



**Università  
di Genova**

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

## **RELAZIONE**

Monitoraggio dinamico e chimico-fisico delle attività relative agli interventi di miglioramento della sicurezza dello specchio acqueo del Porto Turistico Internazionale di Rapallo

Fase in corso d'opera e *post operam*

**LUGLIO-AGOSTO 2023**

**Responsabile DISTAV**

Prof. Marco Capello

(Firmato digitalmente)

---

## **INTRODUZIONE**

Nell'ambito delle previste operazioni di miglioramento della sicurezza dello specchio acqueo del Porto Turistico Internazionale di Rapallo, il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita dell'Università degli Studi di Genova è stato incaricato di effettuare il monitoraggio delle operazioni di cantiere onde controllare lo stato della torbidità, dell'ossigeno e della dinamica.

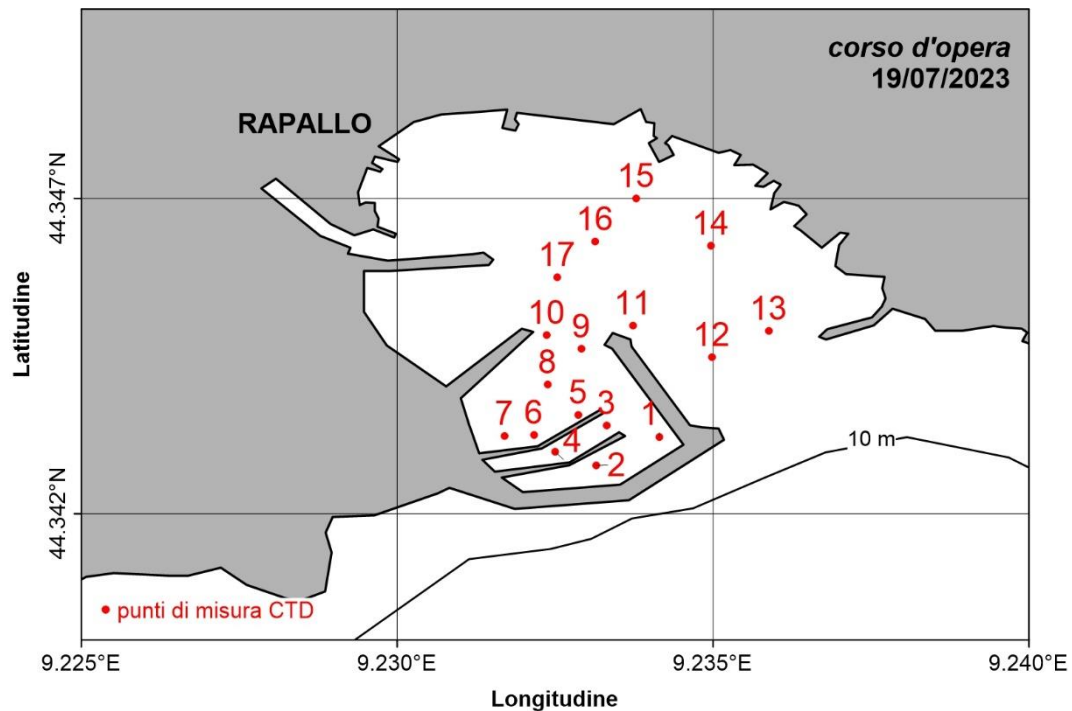
Per questo motivo, durante i lavori, si è provveduto a compiere campagne di monitoraggio in corso d'opera e, dopo il termine dei lavori, si è provveduto a compiere una campagna *post operam* per controllare che le condizioni iniziali si fossero ristabilite. Di seguito, quindi, riportiamo gli esiti dell'ultima campagna oceanografica effettuata nel mese di LUGLIO 2023 per il corso d'opera e di quella effettuata nel mese di AGOSTO 2023 relativa al *post operam*. Si precisa che nel mese di Luglio è stata effettuata una sola campagna di monitoraggio perché i lavori erano molto frammentati e sono arrivati alla loro conclusione, per quanto riguarda la parte a mare.

Si ricorda che, a seguito di una richiesta effettuata dal Personale di ARPAL, a partire dalla relazione di Aprile 2023 le concentrazioni di ossigeno disciolto sono espresse in  $\text{mg L}^{-1}$  e non in valori %.

