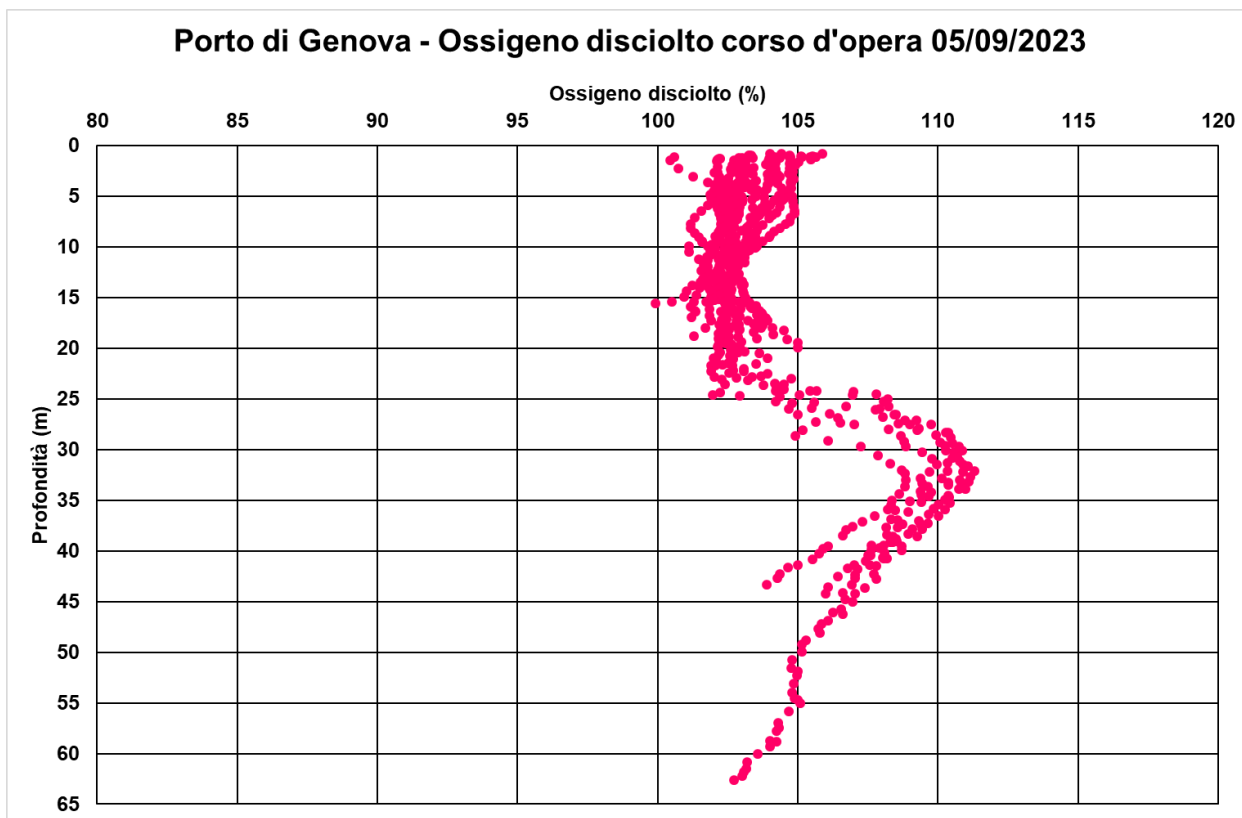
Durante la mattina è arrivata la nave Nova Marine Carriers per lo scarico della ghiaia nell'area di cantiere antistante la vecchia diga foranea. La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.2 e 10.4 FTU. I valori più alti sono stati misurati all'interno del porto a seguito di manovre effettuate da navi in transito.

Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

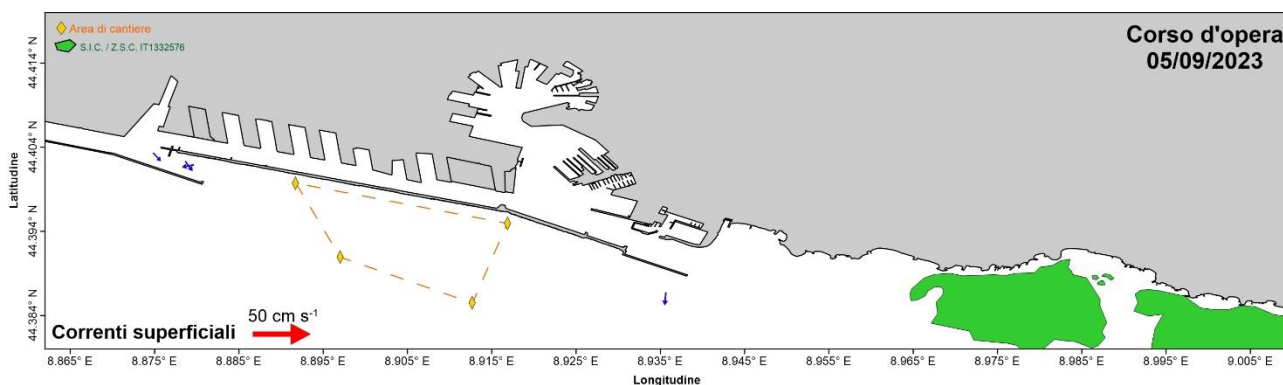
Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



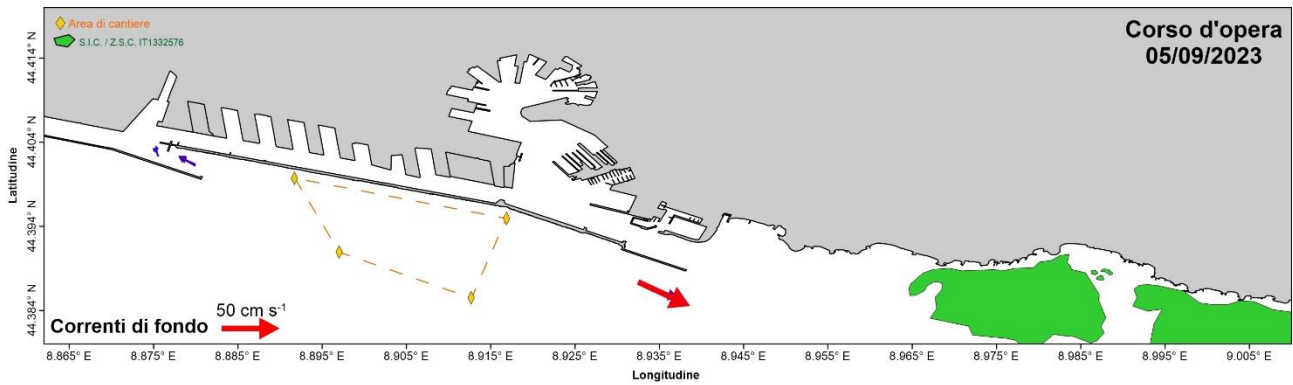
L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 100 e 111%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



Le velocità delle correnti erano comprese tra 0.1 e 48.7 cm s^{-1} lungo tutta la colonna d'acqua; la direzione delle correnti, all'entrata di ponente del porto, era prevalente verso E nello strato superficiale e verso W nello strato di fondo, mentre nel punto 26 davanti alla diga foranea era verso S nello strato superficiale e verso SE in quello di fondo. Di seguito sono riportate le distribuzioni dei vettori di corrente nello strato superficiale e in quello di fondo.



Vettori corrente nello strato superficiale.

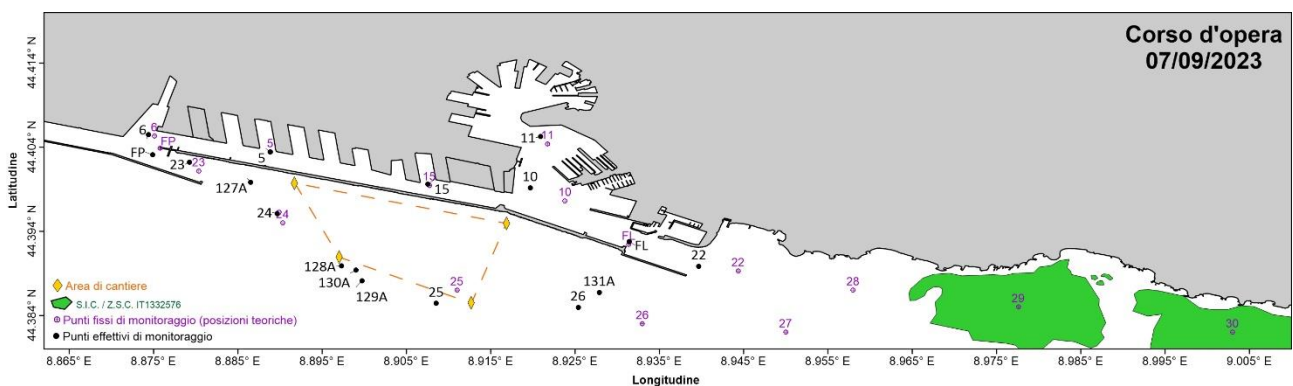


Vettori corrente nello strato di fondo.

07/09/2023

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di forte vento da N, mare calmo o poco mosso e cielo sereno. Le operazioni si sono svolte a bordo della M/B Miriana della Servizi Ecologici Porto di Genova. Alle operazioni ha partecipato il seguente personale del DISTAV: Dr.ssa Laura Cutroneo, Dr.ssa Irene Geneselli.

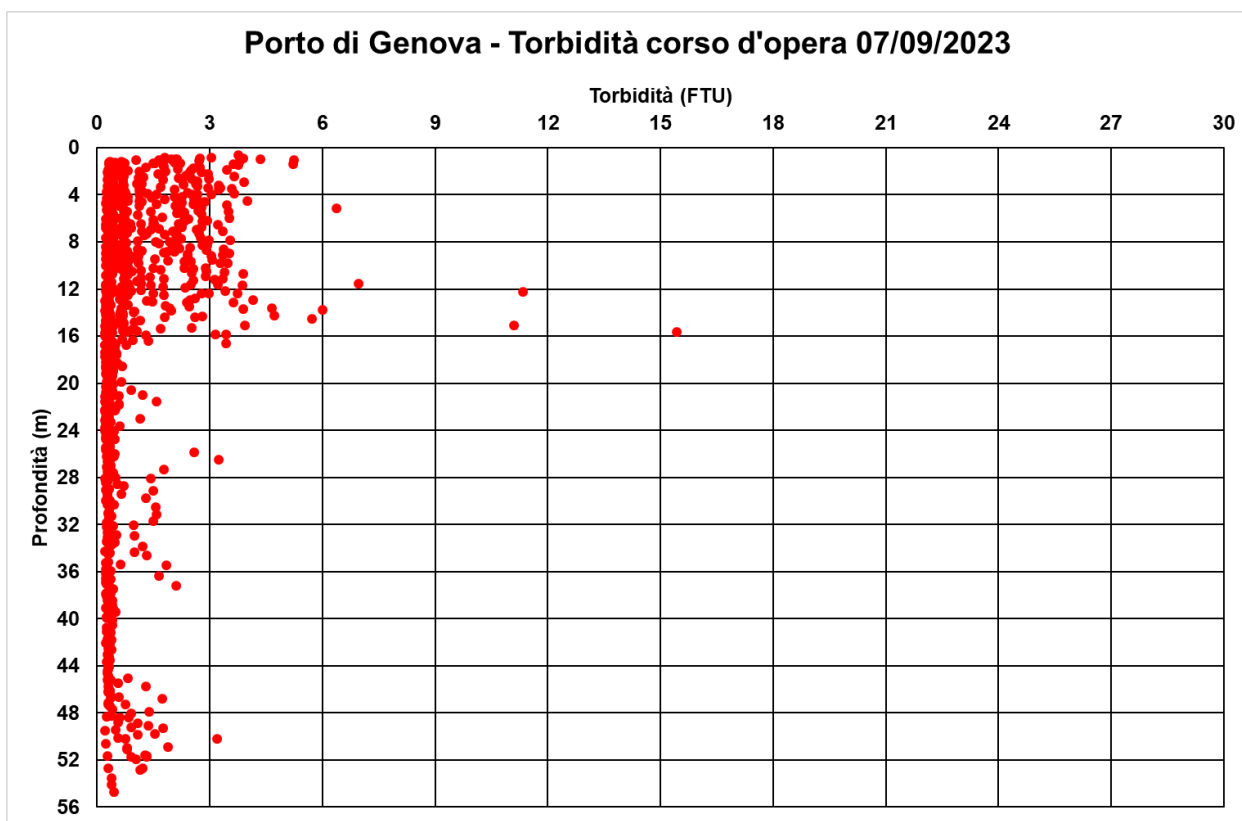
Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 17 punti tra fissi e mobili e non è stato possibile effettuare misure correntometriche a causa del forte scarroccio. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.



