



**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

MAGGIO-GIUGNO 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.

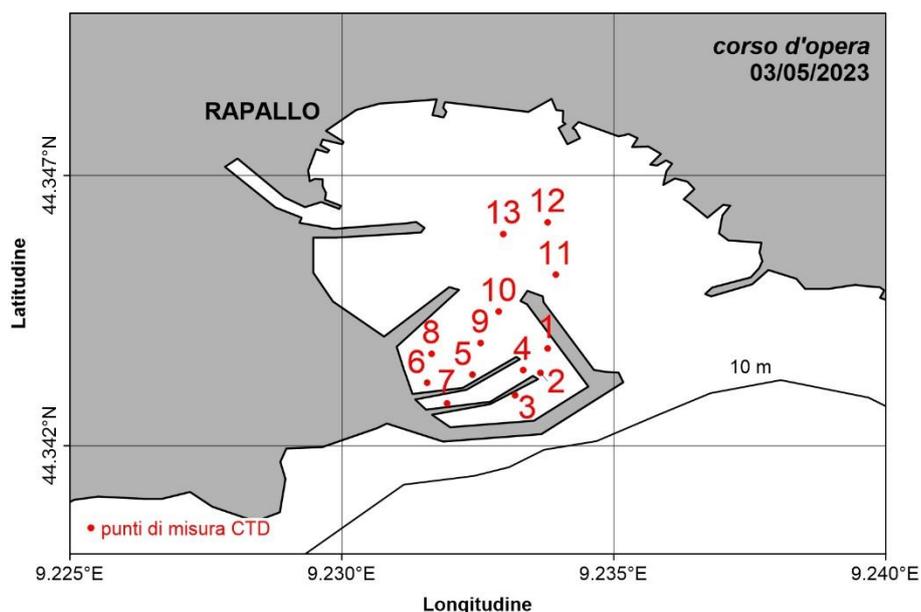
Per questo motivo, durante i lavori, si è provveduto a compiere campagne di monitoraggio in corso d'opera. Di seguito, quindi, riportiamo gli esiti delle campagne oceanografiche effettuate nei mesi di MAGGIO e GIUGNO 2023.

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 mg L^{-1} e non in valori %.