## **CORSO D'OPERA**

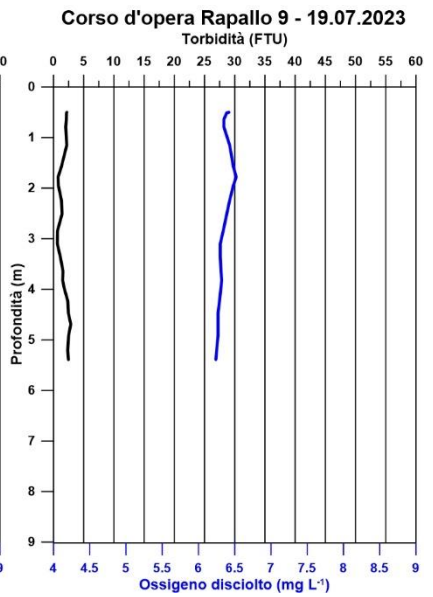
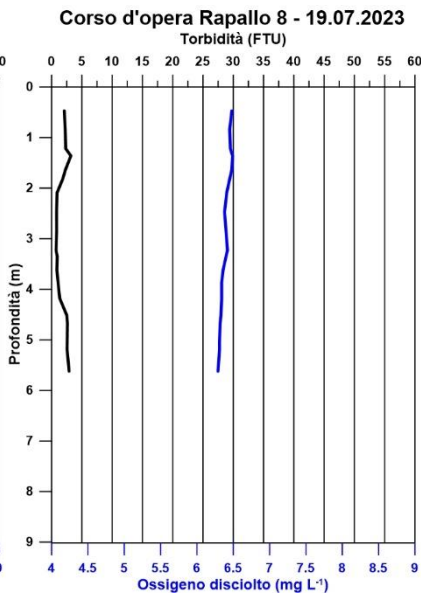
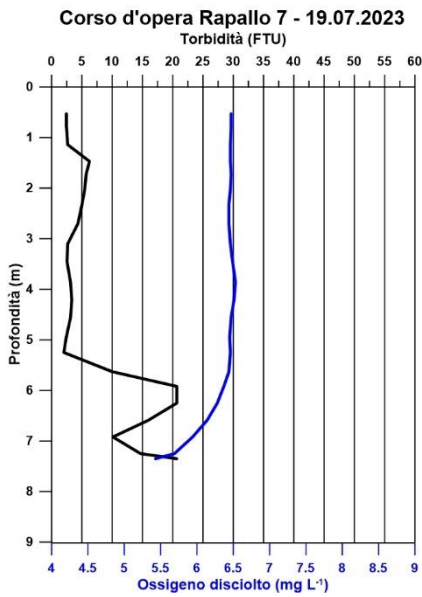
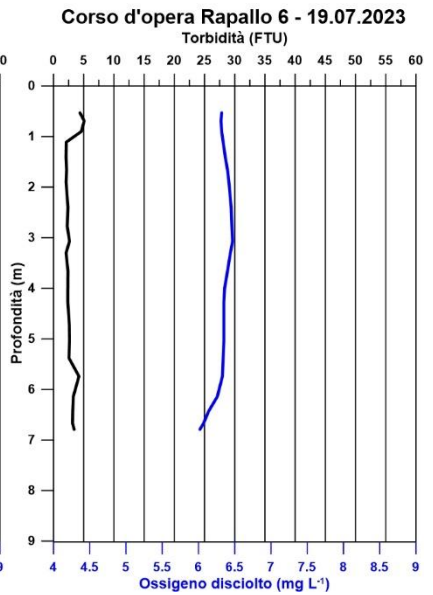
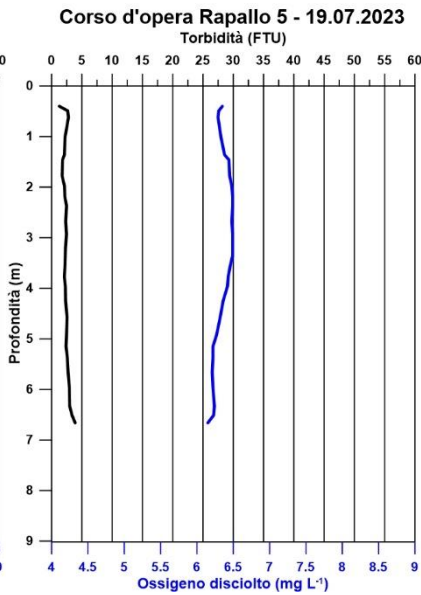
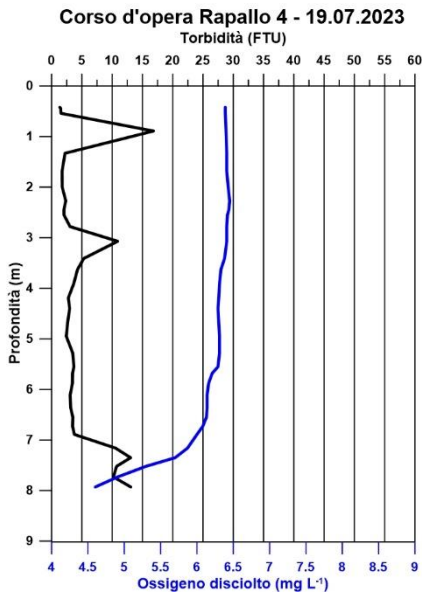
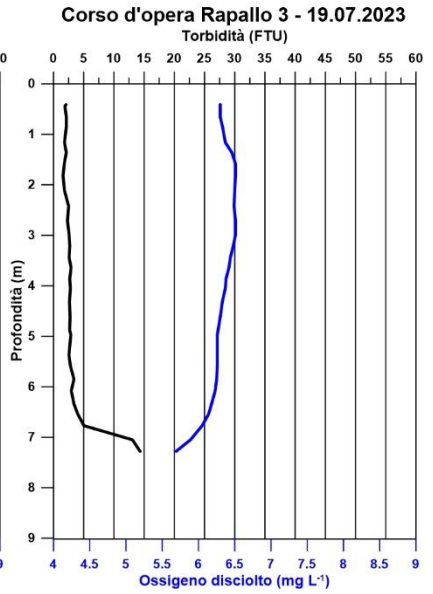
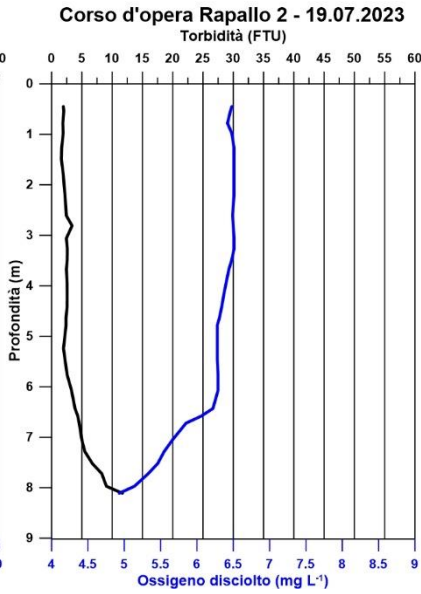
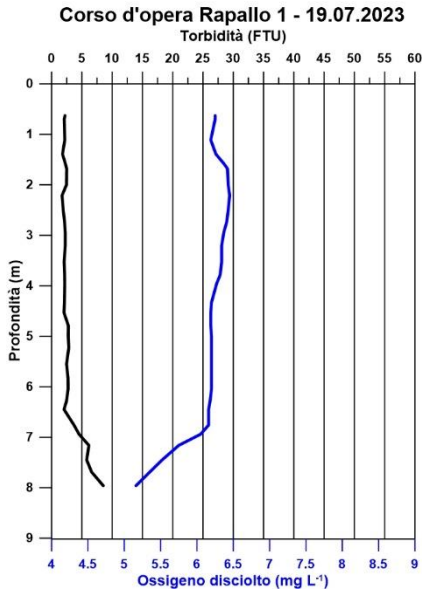
### **19/07/2023**