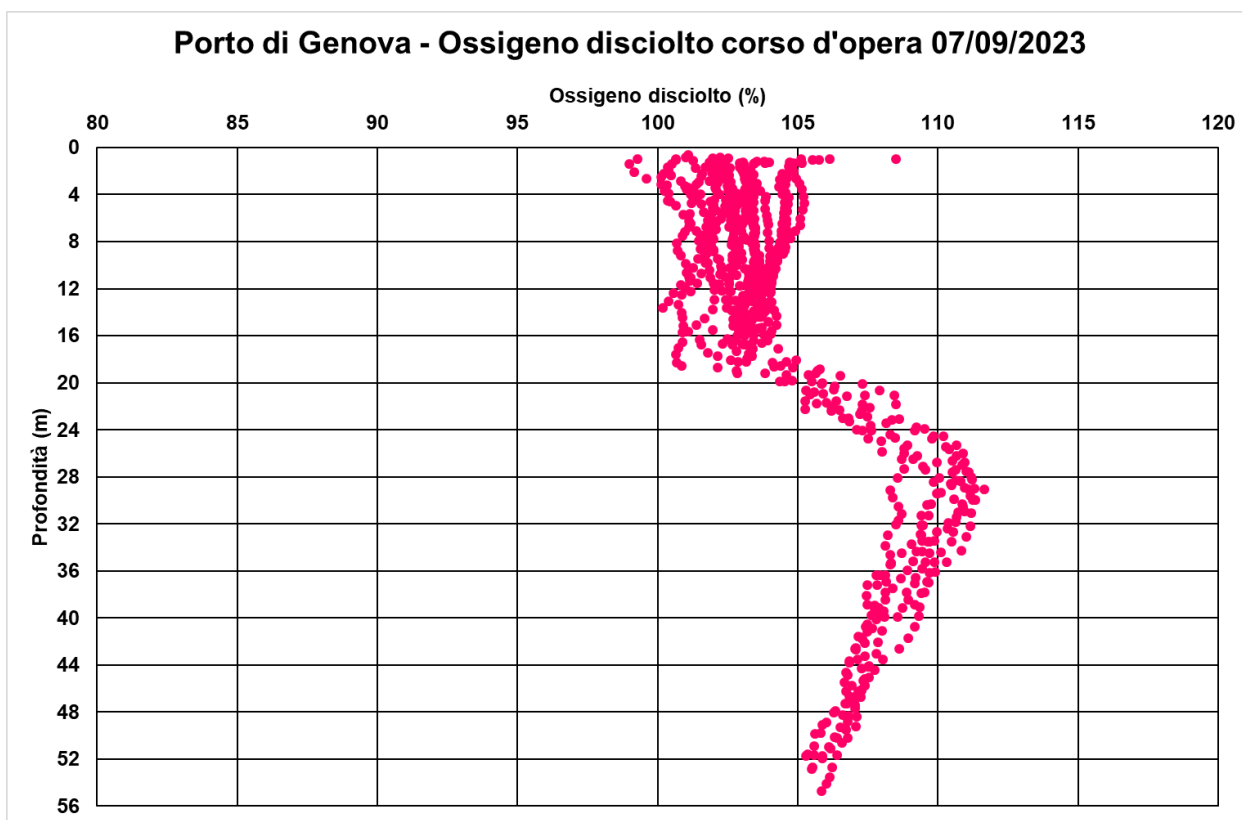
Mappa dei punti di misura: in viola la posizione teorica dei punti fissi, in nero la posizione effettiva dei punti di misura effettuati durante la giornata di monitoraggio.

La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.2 e 15.4 FTU. I valori più alti sono stati misurati in prossimità del fondo dei punti 6 e 23 alla foce del Torrente Polcevera e all'ingresso di ponente del porto, probabilmente dovuti agli apporti solidi del torrente.

Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



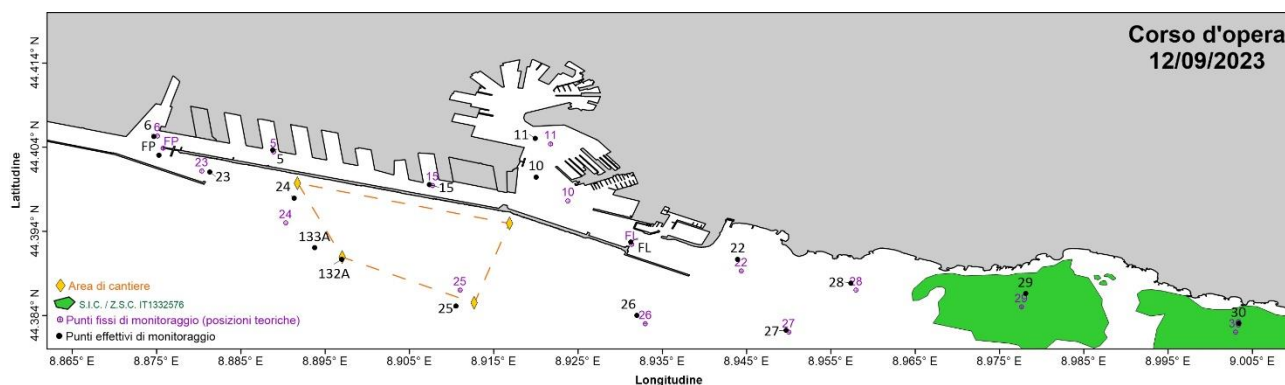
L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 99 e 112%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



12/09/2023

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di debole vento da SE, mare calmo e cielo nuvoloso con pioggia. Le operazioni si sono svolte a bordo della M/B Capo Nord Oceanic dei Barcaioi di Multedo. Alle operazioni ha partecipato il seguente personale del DISTAV: Prof. Marco Capello, Dr.ssa Irene Geneselli.

Sono state effettuate misure di corrente lungo la colonna d'acqua in 8 punti e acquisizione con sonda multiparametrica in 18 punti tra fissi e mobili. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.

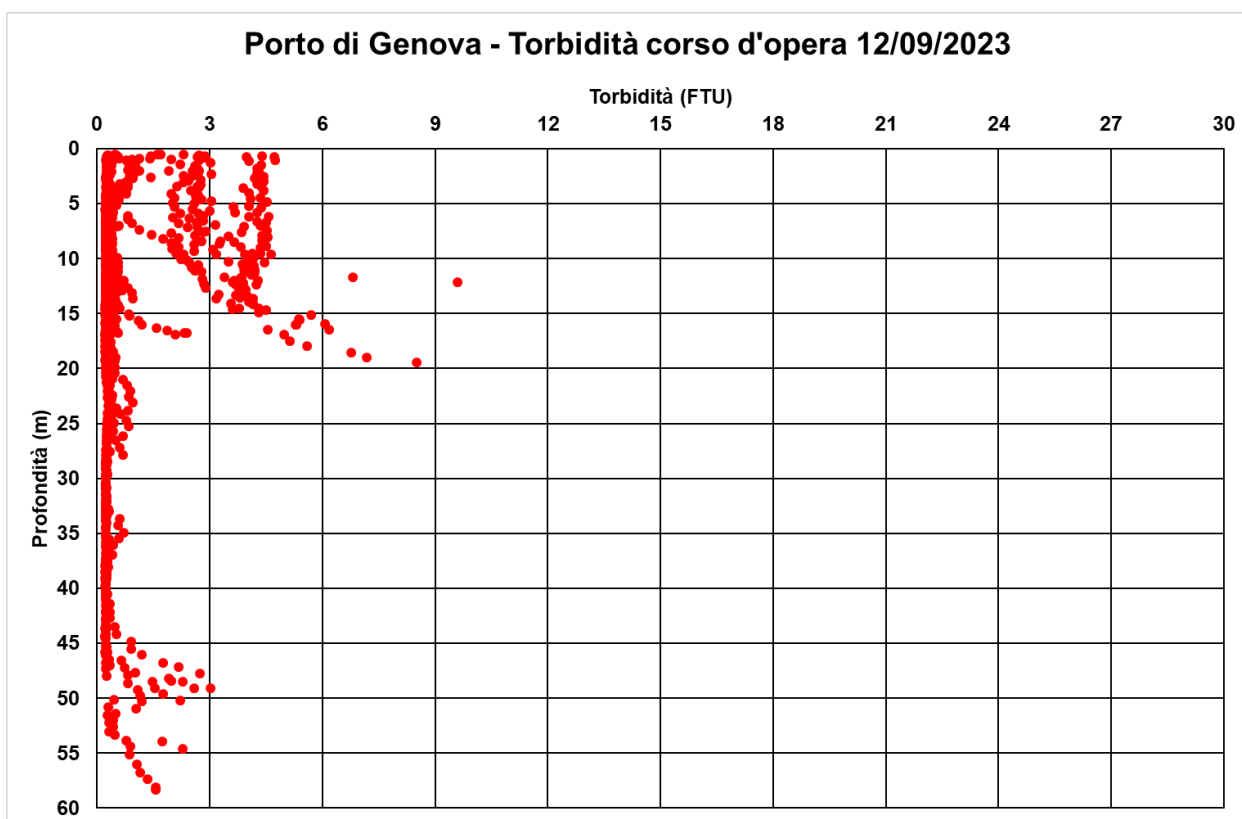


Mappa dei punti di misura: in viola la posizione teorica dei punti fissi, in nero la posizione effettiva dei punti di misura effettuati durante la giornata di monitoraggio.