CORSO D'OPERA

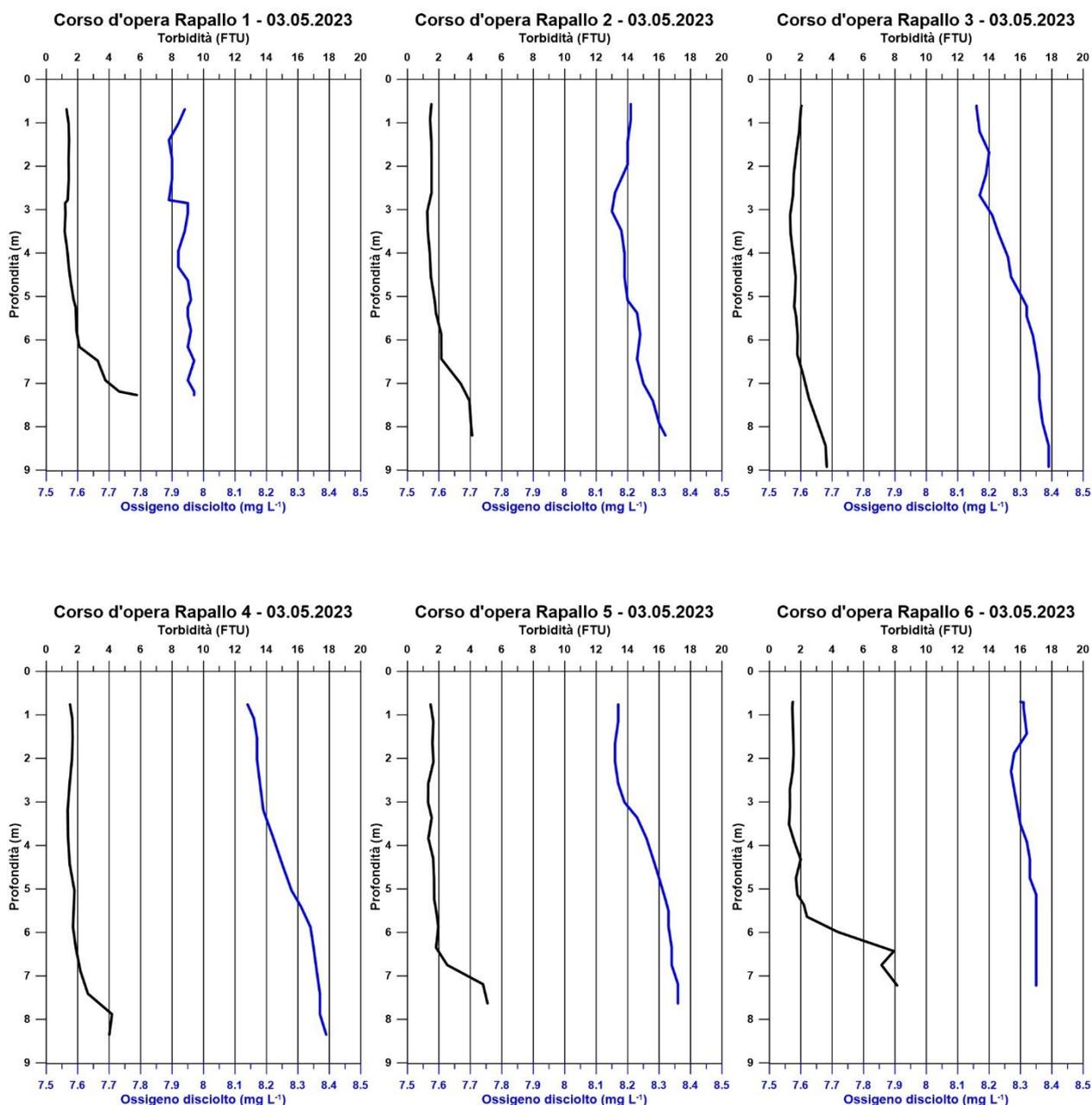
03/05/2023

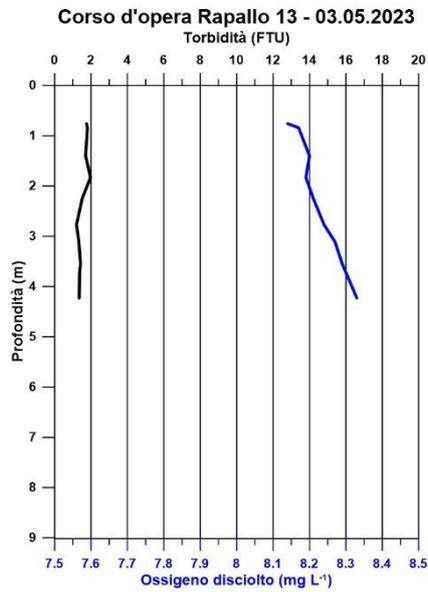
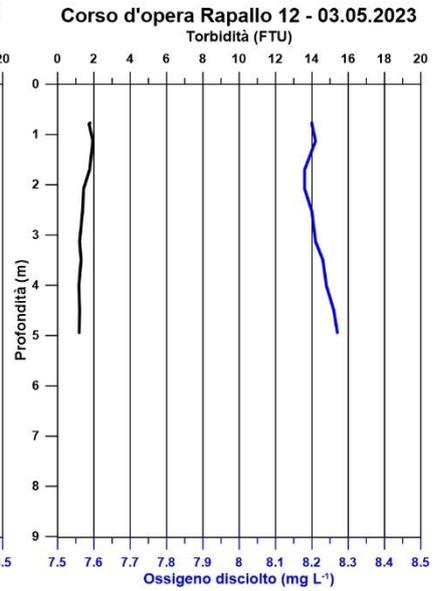
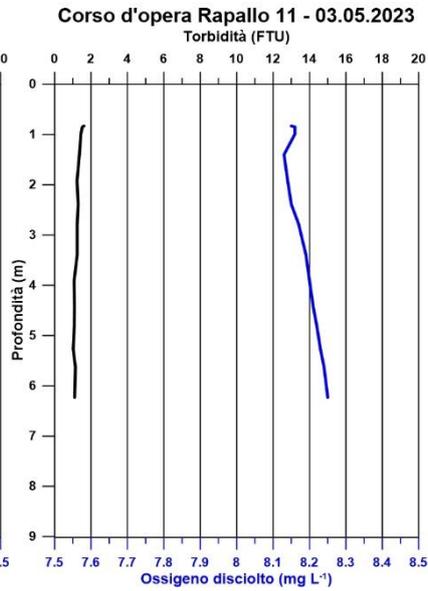
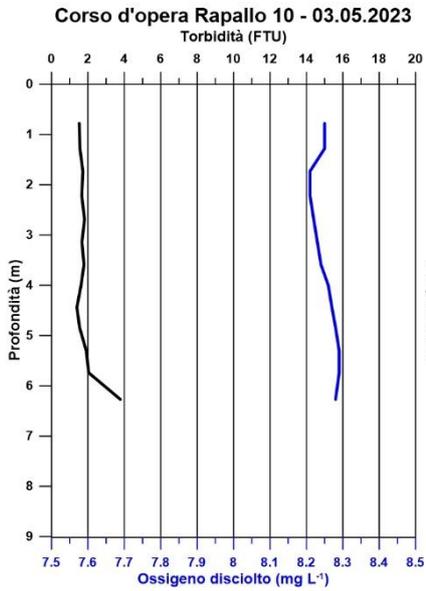
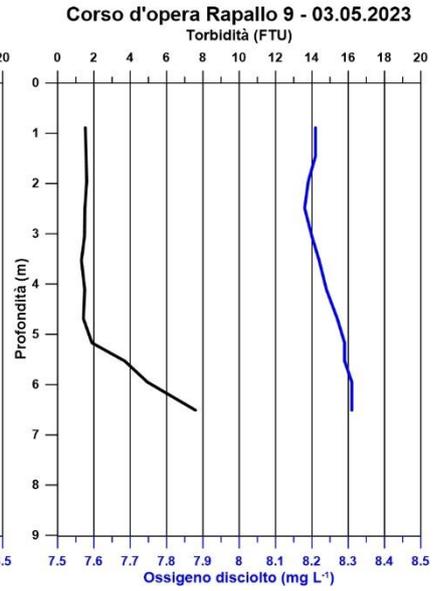
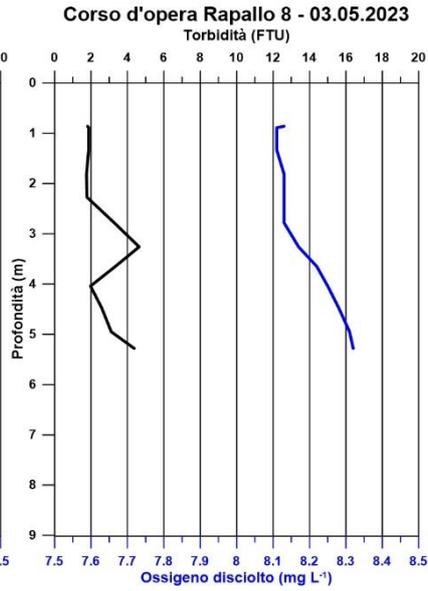
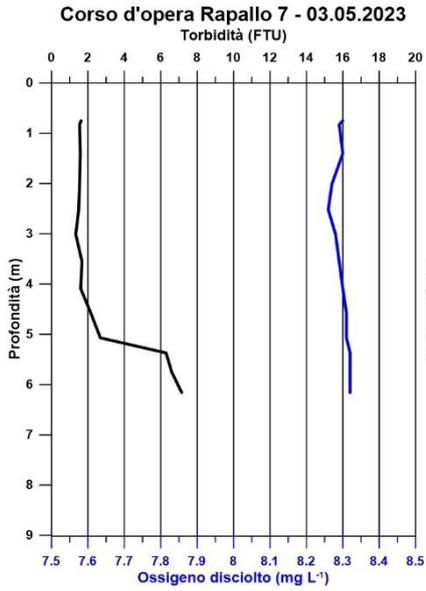
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte con mare calmo, cielo sereno e vento forte da E. Sono state effettuate 13 stazioni per il rilievo dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua a mezzo sonda multiparametrica; non sono state fatte misure di corrente a causa del forte scarroccio. La distribuzione delle stazioni è indicata nella seguente figura.



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

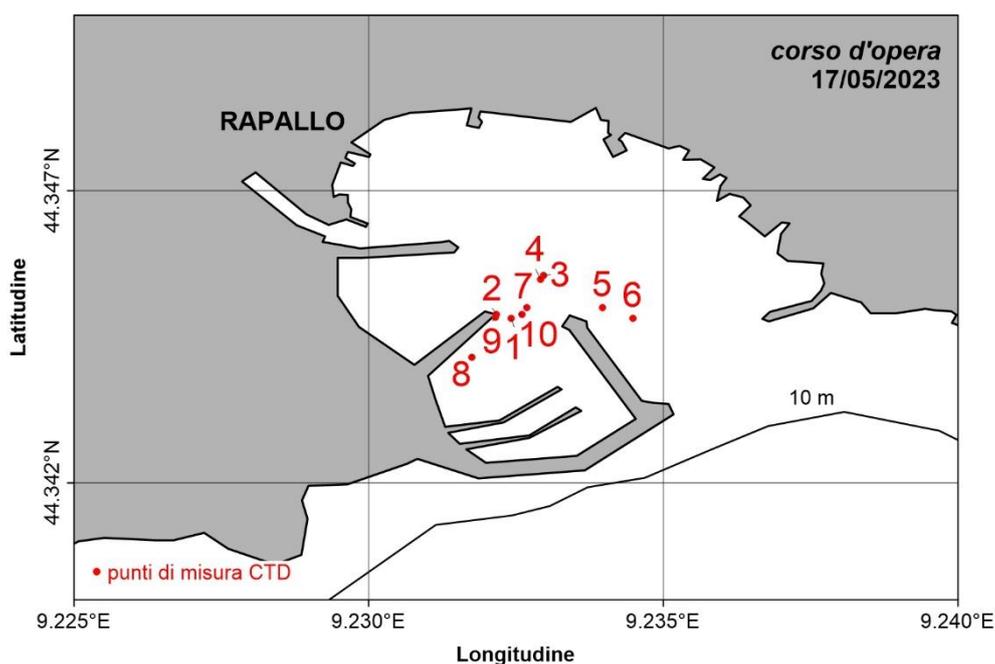
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 1.0 e 8.1 FTU in tutta l'area indagata, con aumenti in prossimità del fondo all'interno del Carlo Riva ed il massimo registrato in prossimità del fondo nella stazione 6, di fronte alla calata in rifacimento. L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi nell'intervallo tra 7.9 e 8.4 mg L⁻¹. Di seguito sono riportati i profili verticali di torbidità (in FTU, scala 0-20 FTU, in nero) e ossigeno disciolto (in mg L⁻¹, scala 7.5-8.5 mg L⁻¹, in blu) misurati in tutte le stazioni.