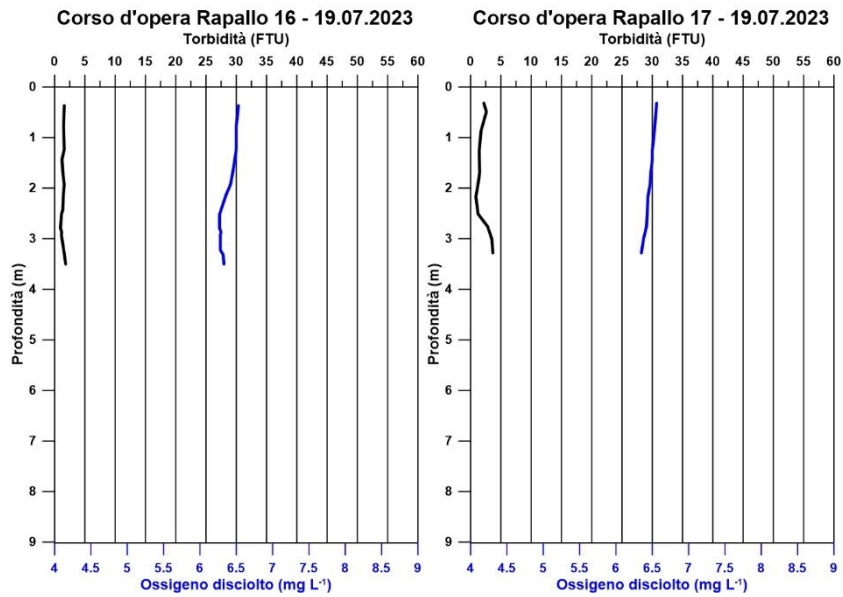
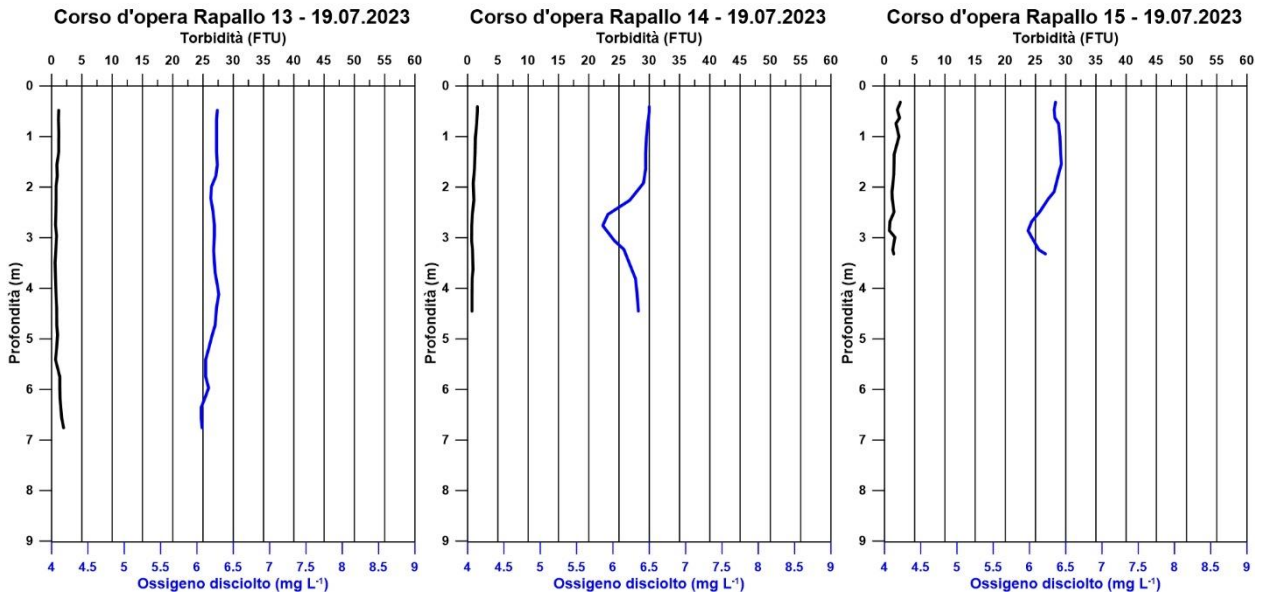
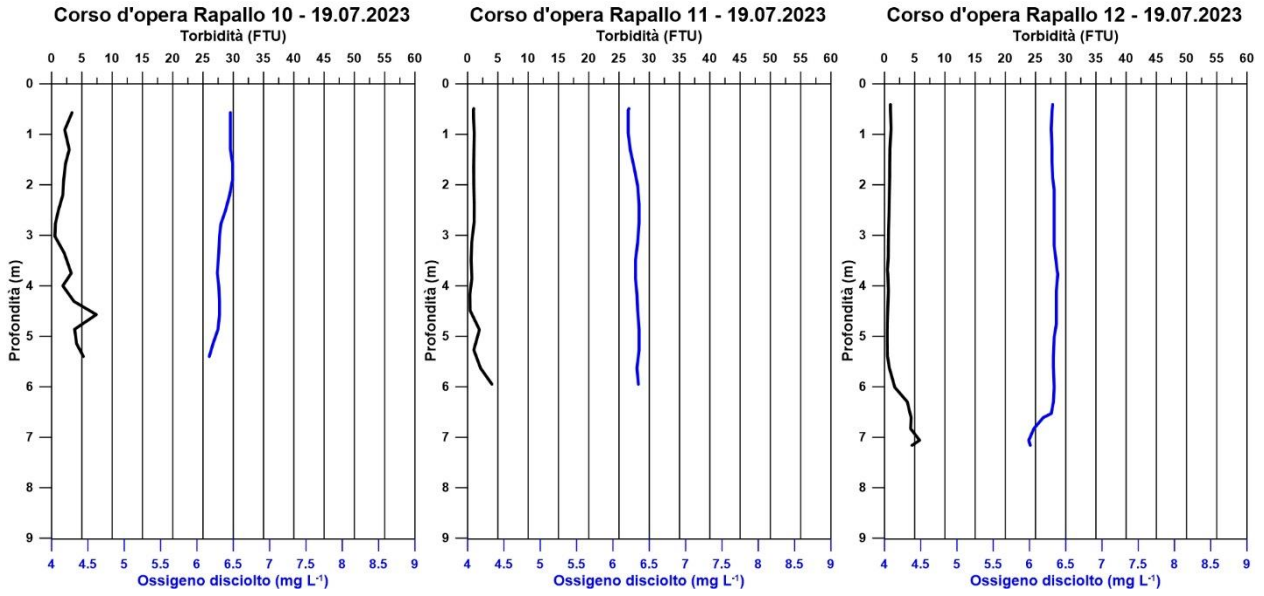
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte con mare calmo, cielo variabile e vento debole da E-SE. Sono state effettuate 17 stazioni per il rilievo dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua a mezzo sonda multiparametrica e 7 stazioni di misura con correntometro. La distribuzione delle stazioni è indicata nella seguente figura.



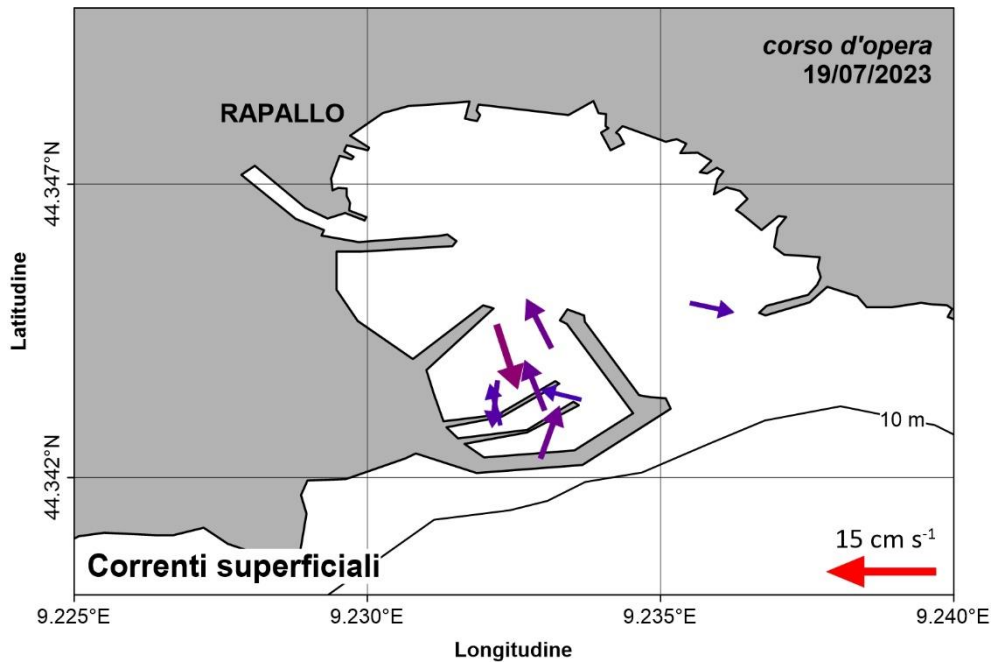
Mapa delle stazioni di misura dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua.

La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.4 e 20.7 FTU in tutta l'area indagata, con i massimi misurati in prossimità del pontone di Santoro impegnato nella movimentazione del sedimento di fondo a fianco delle banchine e nel punto in cui scavava dopo che si era spostato (stazione 7). Nelle stazioni fuori dal Carlo Riva il valore massimo misurato è stato di 5.8 FTU in prossimità del fondo nella stazione 12. L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi nell'intervallo tra 4.6 e 6.6 mg L<sup>-1</sup>. Di seguito sono riportati i profili verticali di torbidità (in FTU, scala 0-60 FTU, in nero) e ossigeno disciolto (in mg L<sup>-1</sup>, scala 4.0-9.0 mg L<sup>-1</sup>, in blu) misurati in tutte le stazioni.