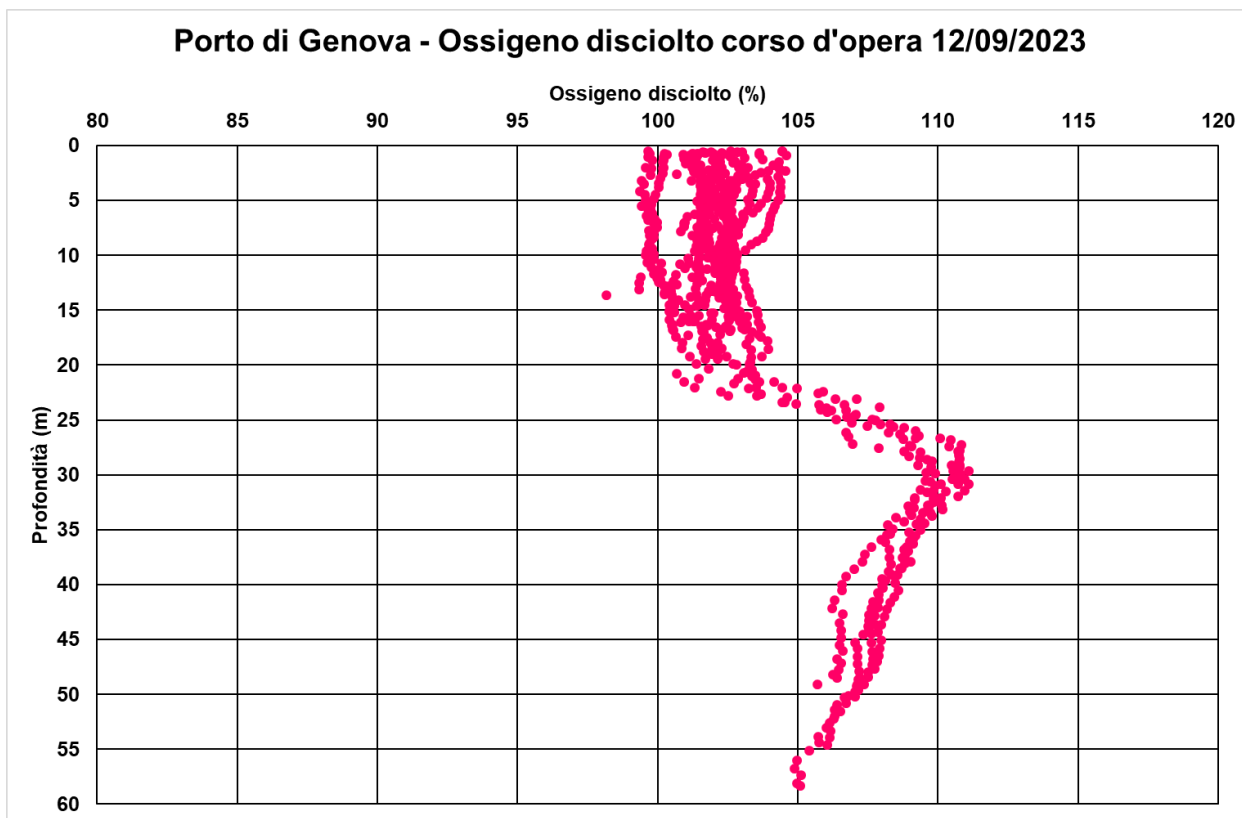
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.2 e 9.6 FTU. I valori più alti sono stati misurati in prossimità del fondo all'interno del porto (punti 11 e 6).

Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

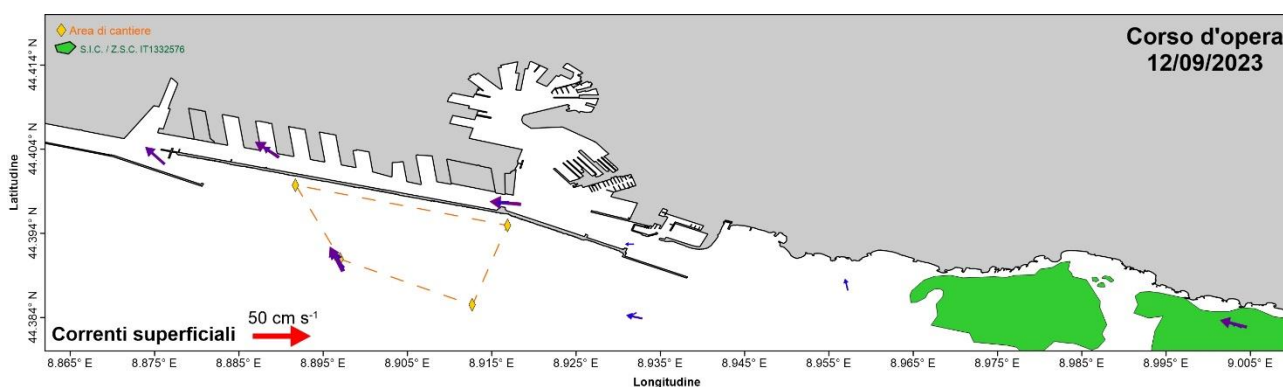
Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



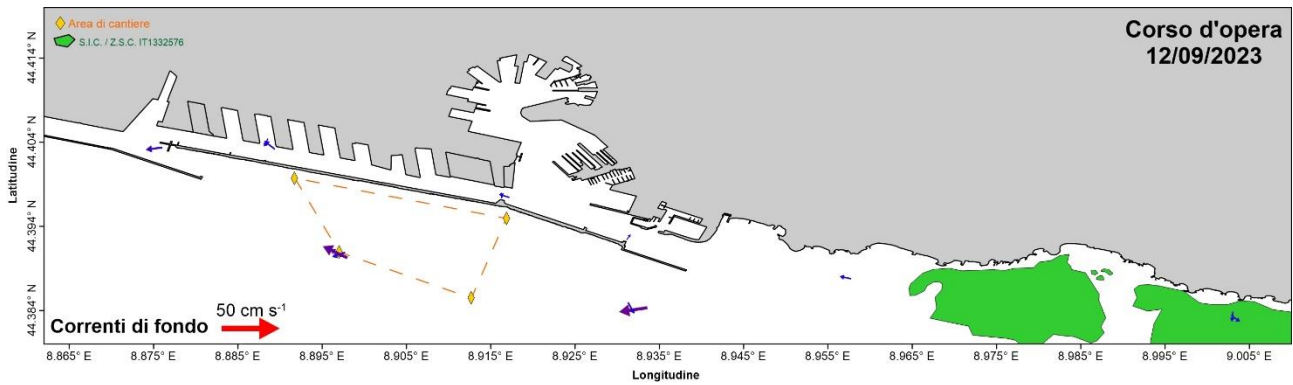
L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 98 e 111%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



Le velocità delle correnti erano comprese tra 0.2 e 28.6 cm s^{-1} lungo tutta la colonna d'acqua; la direzione delle correnti era prevalente verso W sia nello strato superficiale sia in quello di fondo, sia all'interno del porto sia fuori dal bacino. Di seguito sono riportate le distribuzioni dei vettori di corrente nello strato superficiale e in quello di fondo.



Vettori corrente nello strato superficiale.

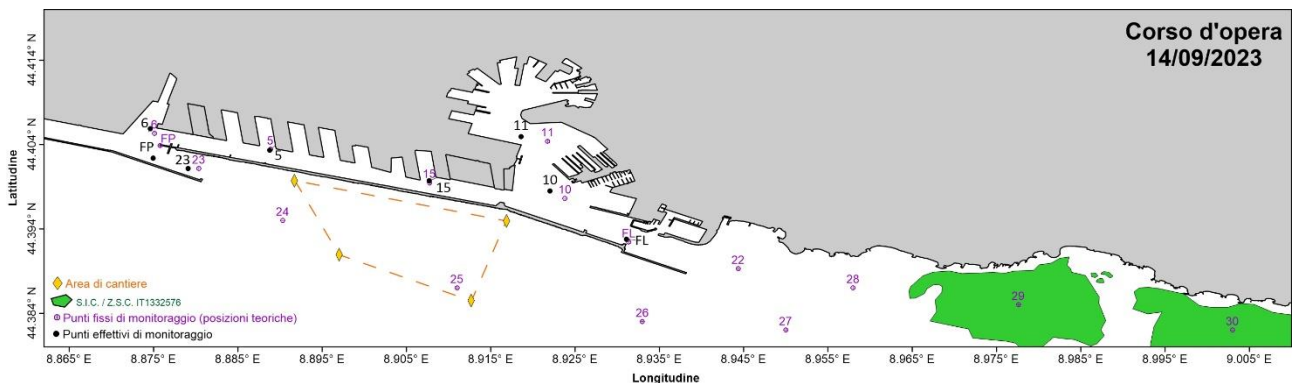


Vettori corrente nello strato di fondo.

14/09/2023

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento in rotazione da SE a N, mare mosso e cielo coperto con pioggia. Le operazioni si sono svolte a bordo della M/B Miriana della Servizi Ecologici Porto di Genova. Alle operazioni ha partecipato il seguente personale del DISTAV: Dr.ssa Laura Cutroneo, Dr.ssa Irene Geneselli.

Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 8 punti tra fissi e mobili solo all'interno del porto a causa dello stato del mare. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.

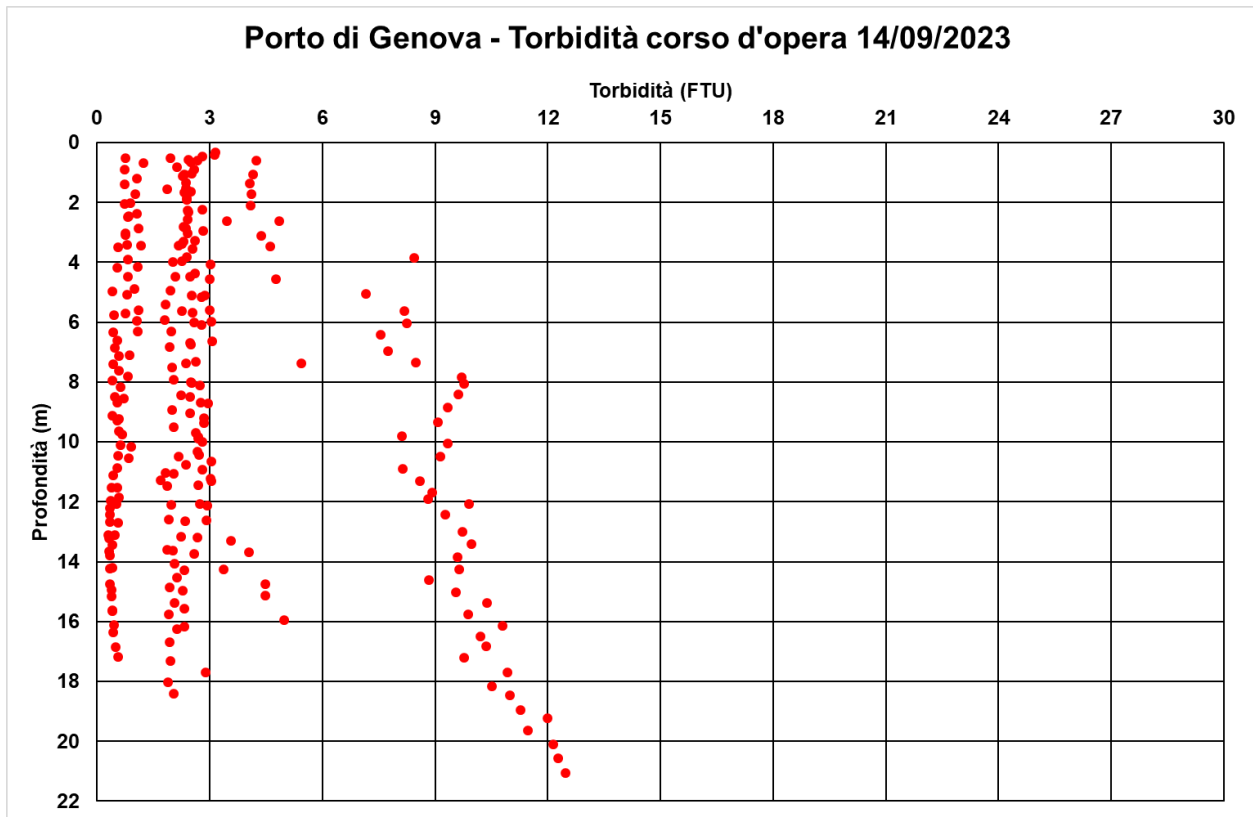


Mapa dei punti di misura: in viola la posizione teorica dei punti fissi, in nero la posizione effettiva dei punti di misura effettuati durante la giornata di monitoraggio.