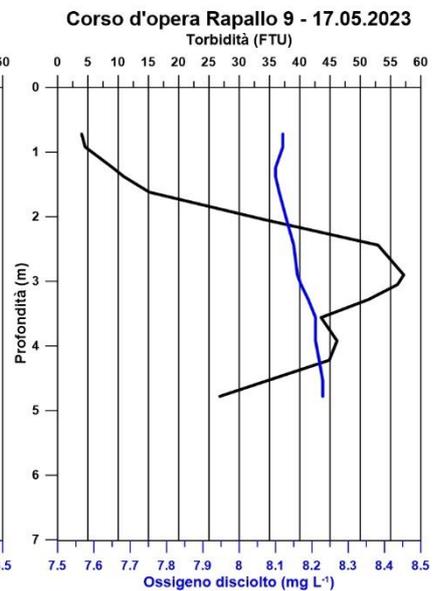
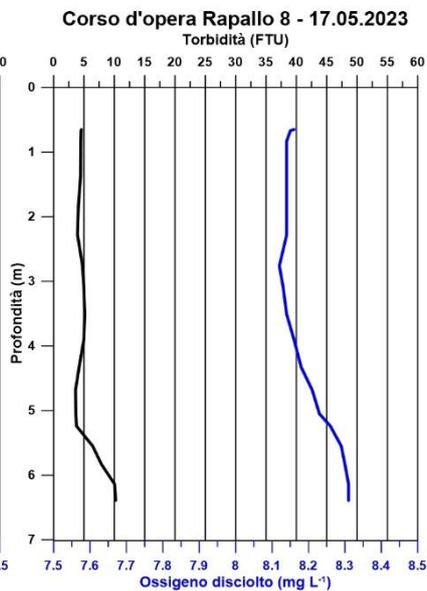
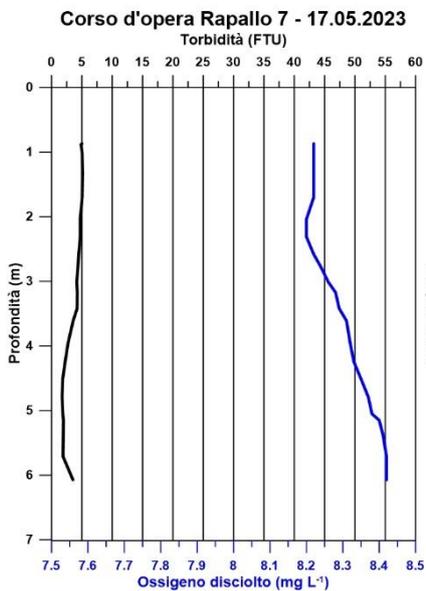
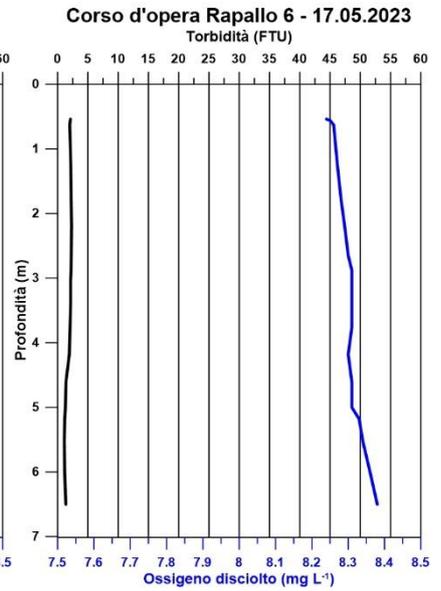
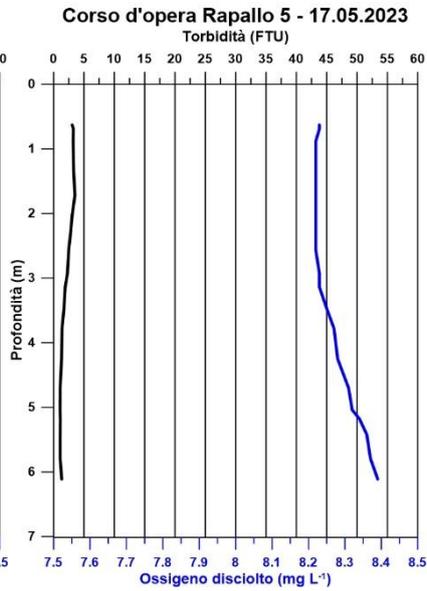
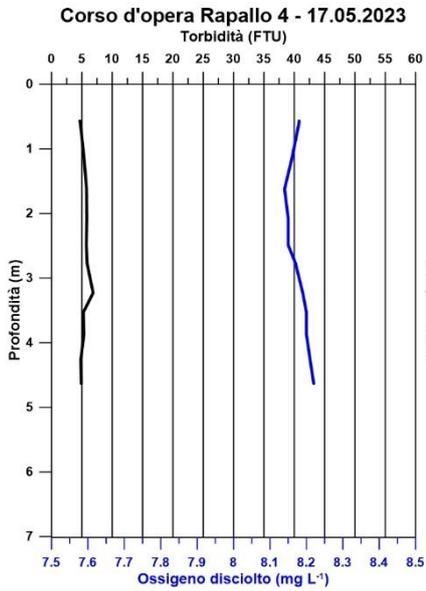
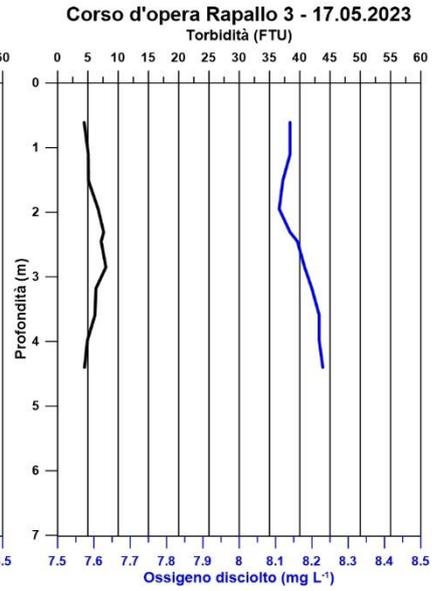
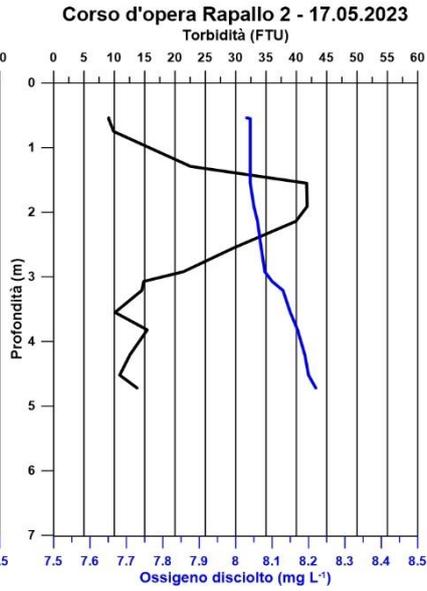
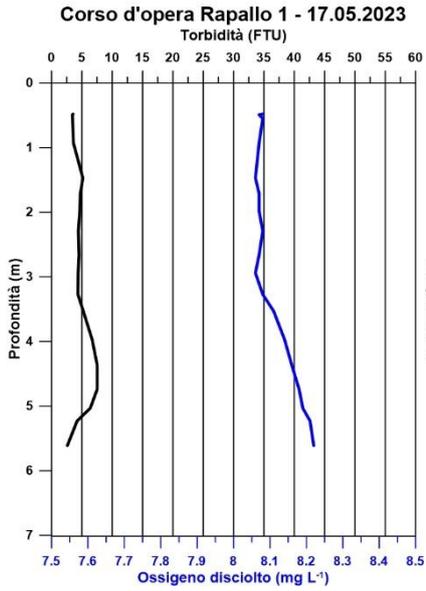
17/05/2023

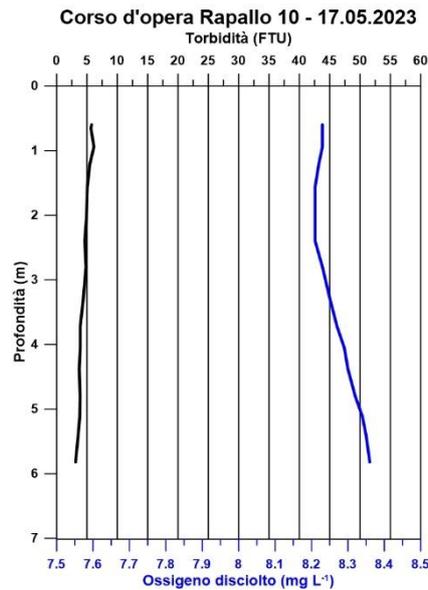
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di mare calmo, cielo coperto con pioggia e vento da N con raffiche. Sono state effettuate 10 stazioni per il rilievo dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua a mezzo sonda multiparametrica, ma non è stato possibile effettuare misure correntometriche a causa del forte scarroccio. 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 1.1 e 57.2 FTU in tutta l'area indagata, con i valori più alti (> 12FTU) nelle stazioni 2 e 9 in prossimità del molo dove erano in corso lavori di trivellazione per il rifacimento del molo stesso. Nelle stazioni 5 e 6, effettuate all'esterno del Carlo Riva in direzione dell'ingresso del Porto di Rapallo, la torbidità ha raggiunto il valore massimo di 3.5 FTU. L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi nell'intervallo tra 8.0 e 8.4 mg L⁻¹. Di seguito sono riportati i profili verticali di torbidità (in FTU, scala 0-60 FTU, in nero) e ossigeno disciolto (in mg L⁻¹, scala 7.5-8.5 mg L⁻¹, in blu) misurati in tutte le stazioni.