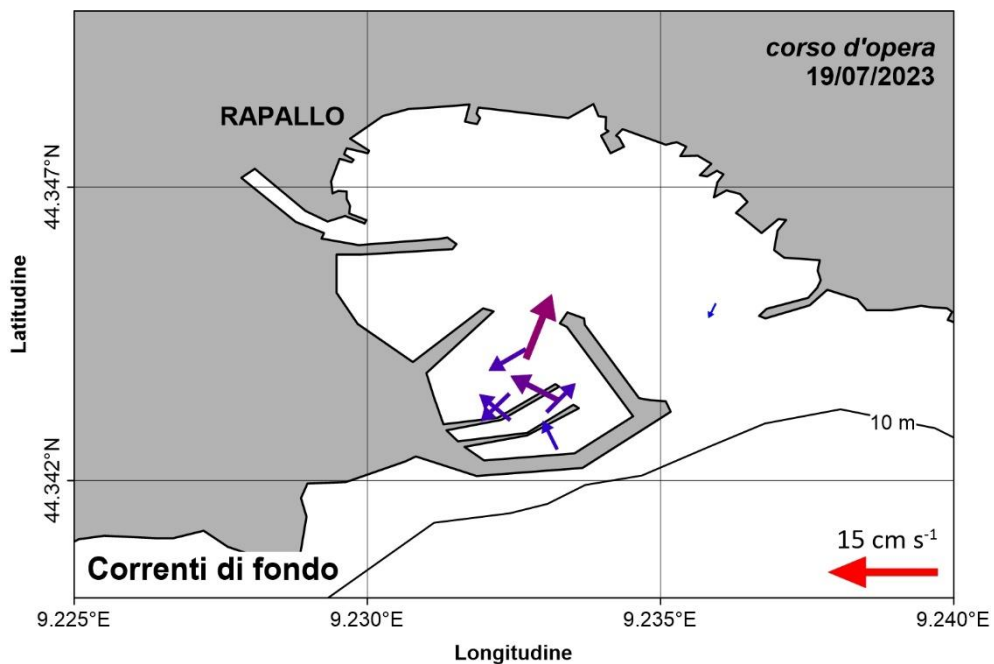




Le correnti hanno mostrato velocità comprese tra 0.2 e 14.3 cm s<sup>-1</sup> in tutta la colonna d'acqua. Di seguito sono riportate le mappe dei vettori di corrente misurati nello strato superficiale e in quello prossimo al fondo.



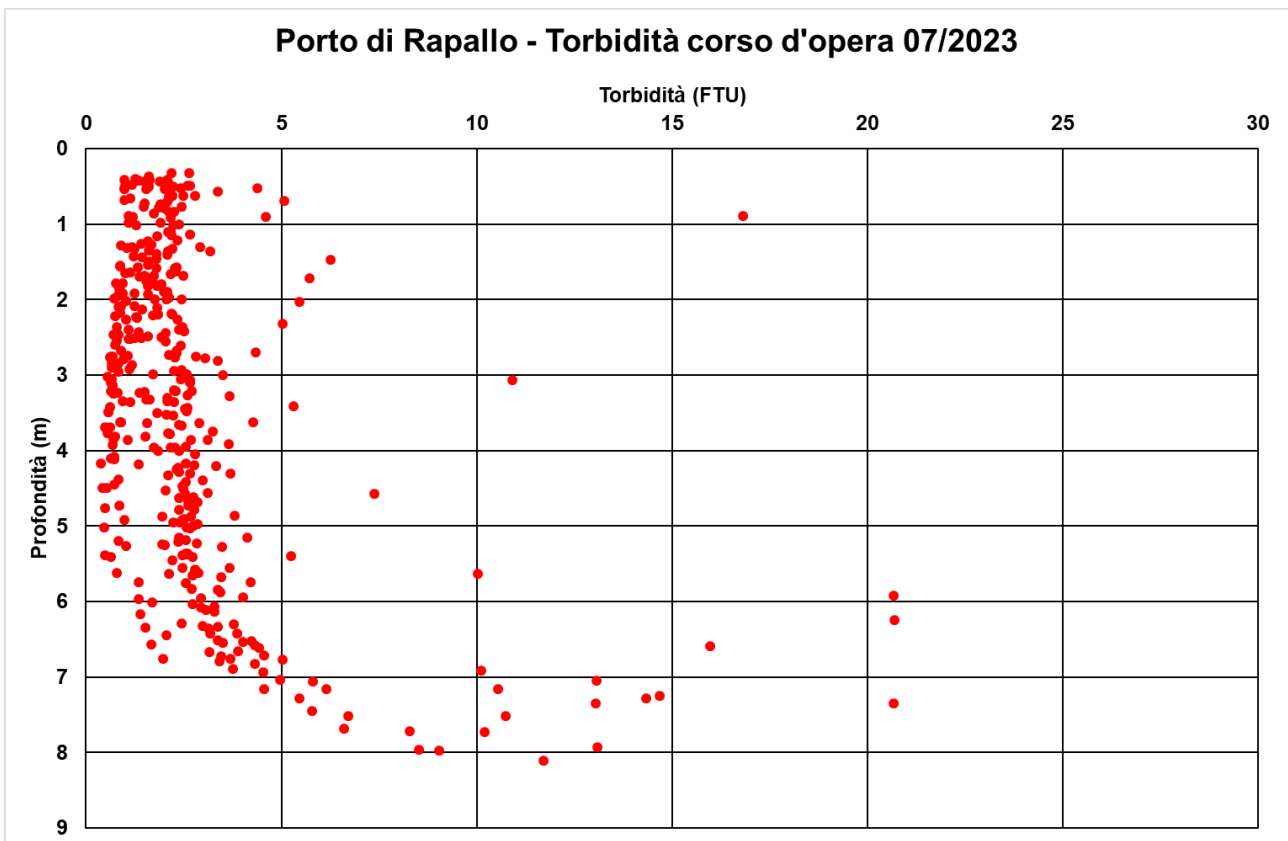
Mappa dei vettori di corrente nello strato superficiale.



Mappa dei vettori di corrente nello strato di fondo.

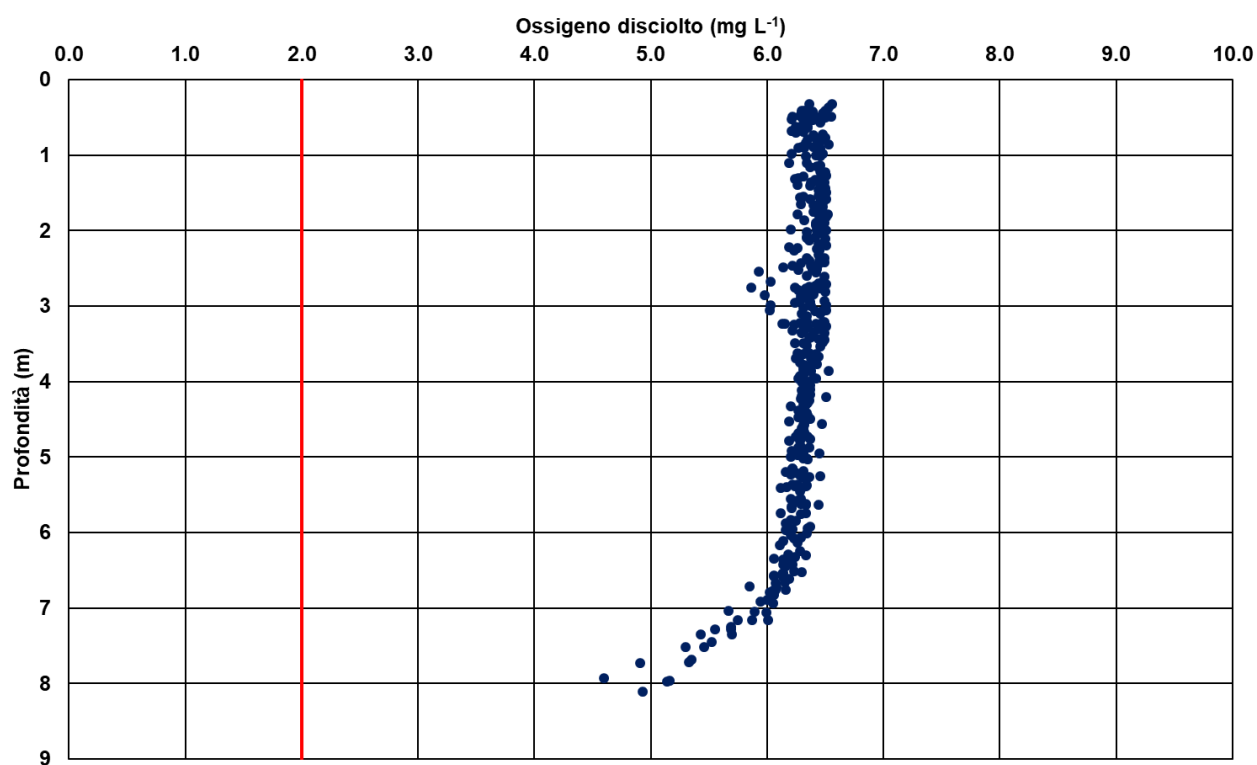
## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DI LUGLIO 2023