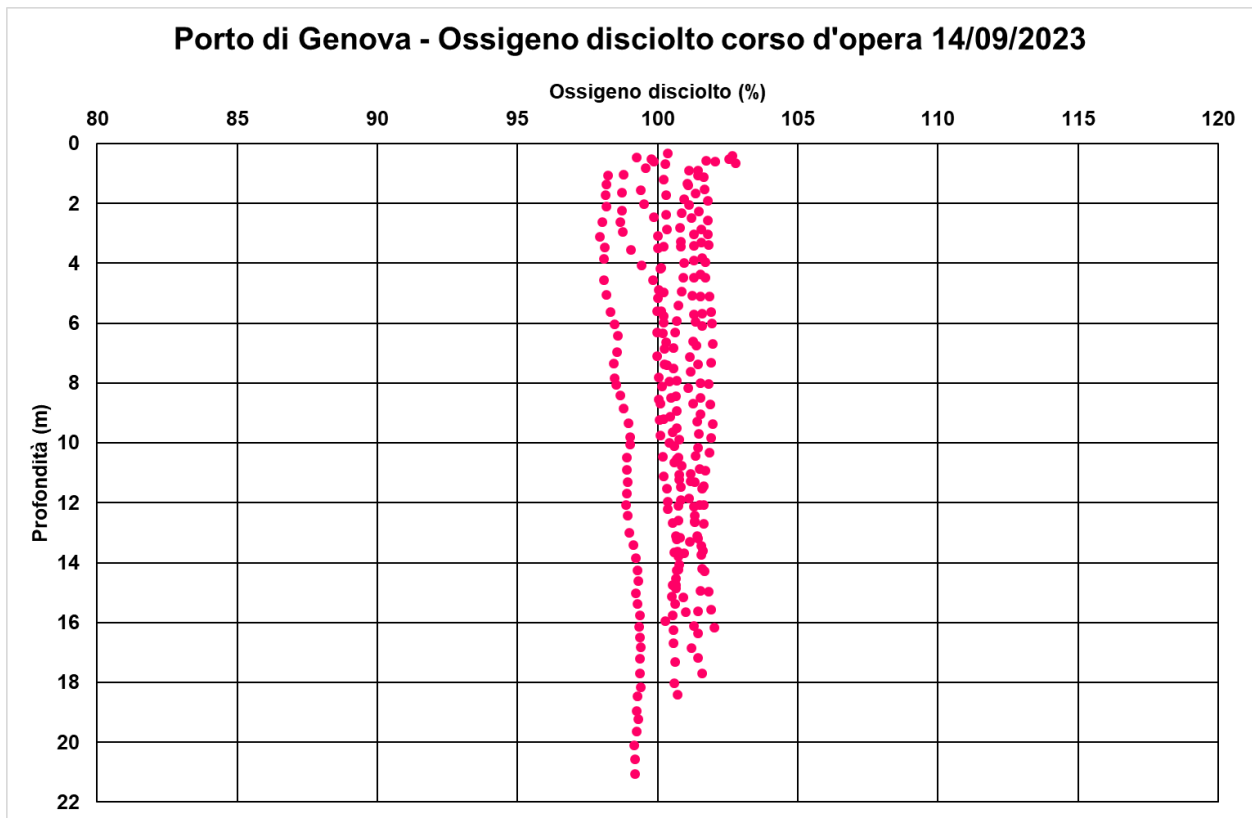
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.3 e 12.5 FTU. I valori più alti sono stati misurati in prossimità del fondo nel punto 11 all'interno del porto.

Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



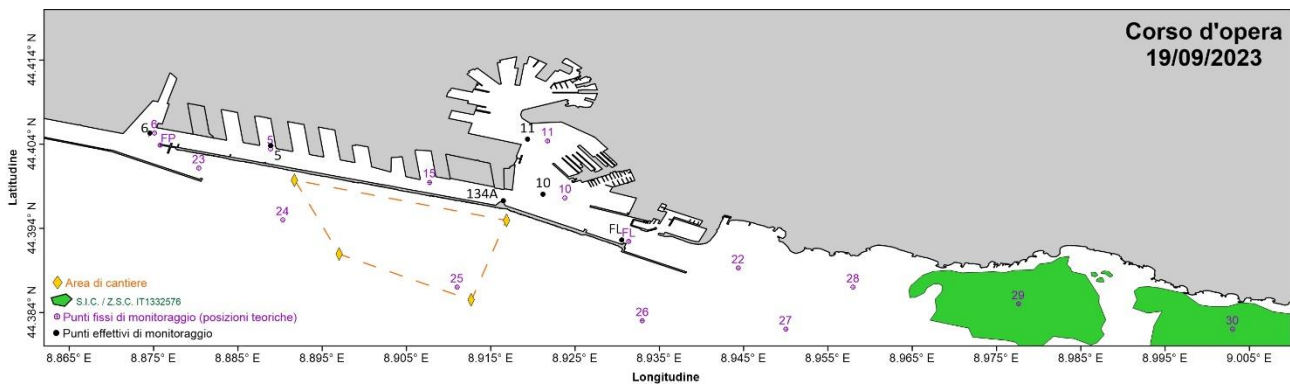
L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 98 e 103%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



19/09/2023

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento da SE, mare poco mosso in porto e mosso fuori dal porto, cielo variabile. Le operazioni si sono svolte a bordo della M/B Capo Nord Oceanic dei Barcaioni di Multedo. Alle operazioni ha partecipato il seguente personale del DISTAV: Dr.ssa Laura Cutroneo, Dr.ssa Irene Geneselli.

Nella giornata precedente alle misure è stata emanata Allerta gialla dalla Regione Liguria per forti piogge. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 6 punti tra fissi e mobili e misure con correntometro in 3 punti solo all'interno del porto. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.

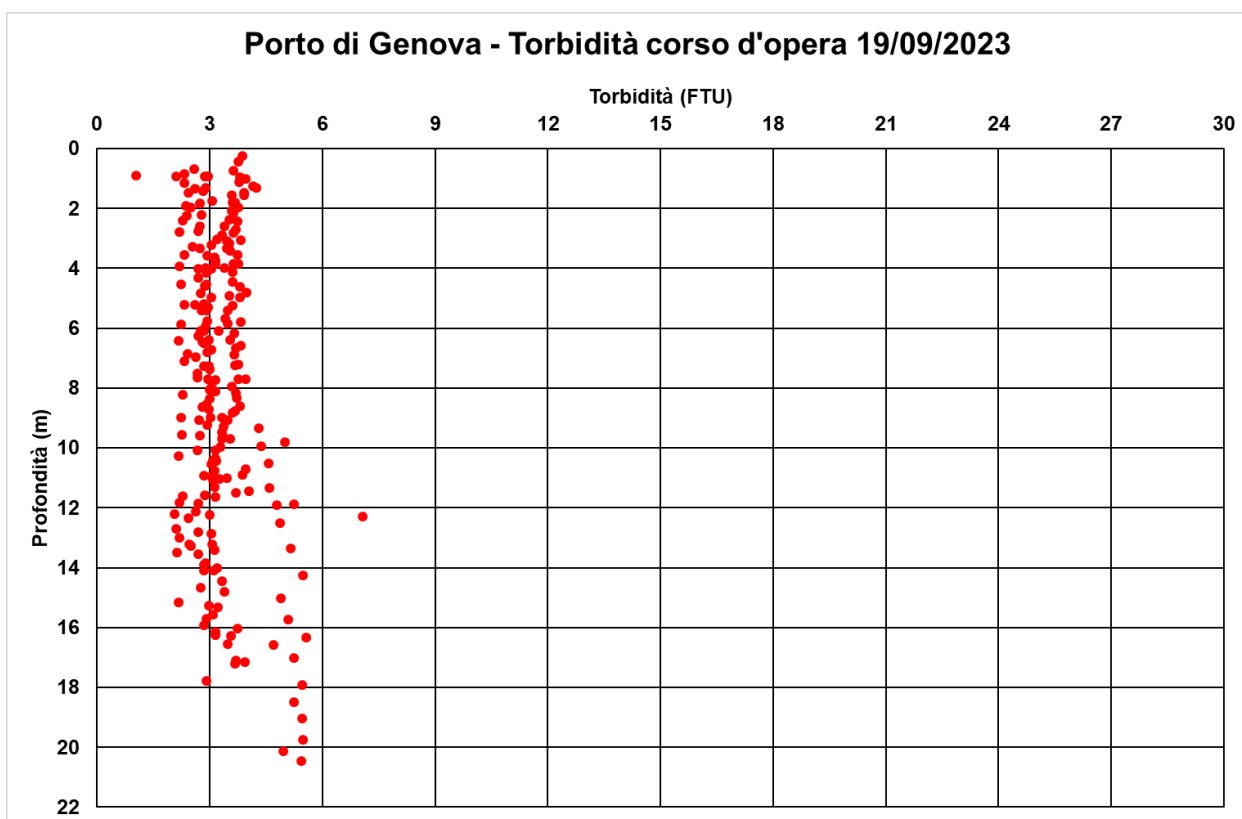


Mappa dei punti di misura: in viola la posizione teorica dei punti fissi, in nero la posizione effettiva dei punti di misura effettuati durante la giornata di monitoraggio.

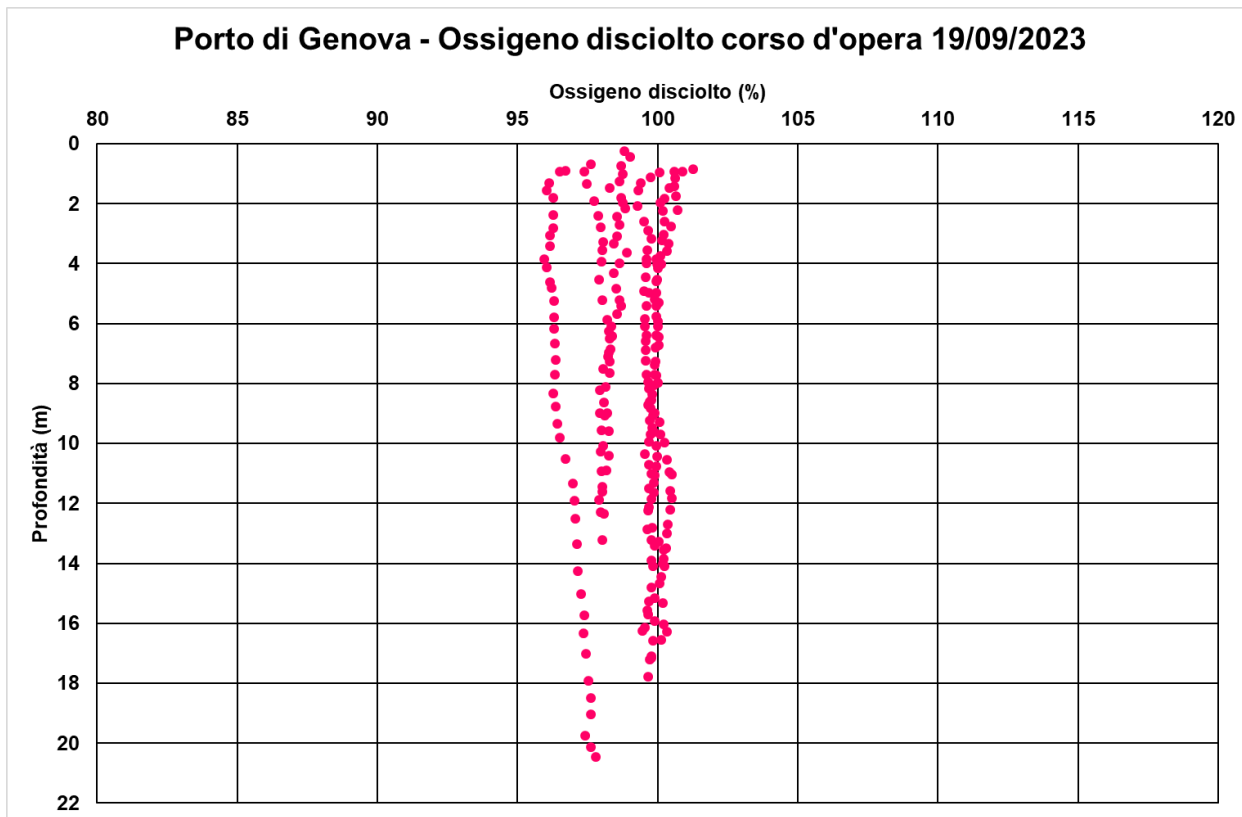
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 1.0 e 7.1 FTU.

Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

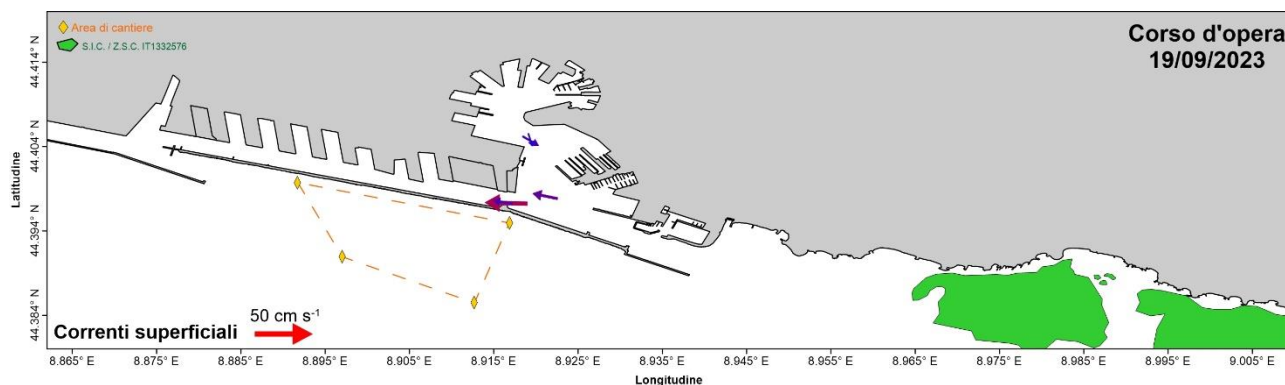
Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



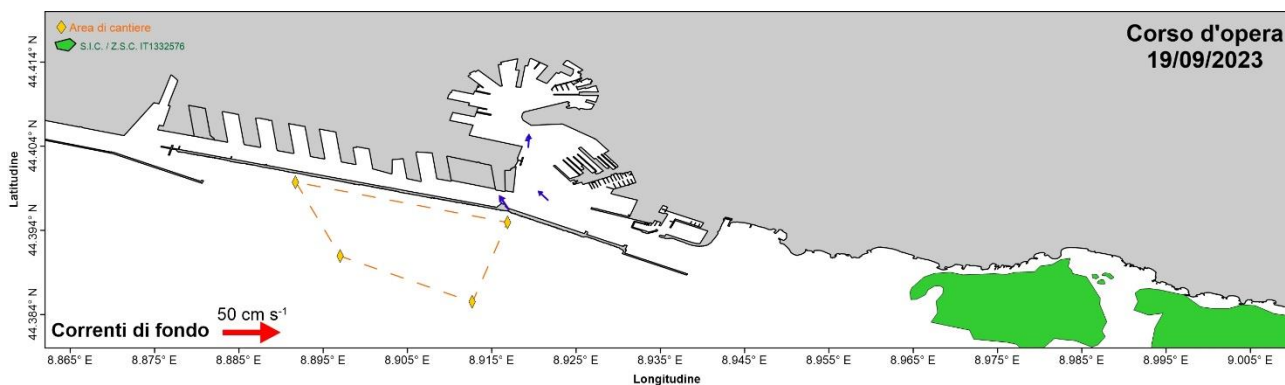
L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 96 e 101%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



Le velocità delle correnti erano comprese tra 0.2 e 34.4 cm s⁻¹ lungo tutta la colonna d'acqua; la direzione delle correnti era prevalente verso W all'imboccatura del Canale di Sampierdarena e verso S davanti a Calata Gadda nello strato superficiale, e verso N in quello di fondo. Di seguito sono riportate le distribuzioni dei vettori di corrente nello strato superficiale e in quello di fondo.



Vettori corrente nello strato superficiale.



Vettori corrente nello strato di fondo.

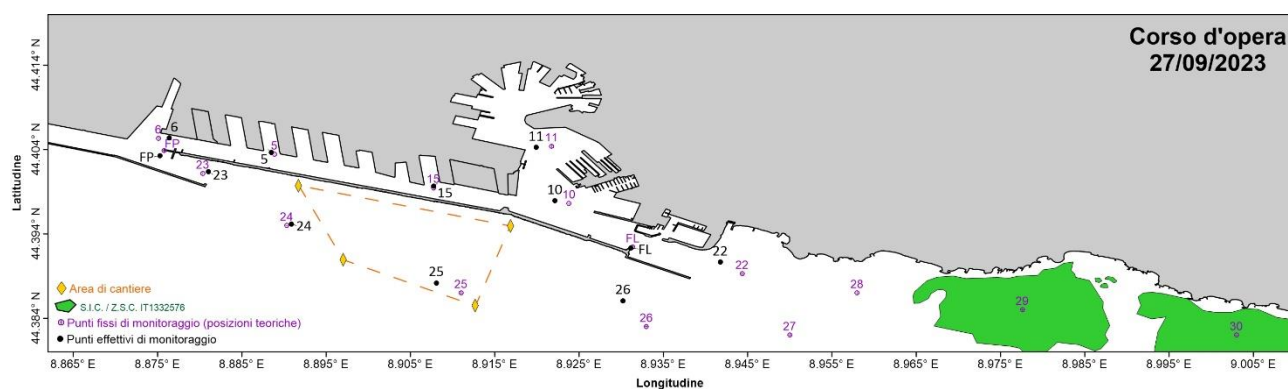
21-22/09/2023

Le operazioni di monitoraggio non si sono svolte a causa delle pessime condizioni meteo-marine che hanno caratterizzato questi giorni (Allerta gialla emessa da Regione Liguria per forti piogge e vento).

27/09/2023

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di forte vento da N, mare da poco mosso a mosso e cielo sereno. Le operazioni si sono svolte a bordo della M/B Orca di Arco89. Alle operazioni ha partecipato il seguente personale del DISTAV: Dr.ssa Irene Geneselli, Sig. Valter Capicchioni.

Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 12 punti tra fissi e mobili; non è stato possibile effettuare misure correntometriche a causa dello stato del mare. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.

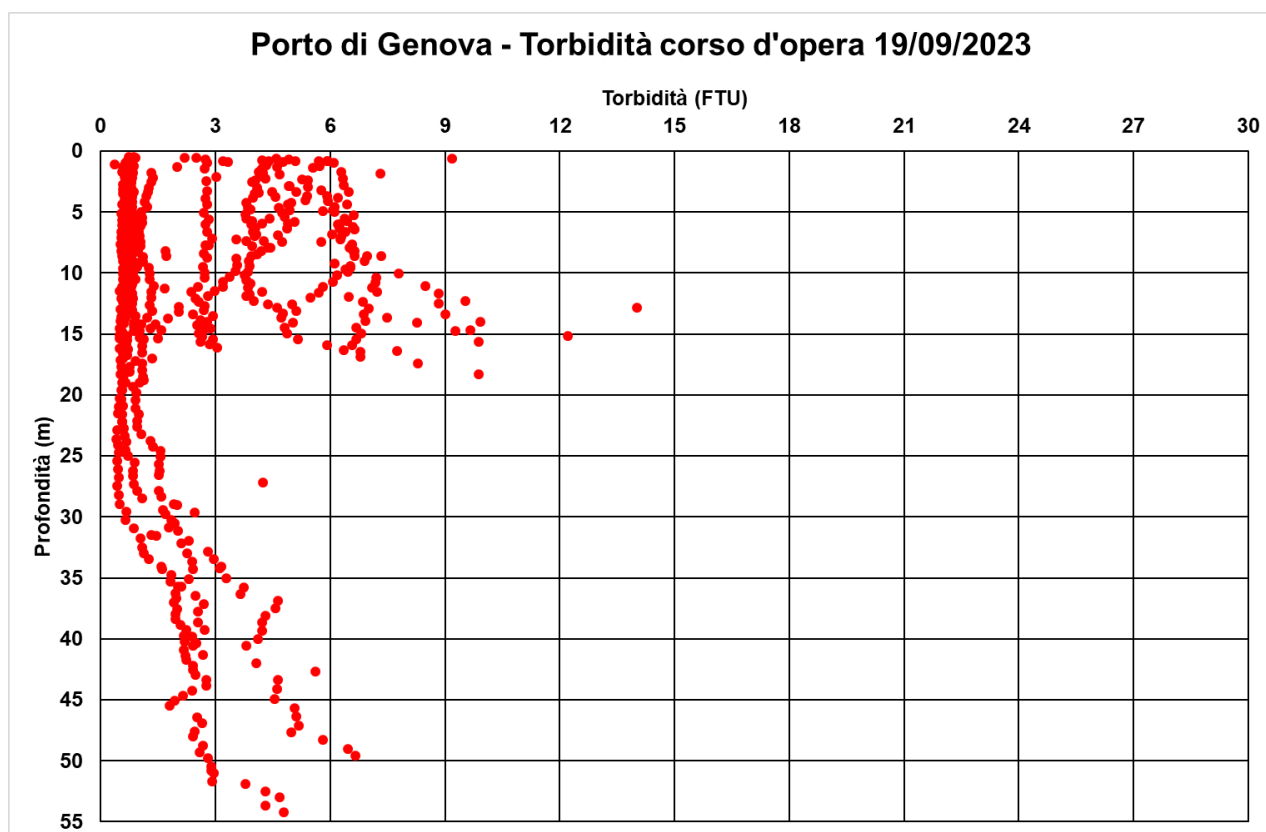


Mapa dei punti di misura: in viola la posizione teorica dei punti fissi, in nero la posizione effettiva dei punti di misura effettuati durante la giornata di monitoraggio.

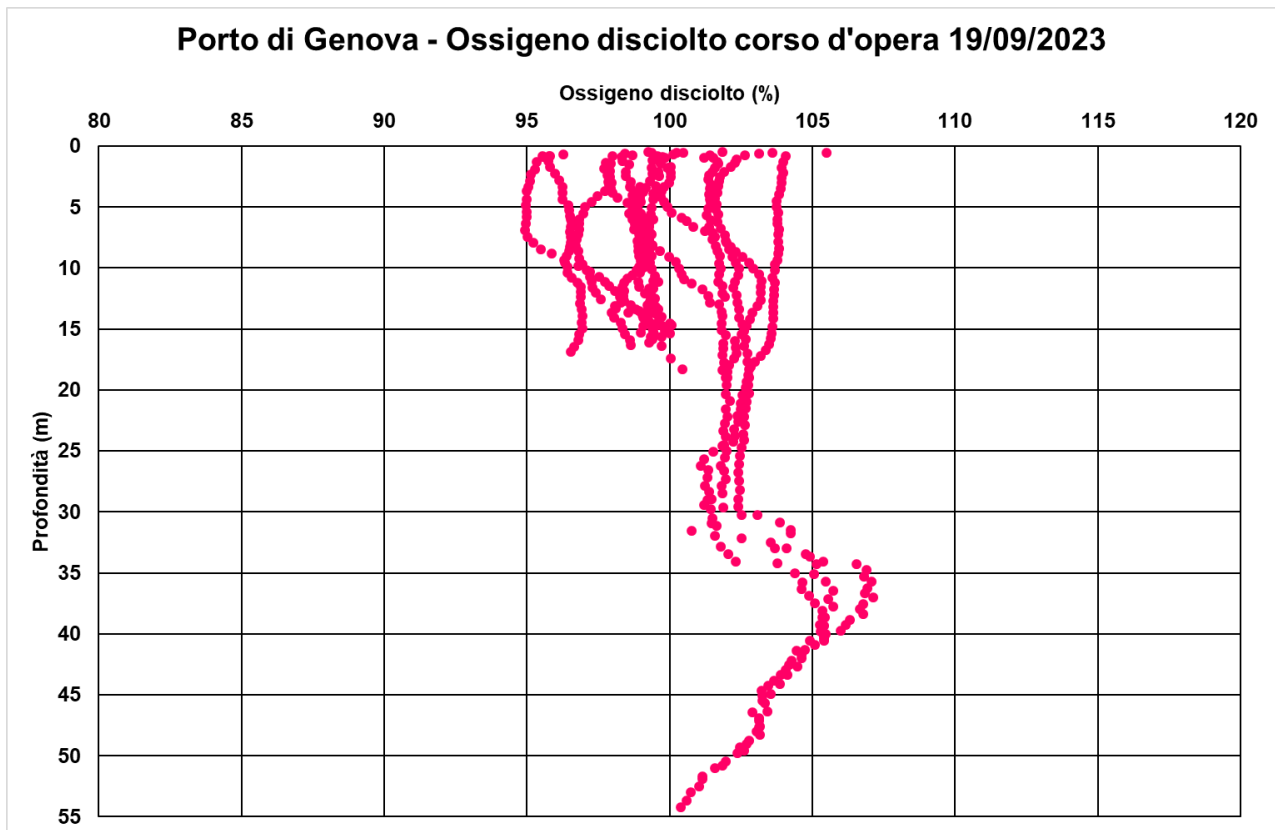
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.4 e 14.0 FTU. I valori più alti sono stati misurati in corrispondenza del fondo nei punti 6 e FP, rispettivamente alla foce del Polcevera e in prossimità della stazione fissa di ponente.