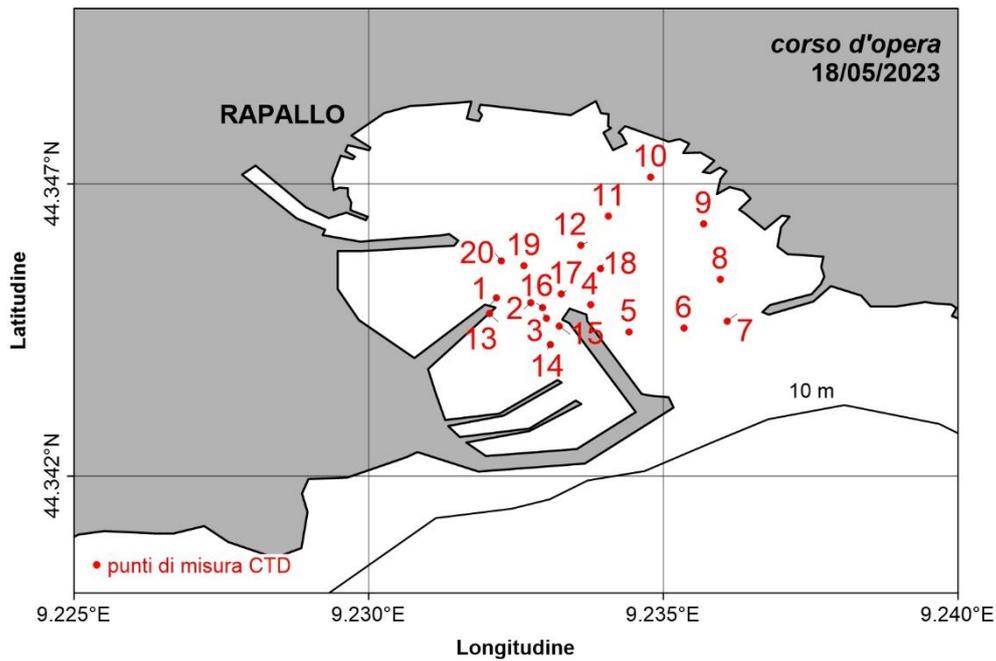




Visto che i lavori di smantellamento del molo erano molto vicini all'imboccatura del Carlo Riva e che durante il monitoraggio del 17 Maggio sono stati riscontrati valori alti di torbidità, si è deciso di effettuare il controllo della torbidità anche il giorno successivo, fino al termine di questa fase di lavori.

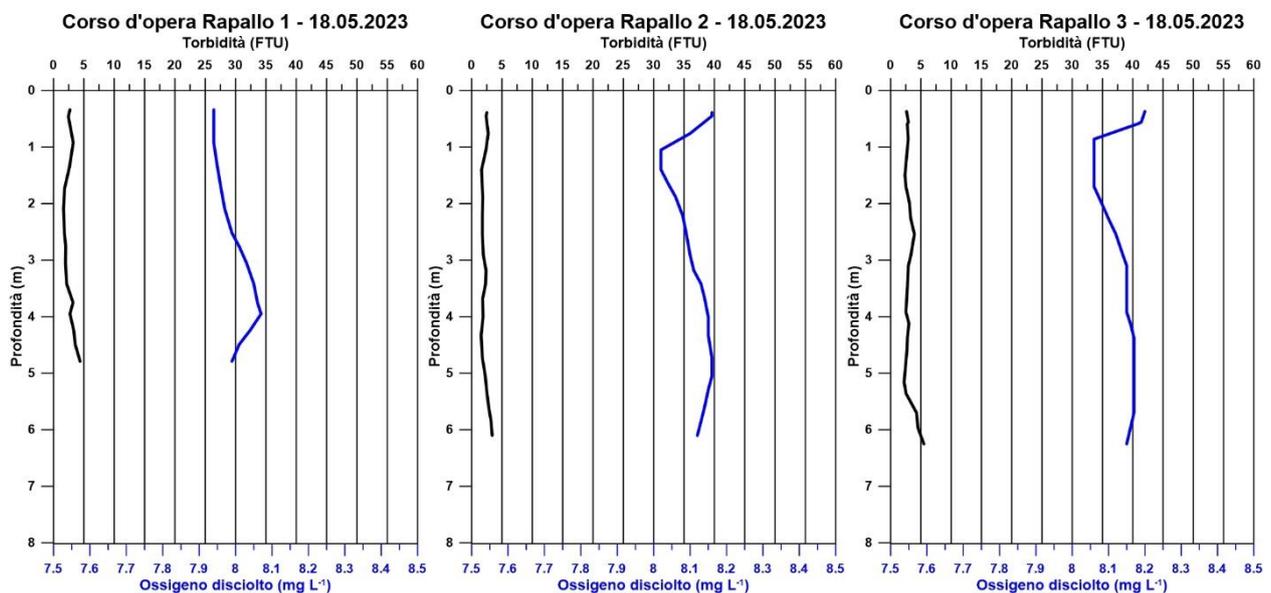
18/05/2023

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di mare calmo, cielo sereno e debole vento da SW. Sono state effettuate 20 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.

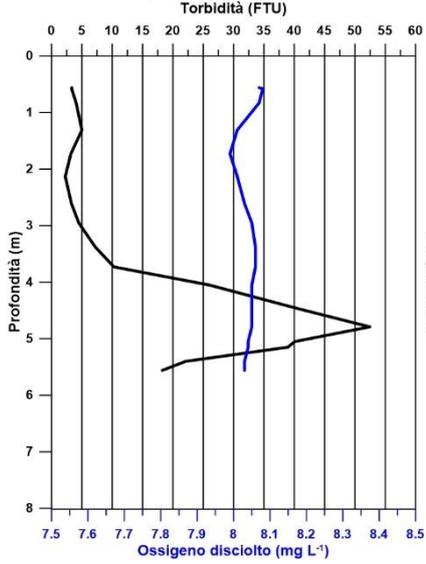


Mapa delle stazioni di misura dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua.

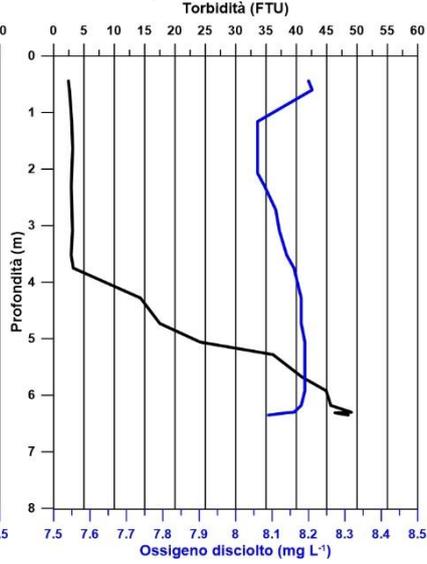
La torbidità ha mostrato valori compresi nel complesso tra 1.1 e 52.4 FTU, con i valori massimi in prossimità del fondo nelle stazioni 13 e 14, all'interno del Carlo Riva, e valori bassi (massimo 2.6 FTU) nelle stazioni verso l'imboccatura del porto (stazioni 5-7), confermando quanto già evidenziato il giorno precedente. L'ossigeno era compreso tra 7.9 e 8.3 mg L⁻¹. Di seguito sono riportati i profili verticali di torbidità (in FTU, scala 0-60 FTU, in nero) e ossigeno disciolto (in mg L⁻¹, scala 7.5-8.5 mg L⁻¹, in blu) misurati in tutte le stazioni.