Di seguito sono riassunti tutti i valori di torbidità registrati in tutte le stazioni della campagna in corso d'opera realizzata nel mese di Luglio 2023. Nel complesso la torbidità è compresa tra 0.4 e 20.7 FTU. I valori più alti, come si è visto, sono stati registrati all'interno del Carlo Riva nelle immediate vicinanze dei lavori e non hanno coinvolto l'ingresso del porto.



Nel complesso della giornata l'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 4.6 e 6.6 mg L<sup>-1</sup> in tutta l'area portuale senza mai avvicinarsi al limite di 2 mg L<sup>-1</sup>. Di seguito è riportato il grafico riassuntivo dei valori misurati.

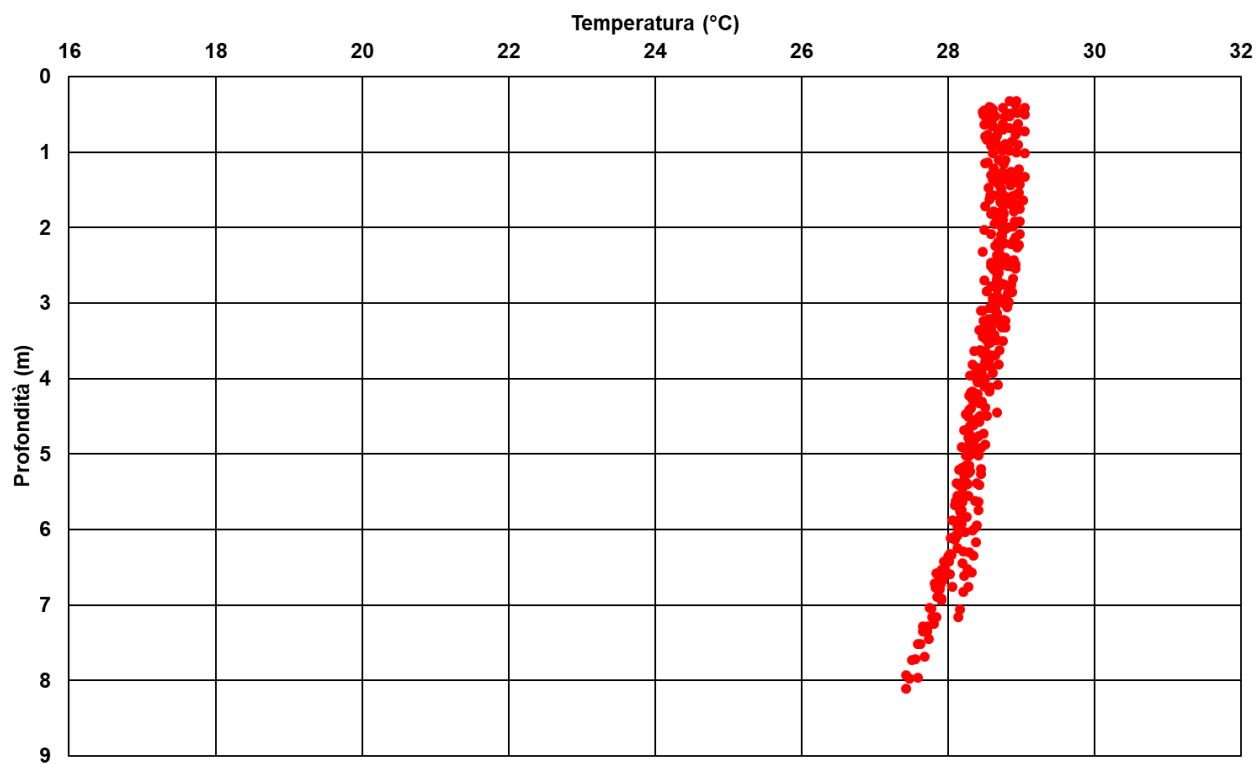
### Porto di Rapallo - Ossigeno corso d'opera 07/2023



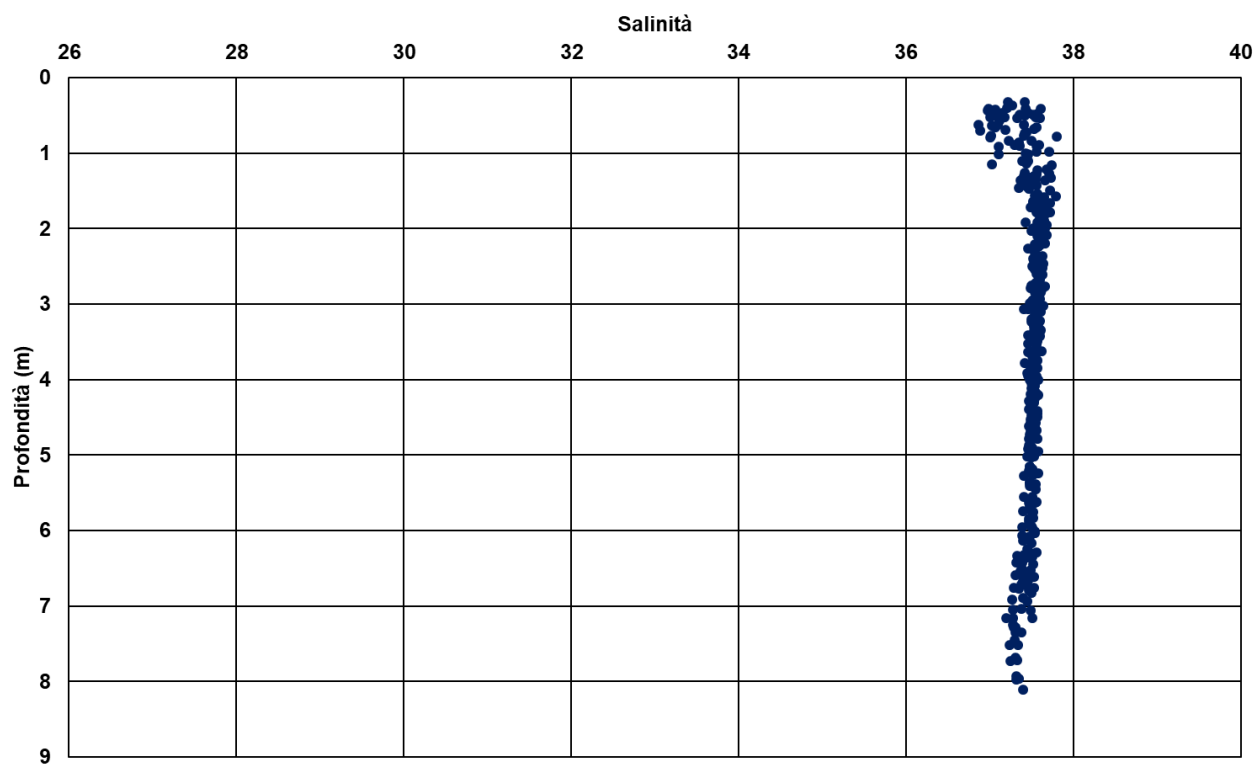
Per completezza dei dati monitorati e della caratterizzazione delle masse d'acqua, si riportano di seguito anche i grafici complessivi dei valori di temperatura e salinità misurati. La temperatura ha mostrato valori compresi tra 27.4 e 29.1°C in linea con la stagione estiva. La salinità ha mostrato valori compresi tra 36.9 e 37.8.