Nessun superamento soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



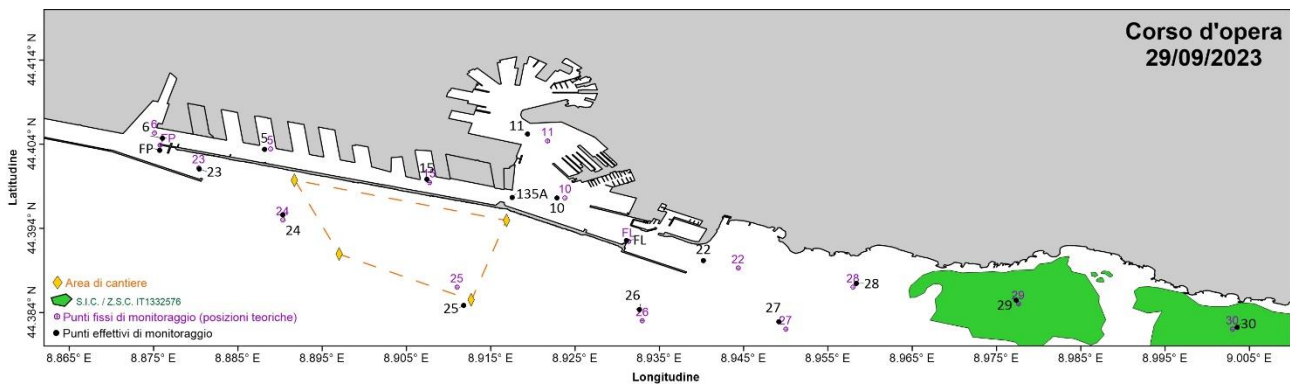
L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 95 e 107%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



29/09/2023

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento da N, mare calmo e cielo sereno. Le operazioni si sono svolte a bordo della M/B Miriana di Servizi Ecologici Porto di Genova. Alle operazioni ha partecipato il seguente personale del DISTAV: Dr.ssa Irene Geneselli, Sig. Valter Capicchioni.

Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 17 punti tra fissi e mobili e non è stato possibile effettuare misure correntometriche a causa di un problema tecnico al correntometro. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.

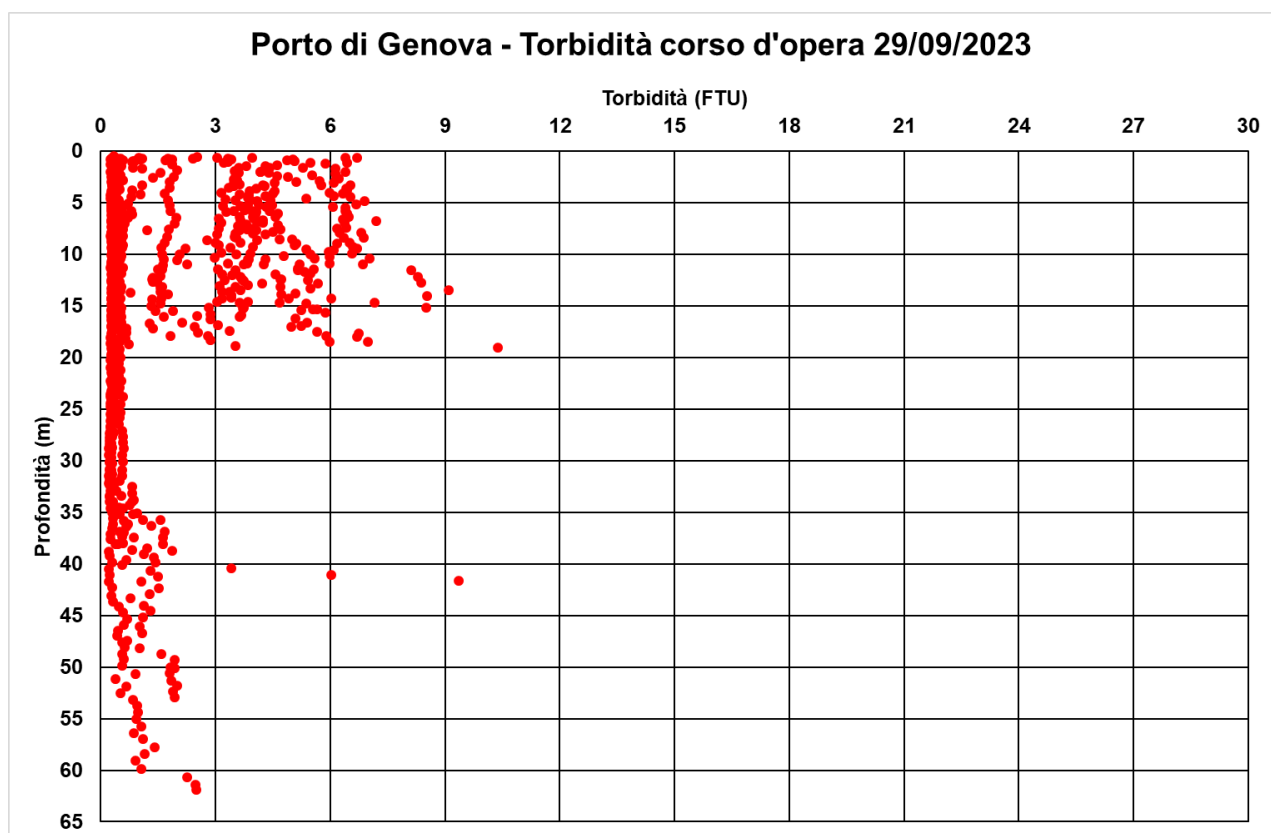


Mappa dei punti di misura: in viola la posizione teorica dei punti fissi, in nero la posizione effettiva dei punti di misura effettuati durante la giornata di monitoraggio.

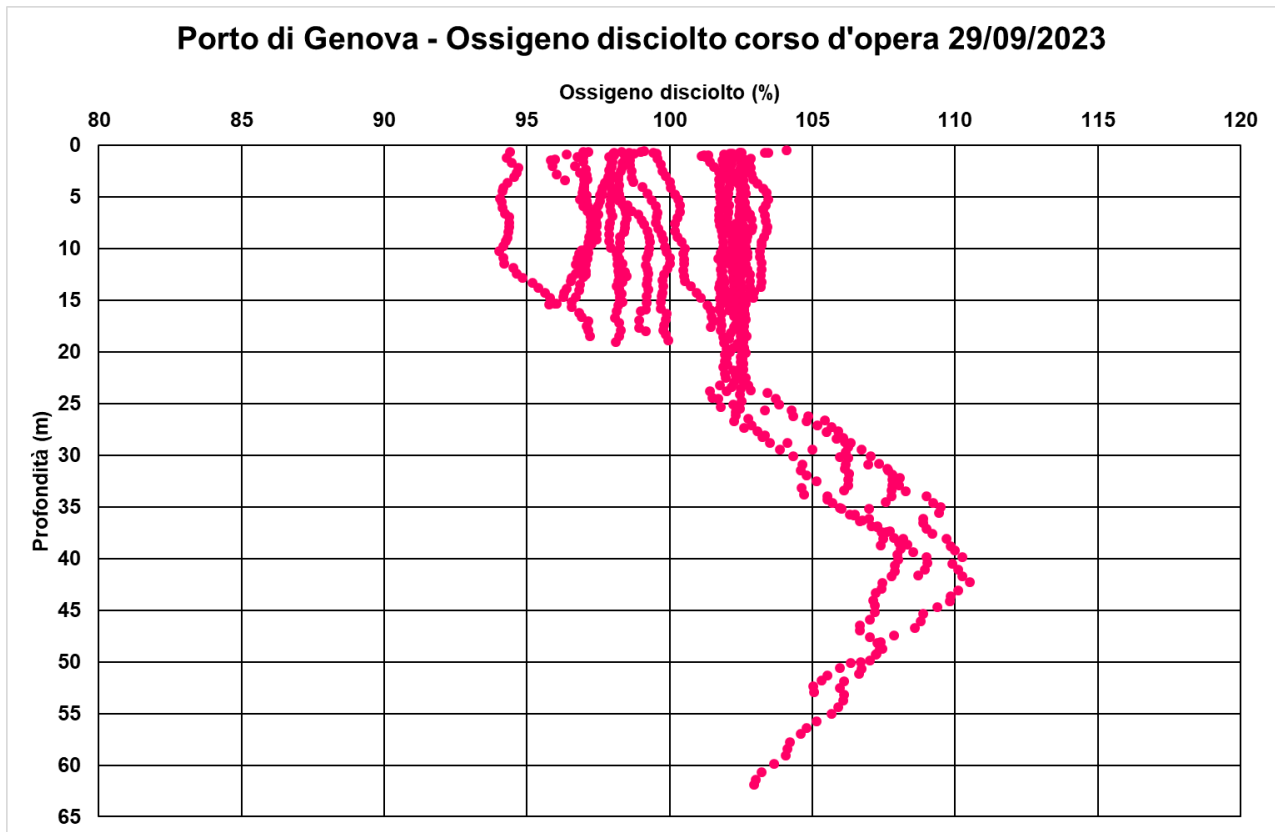
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.2 e 10.4 FTU.

Nessun superamento soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 94 e 111%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.