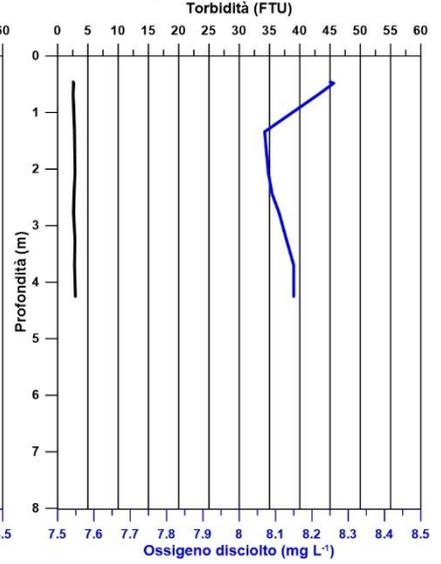
Corso d'opera Rapallo 13 - 18.05.2023



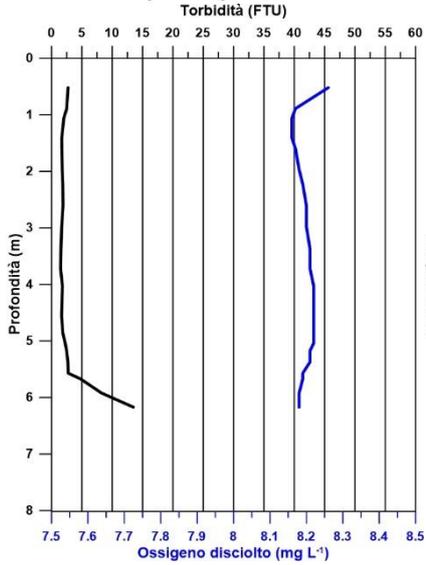
Corso d'opera Rapallo 14 - 18.05.2023



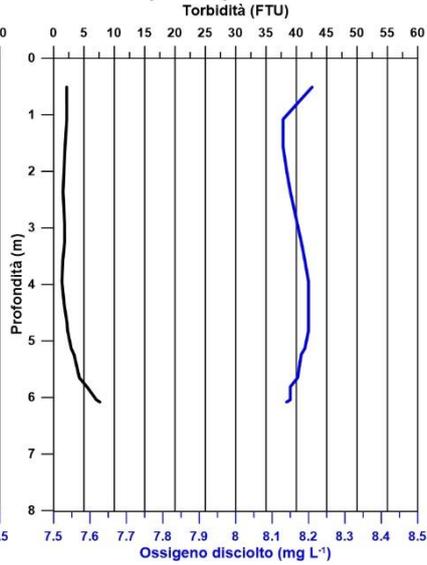
Corso d'opera Rapallo 15 - 18.05.2023



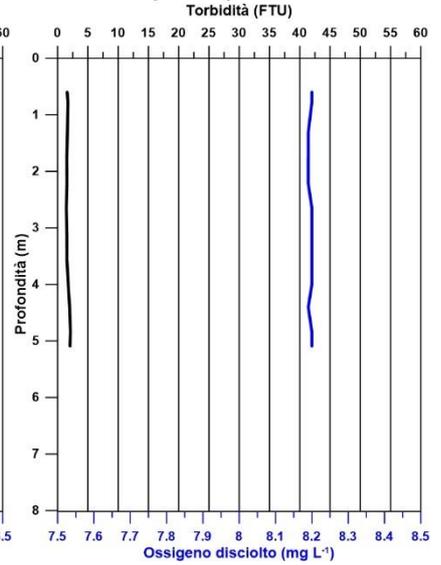
Corso d'opera Rapallo 16 - 18.05.2023



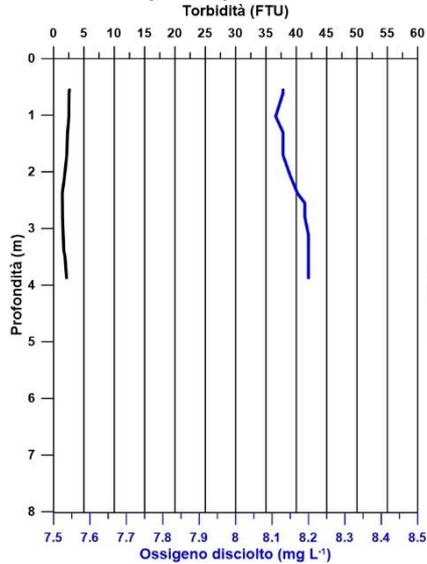
Corso d'opera Rapallo 17 - 18.05.2023



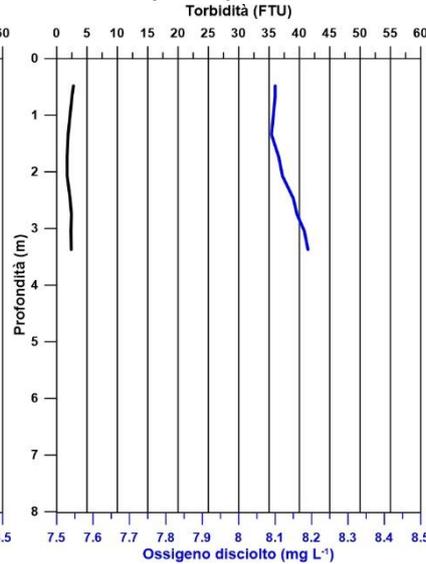
Corso d'opera Rapallo 18 - 18.05.2023



Corso d'opera Rapallo 19 - 18.05.2023

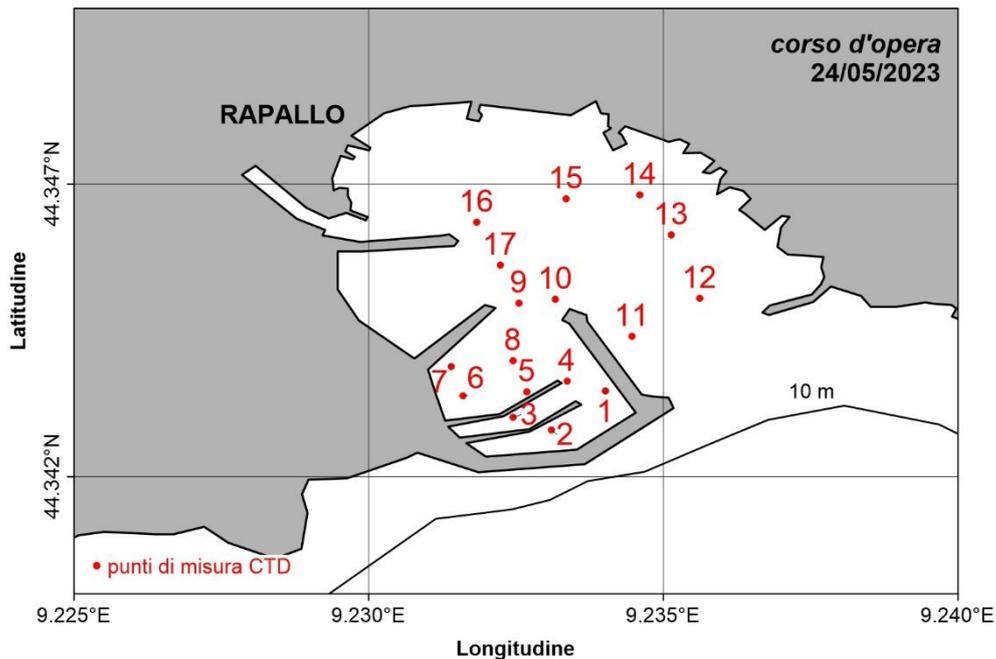


Corso d'opera Rapallo 20 - 18.05.2023



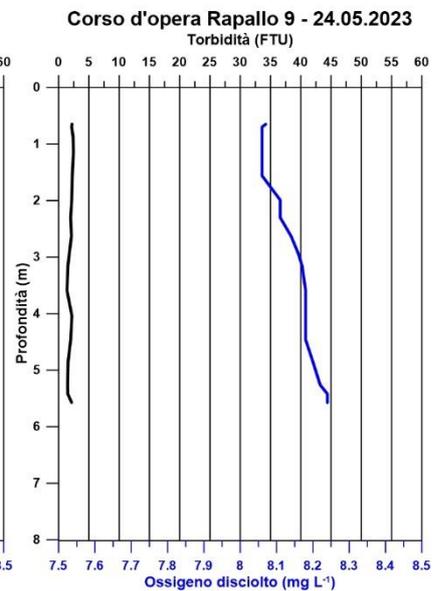
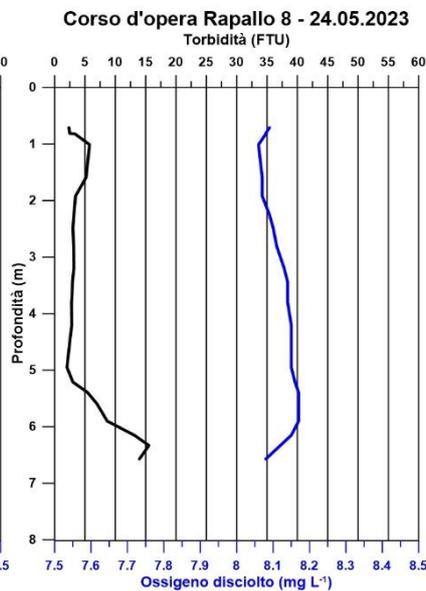
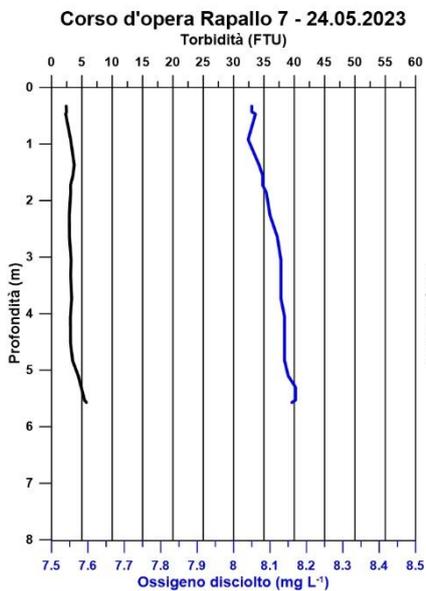
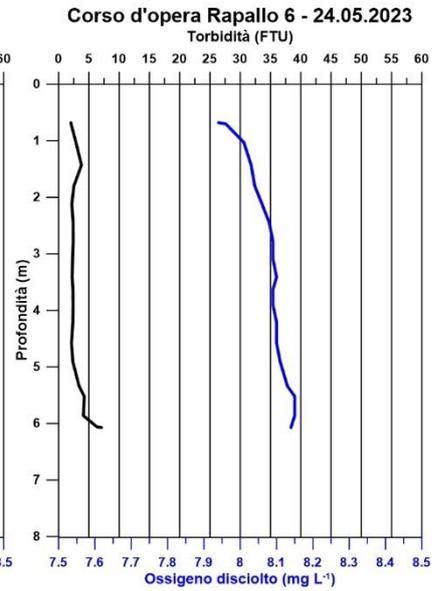
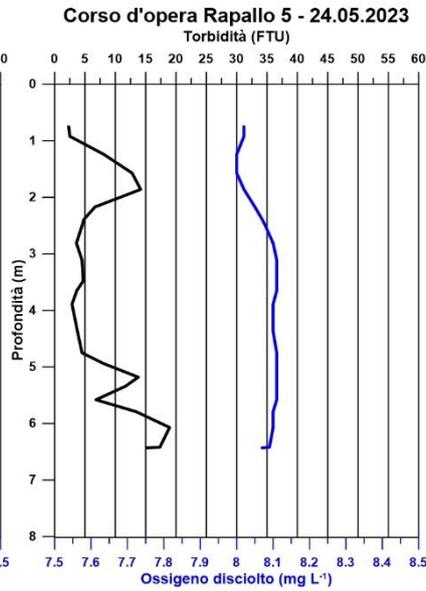
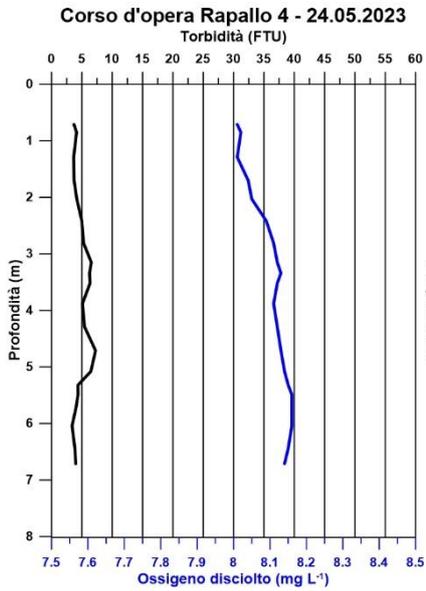
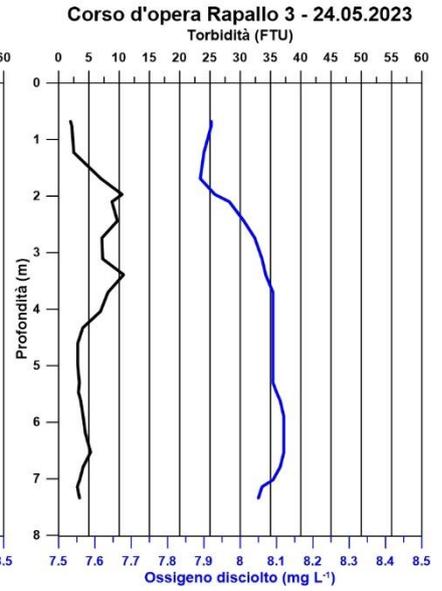
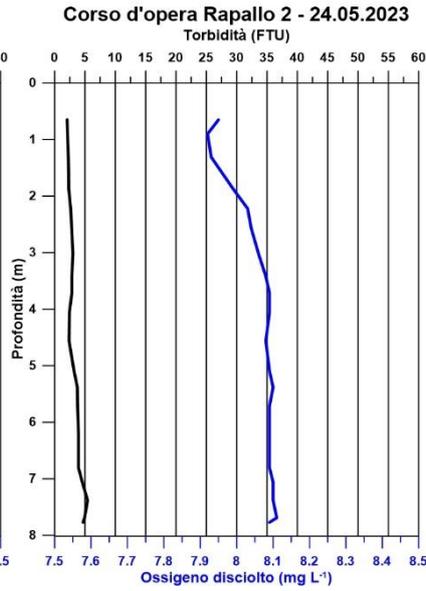