### Porto di Rapallo - Temperatura corso d'opera 07/2023



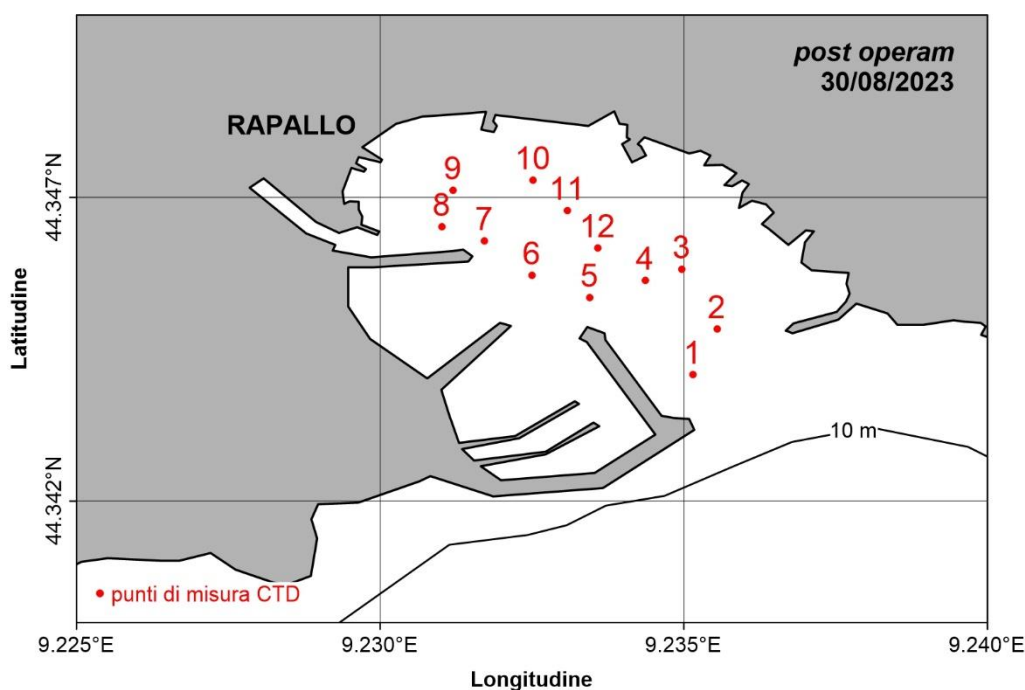
### Porto di Rapallo - Salinità corso d'opera 07/2023



## POST OPERAM

30/08/2023

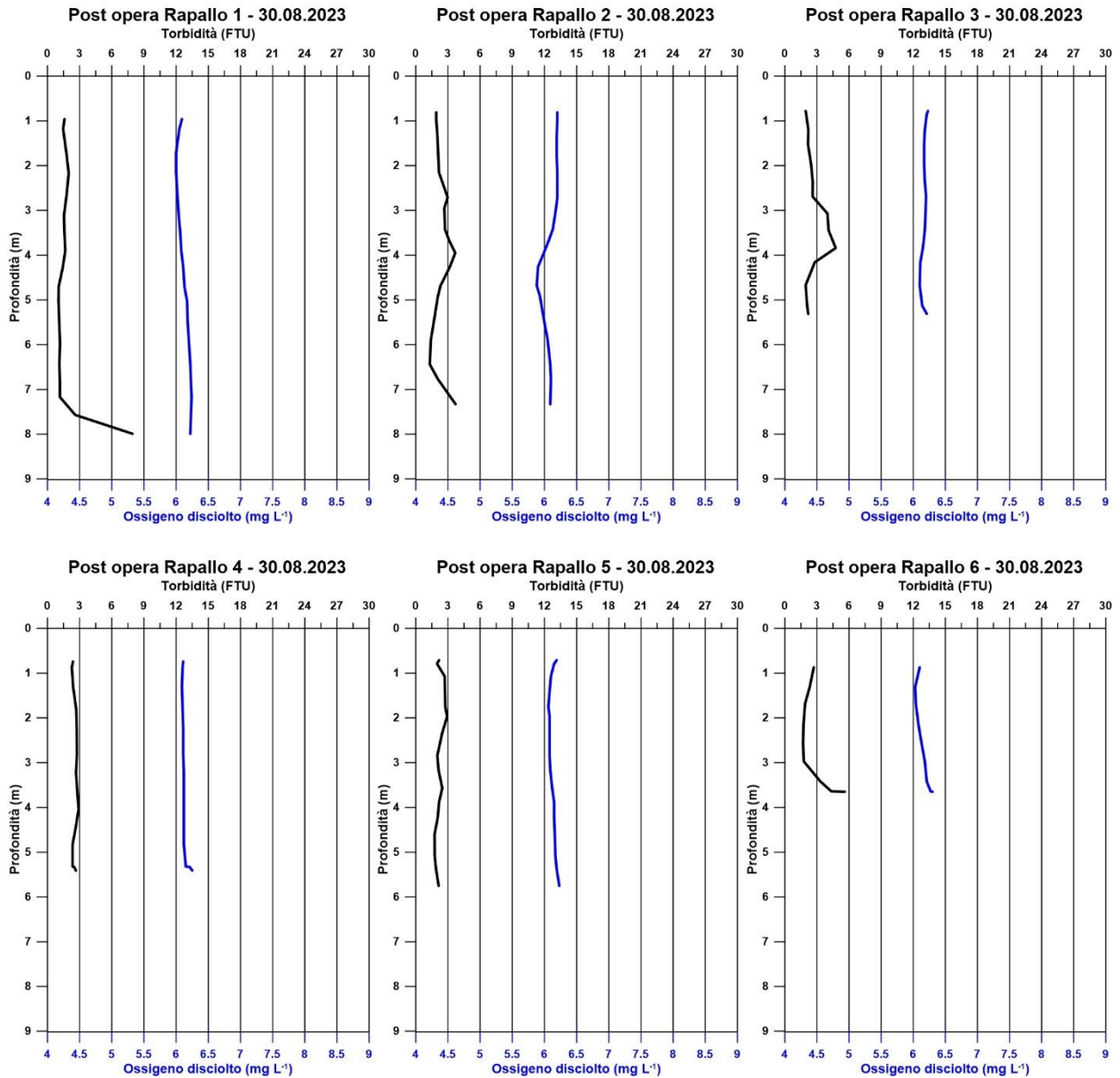
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte con mare calmo, cielo variabile e vento debole da SE. Tra domenica 27 e lunedì 28 ingenti quantità di acqua dolce si sono riversate all'interno del porto trasportate dai torrenti a causa di una intensa perturbazione caratterizzata da forti e abbondanti piogge che ha colpito la Liguria (Allerta Arancione emessa da Regione Liguria). Sono state effettuate 12 stazioni per il rilievo dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua a mezzo sonda multiparametrica. La distribuzione delle stazioni è indicata nella seguente figura.