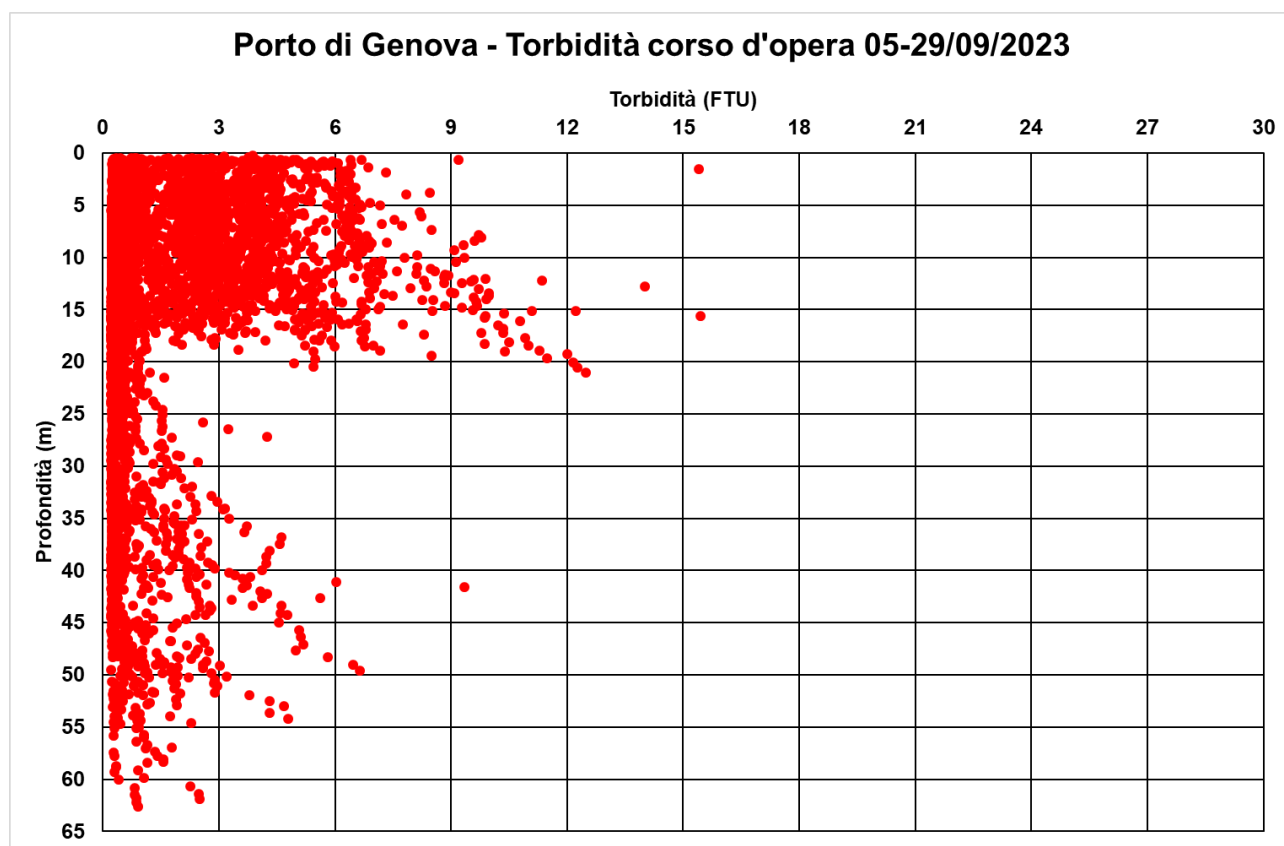


CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DEL MONITORAGGIO A MEZZO BARCA: MESE DI SETTEMBRE

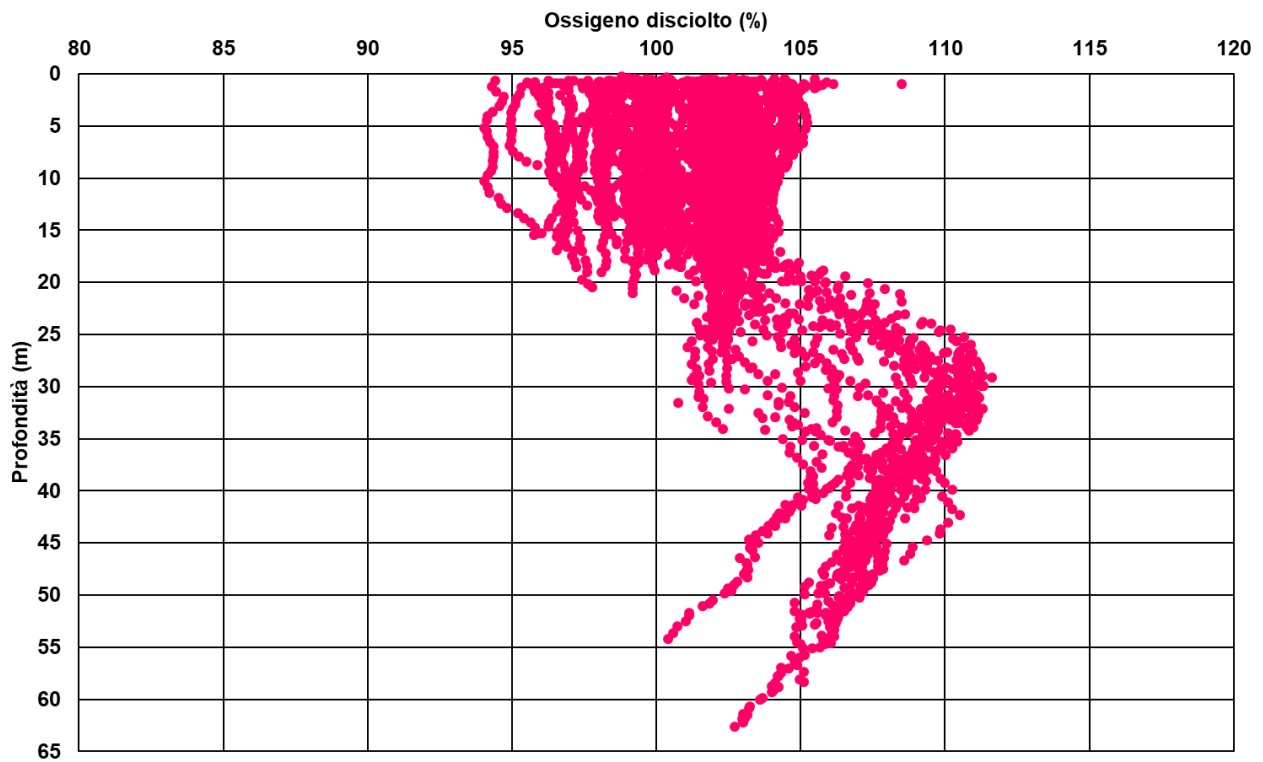
Nel complesso del periodo di monitoraggio compreso tra il 5 e il 29 Settembre, la torbidità misurata ha mostrato valori compresi tra 0.2 e 15.4 FTU. I valori più alti di torbidità hanno interessato in particolare le aree interne al porto, alla foce del Polcevera e nell'area più interna al porto dove i traghetti fanno manovra o transitano.

L'ossigeno disciolto misurato ha mostrato valori compresi tra 94 e 112%.

Di seguito sono riportati i grafici complessivi dei valori di torbidità e ossigeno disciolto misurati nel mese di Settembre.

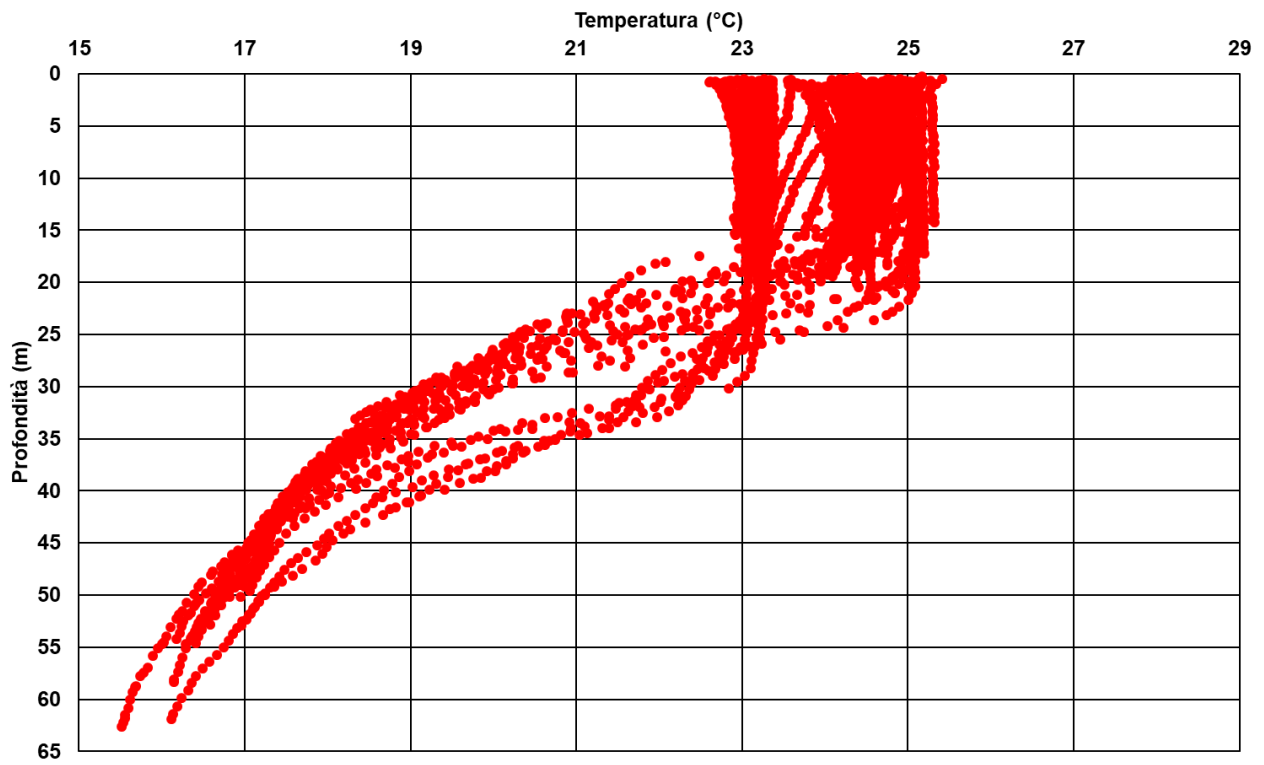


Porto di Genova - Ossigeno corso d'opera 05-29/09/2023

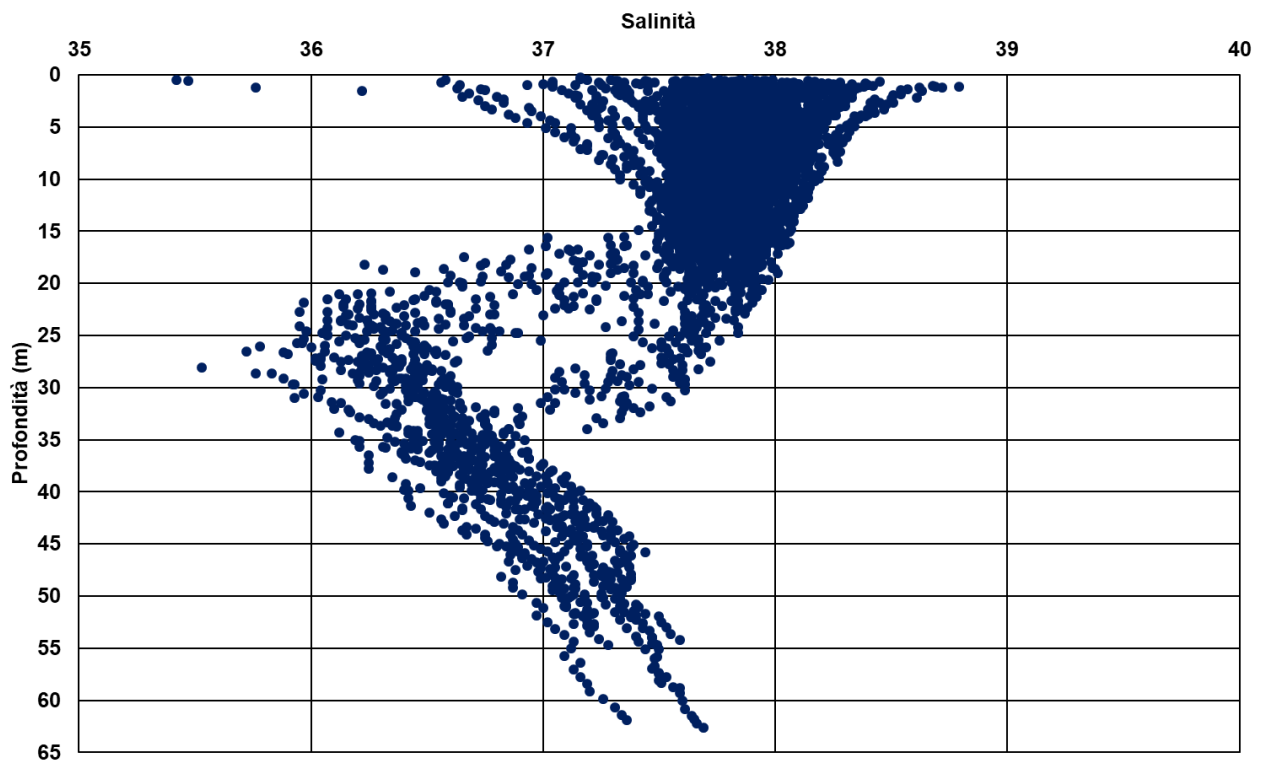


Per completezza dei dati monitorati e della caratterizzazione delle masse d'acqua, si riportano di seguito anche i grafici complessivi dei valori di temperatura e salinità misurati. La temperatura ha mostrato valori compresi tra 15.5 e 25.4°C ed ha evidenziato un inizio di raffreddamento dell'acqua superficiale dovuto alla diminuzione delle temperature dell'aria, e la presenza del termocline intorno a 15-25 m evidente nelle calate più profonde effettuate fuori dalla diga. La salinità ha mostrato valori compresi tra 35.4 e 38.8.