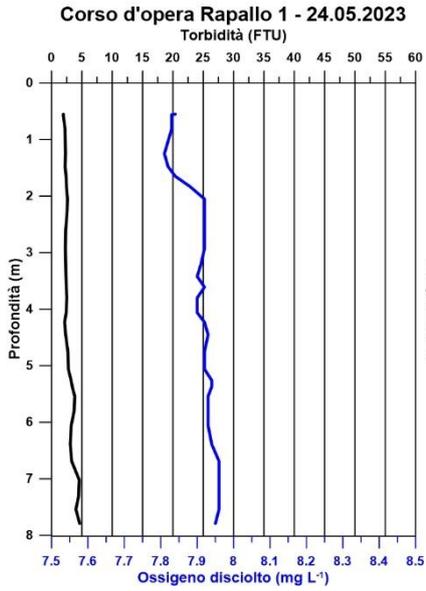
24/05/2023

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di mare calmo, cielo sereno e debole vento da SE. Sono state effettuate 11 stazioni per le misure correntometriche e 17 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.

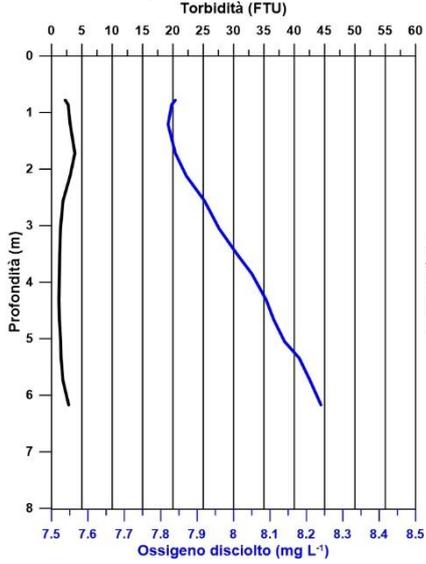


Mappa delle stazioni di misura dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua.

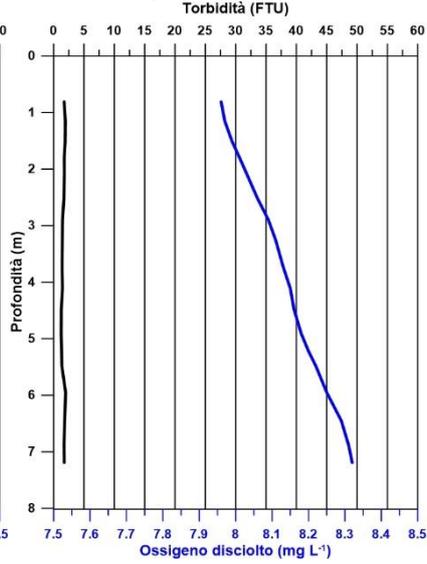
La torbidità ha mostrato valori compresi nel complesso tra 1.2 e 19.8 FTU, con i valori massimi nelle stazioni 5 e 8, all'interno del Carlo Riva e nelle immediate vicinanze del pontone impegnato nello spostamento dei corpi morti. L'ossigeno era compreso tra 7.8 e 8.3 mg L⁻¹. Di seguito sono riportati i profili verticali di torbidità (in FTU, scala 0-60 FTU, in nero) e ossigeno disciolto (in mg L⁻¹, scala 7.5-8.5 mg L⁻¹, in blu) misurati in tutte le stazioni.