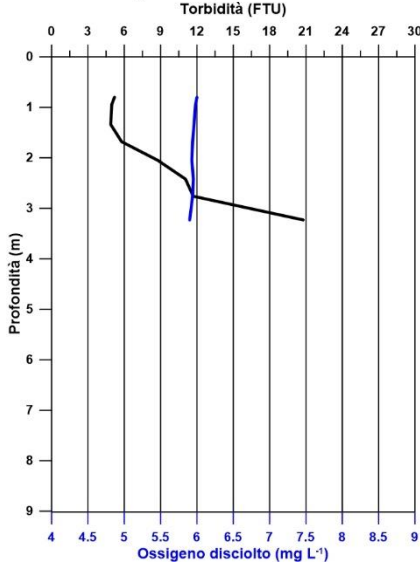
Mappa delle stazioni di misura dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua.

La torbidità ha mostrato valori compresi tra 1.0 e 20.8 FTU in tutta l'area indagata, con i massimi misurati in prossimità del fondo nelle stazioni 7, 8, 9, 10 e 11. I valori alti di torbidità erano dovuti al materiale solido trasportato a mare dal Torrente Boate a seguito delle forti piogge dei giorni precedenti alle misure (stazioni 7-9) e alla risospensione del sedimento di fondo dovuto al passaggio del battello per Portofino (stazioni 10-11). L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi nell'intervallo tra 5.9 e 6.4 mg L<sup>-1</sup>. Di

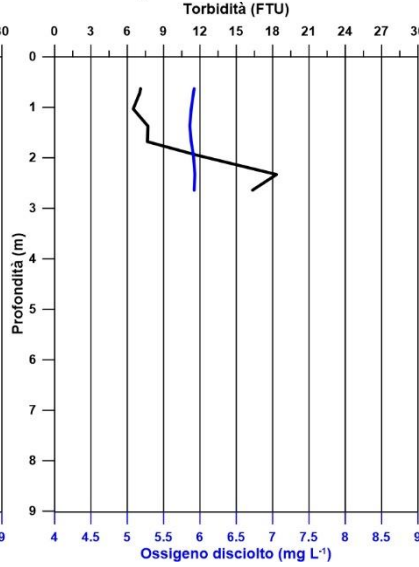
seguito sono riportati i profili verticali di torbidità (in FTU, scala 0-30 FTU, in nero) e ossigeno disciolto (in mg L<sup>-1</sup>, scala 4.0-9.0 mg L<sup>-1</sup>, in blu) misurati in tutte le stazioni.