Porto di Genova - Temperatura corso d'opera 05-29/09/2023



Porto di Genova - Salinità corso d'opera 05-29/09/2023



MONITORAGGIO A MEZZO STAZIONI FISSE

MANUTENZIONE DELLE STAZIONI FISSE

Per garantire il corretto funzionamento della strumentazione installata sulla diga e una corretta misura da parte dei sensori, indicativamente ogni 15 giorni (quando le condizioni meteo-marine lo permettono), il personale del DISTAV effettua una manutenzione degli strumenti, provvedendo alla pulizia degli strumenti e dei sensori e all'applicazione di una pasta protettiva *anti-fouling* sui trasduttori dei correntometri.

27/09/2023

Il 27 settembre è stata effettuata la manutenzione a tutte e tre le stazioni fisse, con la pulizia dei correntometri e la sostituzione delle cime che fungono da guida degli strumenti durante il recupero e la messa a mare degli stessi.

VERIFICA DELLA CORRETTA ACQUISIZIONE E TRASMISSIONE DEI DATI DALLE STAZIONI FISSE: SETTEMBRE 2023

Il personale del DISTAV ogni giorno feriali, tre volte al giorno, effettua un controllo della corretta acquisizione dei dati da parte degli strumenti delle stazioni fisse e della corretta ricezione dei dati dal sistema di allarme e visualizzazione dati sulla pagina web dedicata. Il controllo viene effettuato sul terminale dedicato che è situato presso il DISTAV e che riceve i dati dagli strumenti. Nei giorni festivi e in qualsiasi altro momento necessario, il personale del DISTAV controlla i valori misurati dalle stazioni fisse ed il loro corretto funzionamento grazie alla pagina internet dedicata (<https://s4sinapsi.it/Stazioni/#/adcp02>).

Grazie a questo continuo controllo, il primo di settembre è stata individuata una interruzione nella trasmissione di dati al sito internet di visualizzazione dei dati in diretta. I tecnici sono stati avvisati ed il problema è stato risolto in breve tempo.

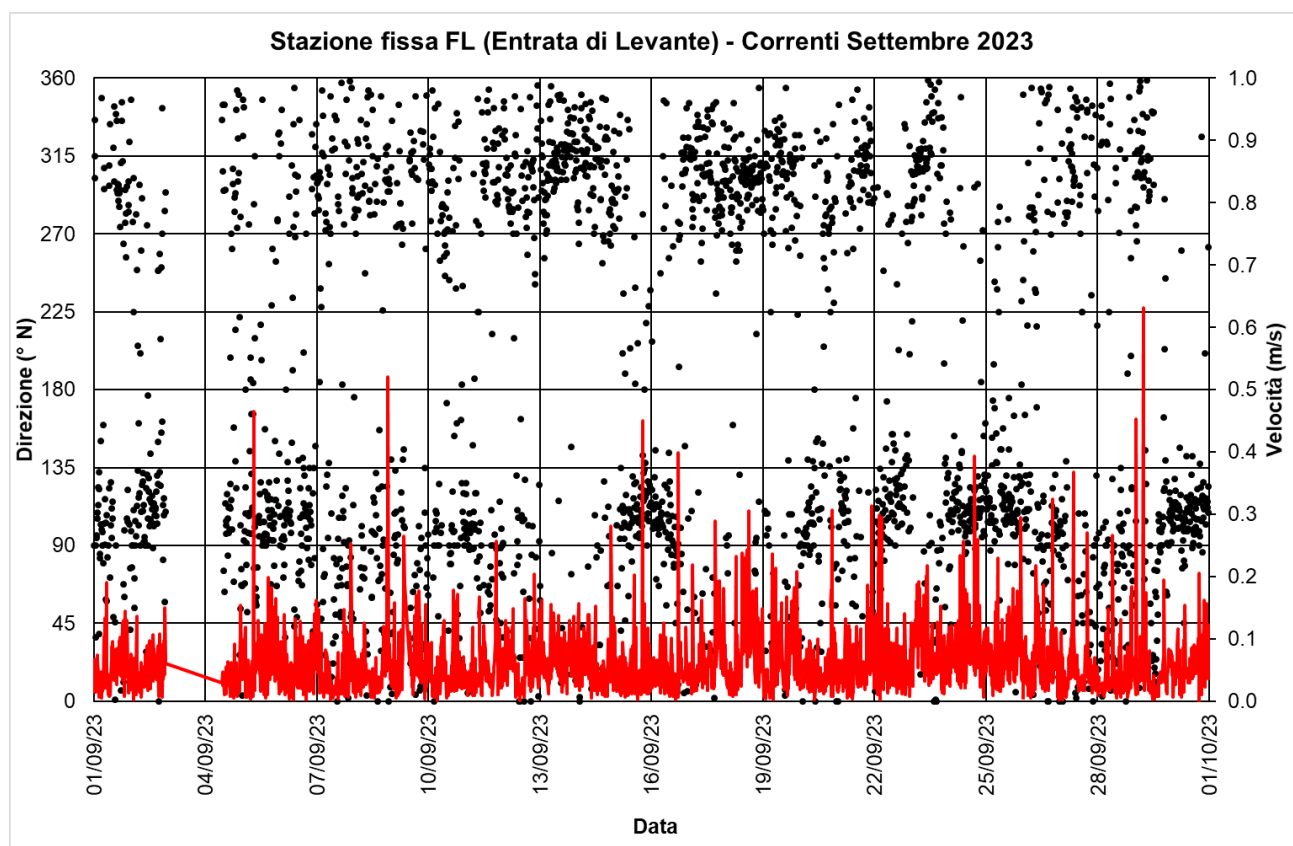
ANALISI DEI DATI DI TORBIDITA', OSSIGENO DISCIOLTO E CORRENTI REGISTRATI DALLE STAZIONI FISSE: PERIODO SETTEMBRE 2023

Si ricorda che nel mese di Agosto 2023, approfittando del fatto che i lavori di costruzione della nuova diga si svolgono solo all'esterno del porto in questa fase, le sonde sono state

tolte dalle stazioni fisse per una manutenzione straordinaria e per evitare la misura di dati anomali non reali, e per evitare anche che l'elevata crescita estiva di alghe e altri organismi potesse danneggiare i sensori. Le sonde verranno ripristinate appena la temperatura dell'acqua calerà e il tasso di crescita degli organismi diminuirà, e le condizioni meteo-marine lo permetteranno.

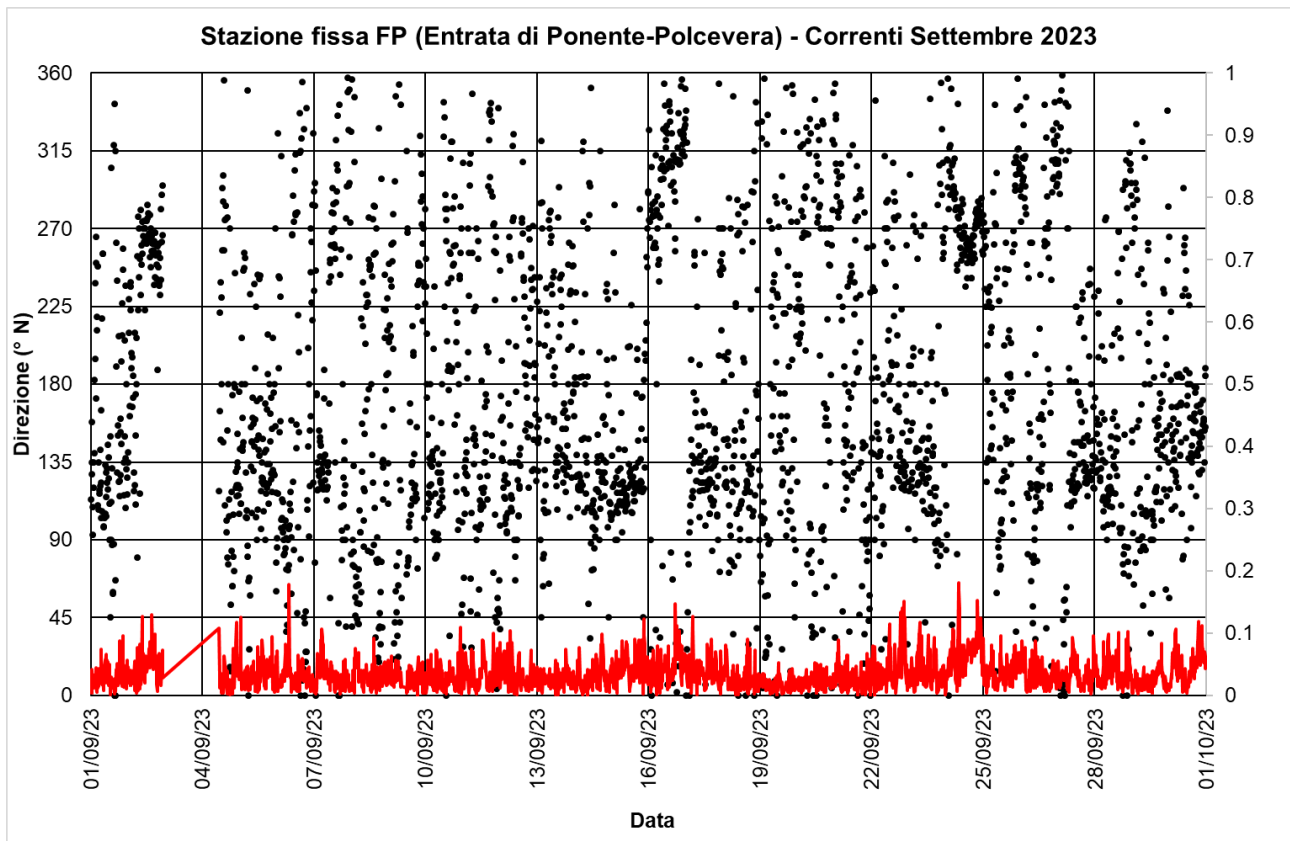
Stazione di levante FL

Le correnti hanno mostrato intensità comprese tra 0 e 0.63 m s⁻¹, con direzione variabile E-SE e NW (cella 5 di riferimento).



Stazione di ponente-Polcevera FP

Le correnti hanno mostrato intensità comprese tra 0 e 0.18 m s⁻¹, con direzione variabile caratterizzata dalla prevalenza di SE e W-NW (cella 5 di riferimento).



Stazione di Multedo FM

Le correnti hanno mostrato intensità comprese tra 0 e 0.38 m s^{-1} , con direzione prevalente W-NW e brevi inversioni da E (cella 5 di riferimento).

Stazione fissa FM (Canale di calma di ponente-Multedo) - Correnti Settembre 2023