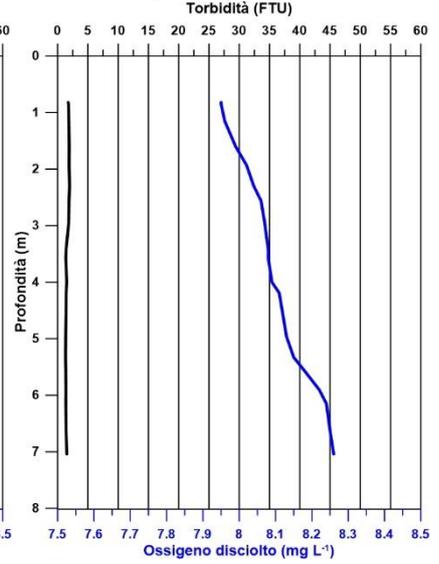
Corso d'opera Rapallo 10 - 24.05.2023



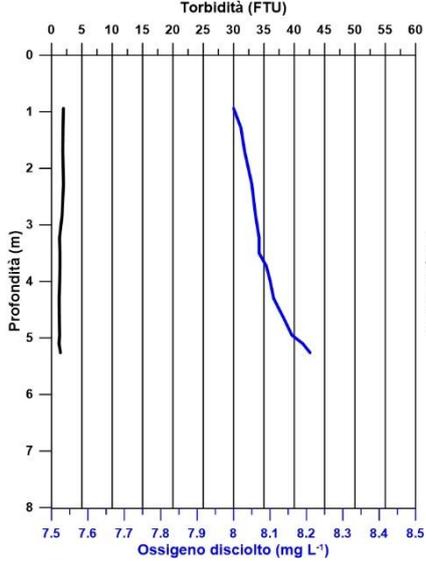
Corso d'opera Rapallo 11 - 24.05.2023



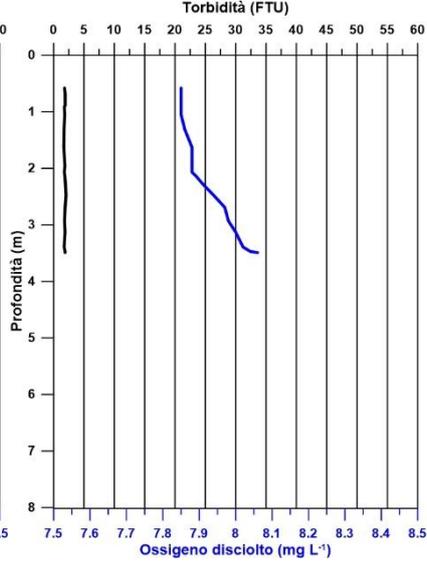
Corso d'opera Rapallo 12 - 24.05.2023



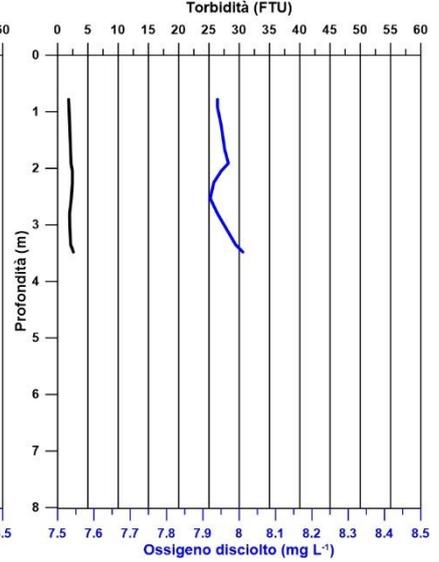
Corso d'opera Rapallo 13 - 24.05.2023



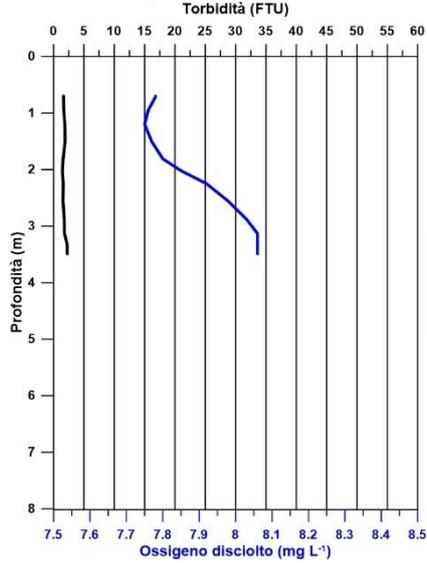
Corso d'opera Rapallo 14 - 24.05.2023



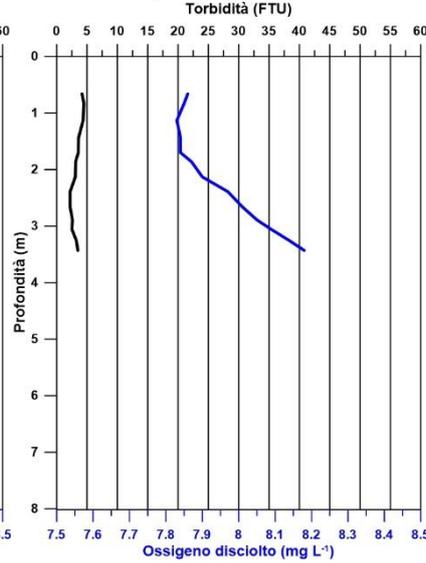
Corso d'opera Rapallo 15 - 24.05.2023



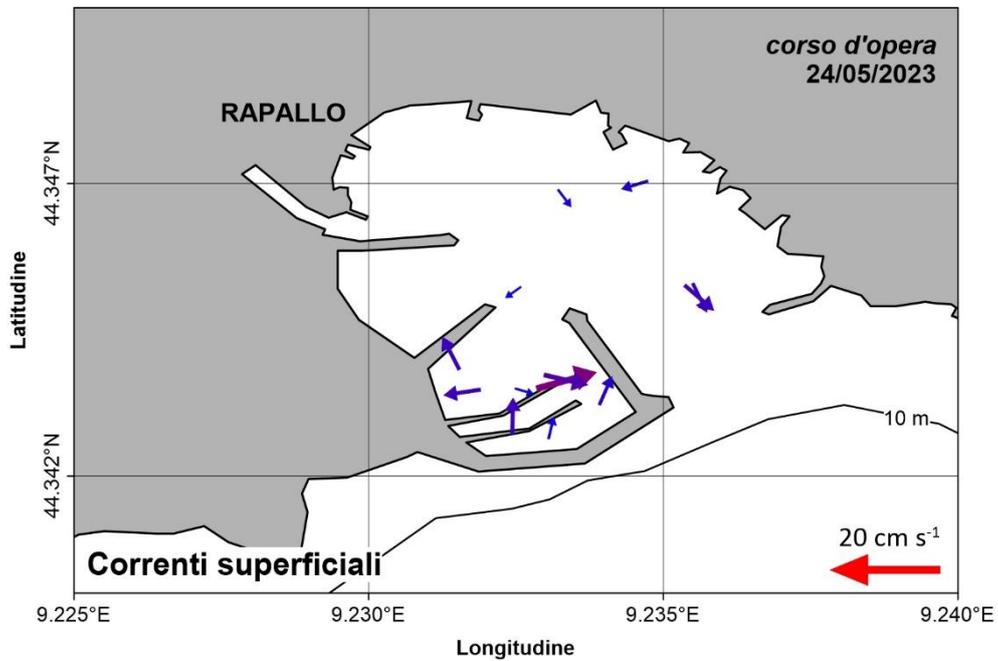
Corso d'opera Rapallo 16 - 24.05.2023



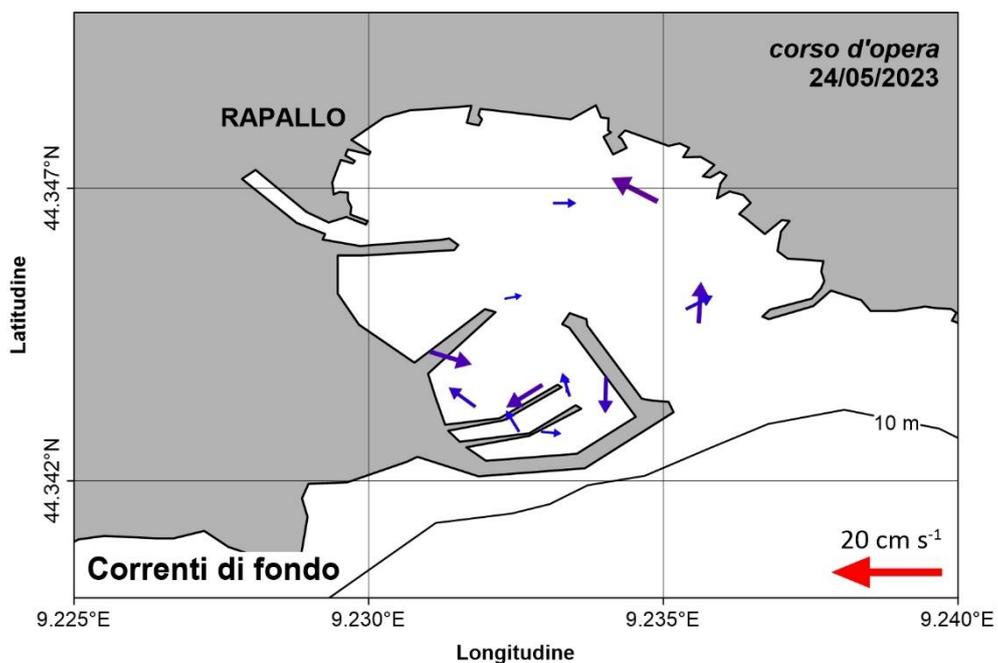
Corso d'opera Rapallo 17 - 24.05.2023



Le correnti hanno mostrato velocità comprese tra 0.1 e 20.8 cm s⁻¹ 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.



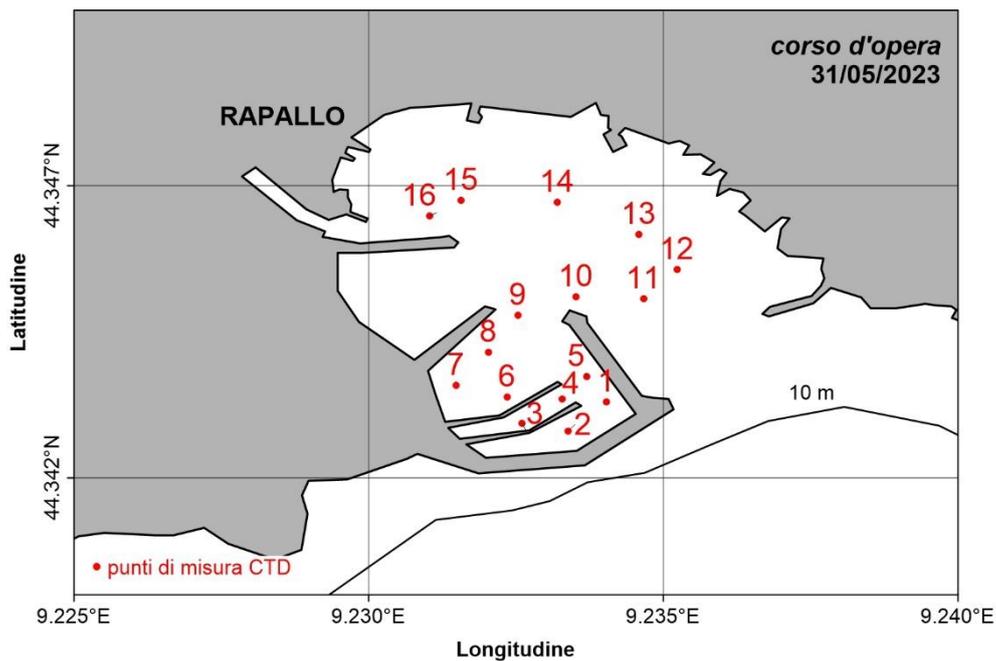
Mappa dei vettori di corrente nello strato superficiale.



Mappa dei vettori di corrente nello strato di fondo.

31/05/2023

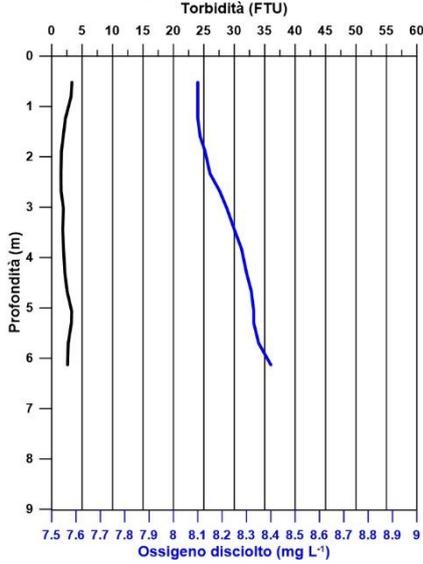