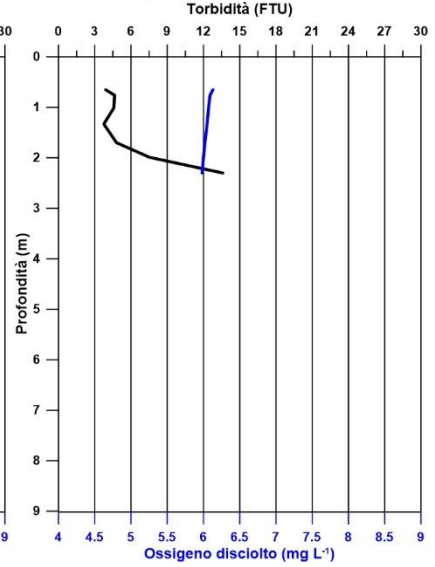
Post opera Rapallo 7 - 30.08.2023



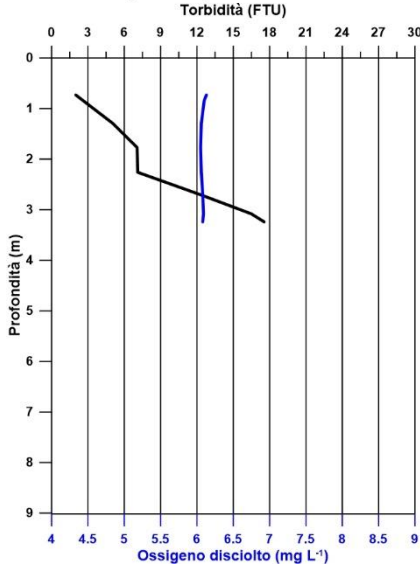
Post opera Rapallo 8 - 30.08.2023



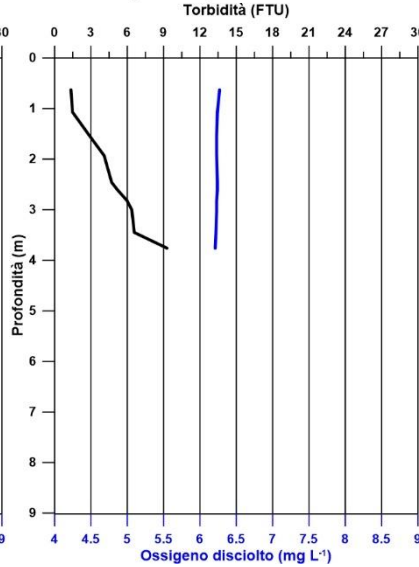
Post opera Rapallo 9 - 30.08.2023



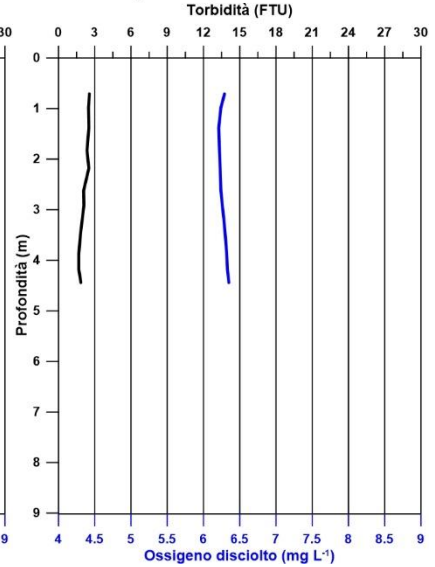
Post opera Rapallo 10 - 30.08.2023



Post opera Rapallo 11 - 30.08.2023

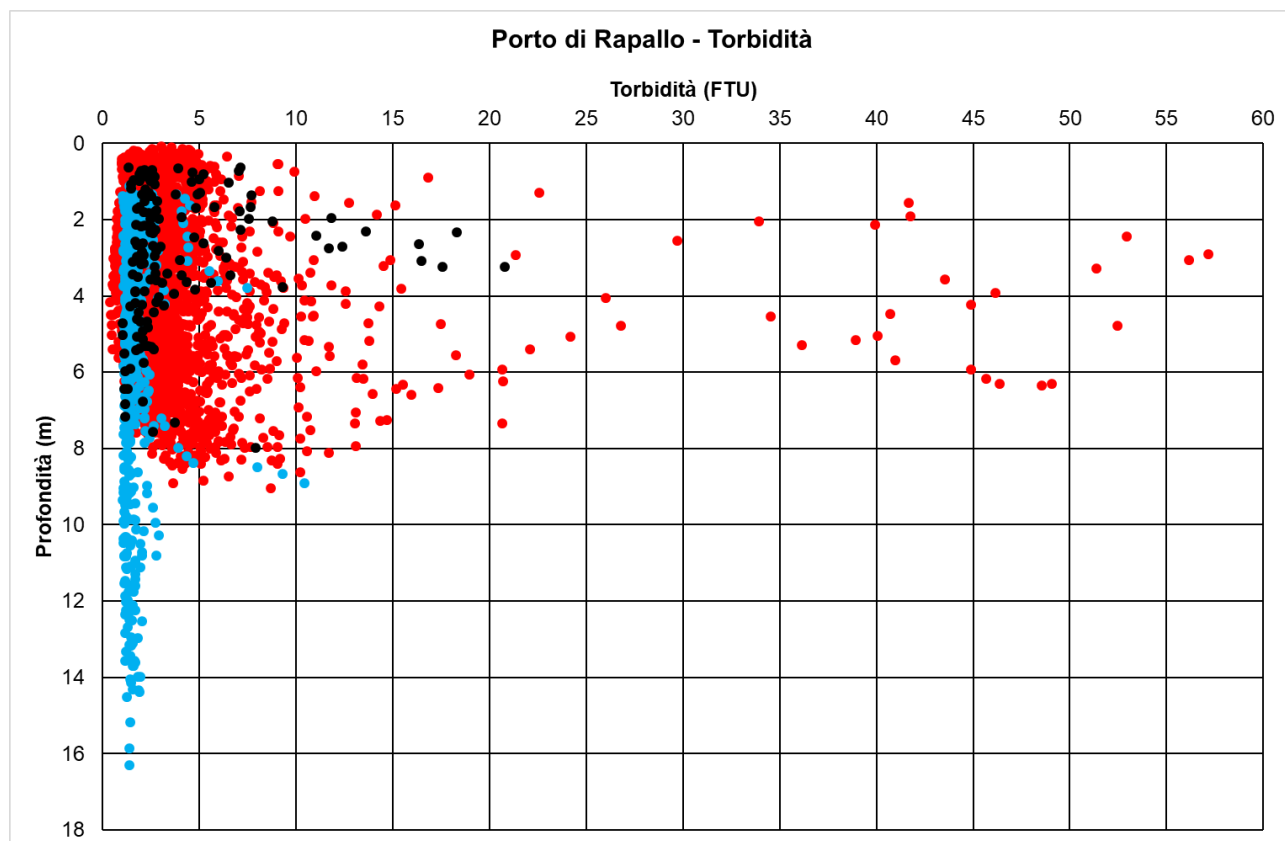


Post opera Rapallo 12 - 30.08.2023



## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DEL MONITORAGGIO

Di seguito sono riassunti tutti i valori di torbidità registrati in tutte le stazioni durante le tre fasi *ante operam* (celeste), corso d'opera (rosso) e *post operam* (nero).



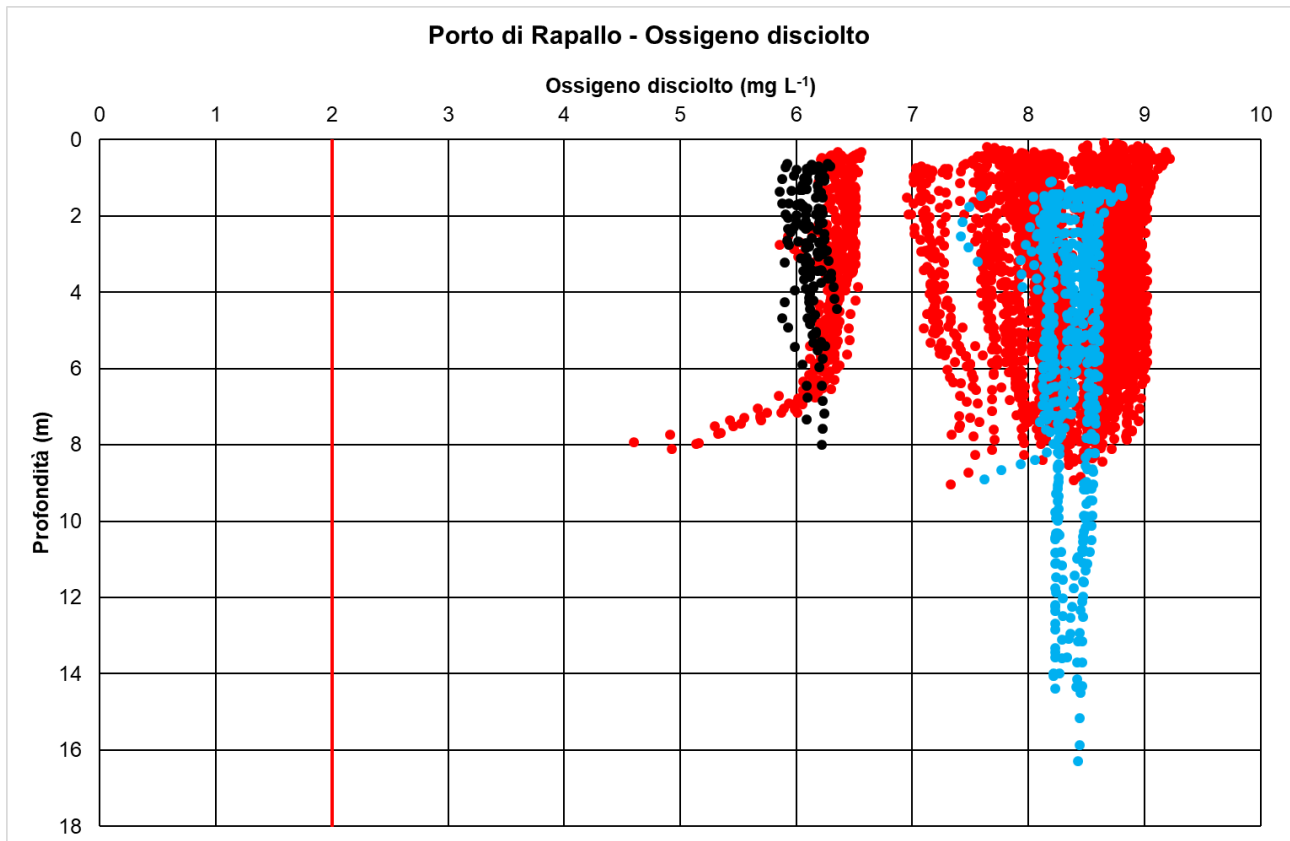
Come si può vedere, i valori riscontrati nel *post operam* sono relativamente più alti a quelli misurati nell'*ante operam*, ma sono dovuti a condizioni naturali (forti piogge e relativi apporti solidi dei torrenti) o alla normale attività del porto (passaggio dei battelli per Portofino-Santa Margherita che risolleivano il sedimento di fondo con l'azione delle eliche).

Applicando la formula per la calibrazione del segnale del torbidimetro e la resa dei valori di torbidità da FTU in equivalenti  $\text{mg L}^{-1}$  ottenuta nella fase *ante operam* e inizio corso d'opera ( $TSS = 0.7714 To - 0.0874$ ) si ottengono i valori massimi di particolato sospeso corrispondenti di seguito riportati:

- *ante operam*:  $7.94 \text{ mg L}^{-1}$
- corso d'opera:  $44.04 \text{ mg L}^{-1}$

- *post operam*: 15.96 mg L<sup>-1</sup>.

Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto, di seguito è riportato il grafico complessivo con gli stessi colori di riferimento usati per la torbidità nelle diverse fasi di monitoraggio e riportati nel grafico precedente.



Come si può vedere dal grafico sopra riportato, i valori *post operam* di ossigeno disciolto sono simili a quelli misurati nel mese di luglio e in linea con i valori di ossigeno disciolto nell'acqua durante il periodo estivo. Questi valori anche se inferiori sono lontani dal minimo critico di 2 mg L<sup>-1</sup>.