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di mare calmo, cielo variabile e forte vento da N. Sono state effettuate 16 stazioni per il rilievo dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua a mezzo sonda multiparametrica; non è stato possibile effettuare misure correntometriche a causa del forte scarroccio. La distribuzione delle stazioni è indicata nella seguente figura.



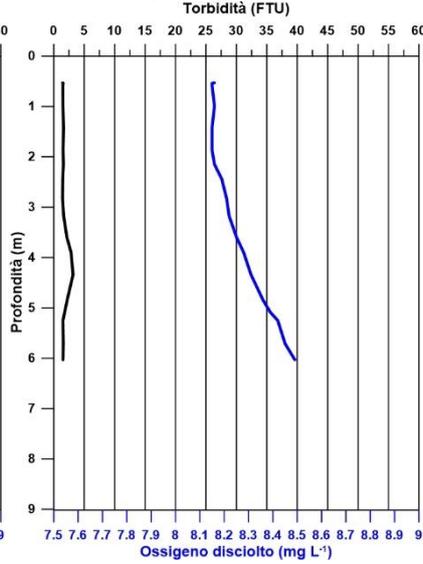
Mappa delle stazioni di misura dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua.

La torbidità ha mostrato valori compresi nel complesso tra 1.4 e 8.8 FTU, con il valore massimo registrato in prossimità del fondo nella stazione 3 all'interno del Carlo Riva. L'ossigeno era compreso tra 7.9 e 8.5 mg L⁻¹. Di seguito sono riportati i profili verticali di torbidità (in FTU, scala 0-60 FTU, in nero) e ossigeno disciolto (in mg L⁻¹, scala 7.5-9 mg L⁻¹, in blu) misurati in tutte le stazioni.

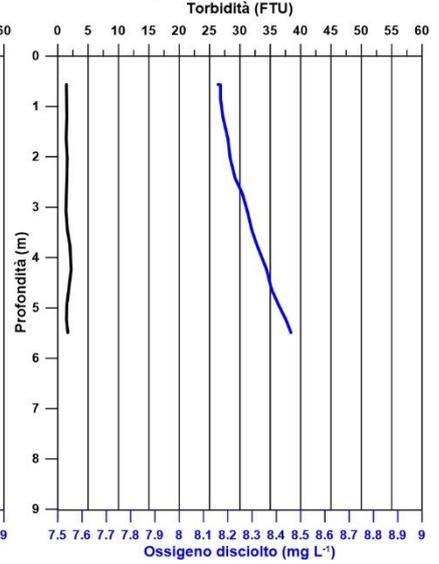
Corso d'opera Rapallo 10 - 31.05.2023



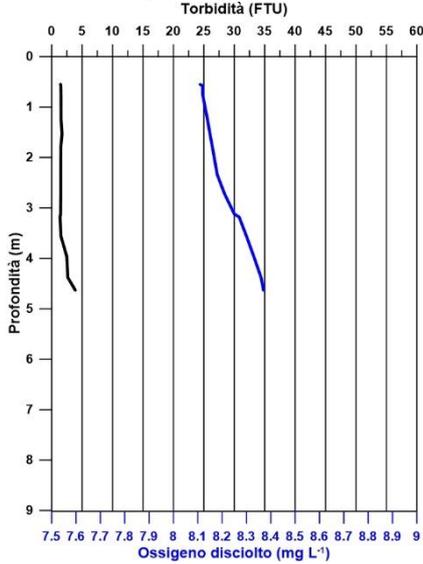
Corso d'opera Rapallo 11 - 31.05.2023



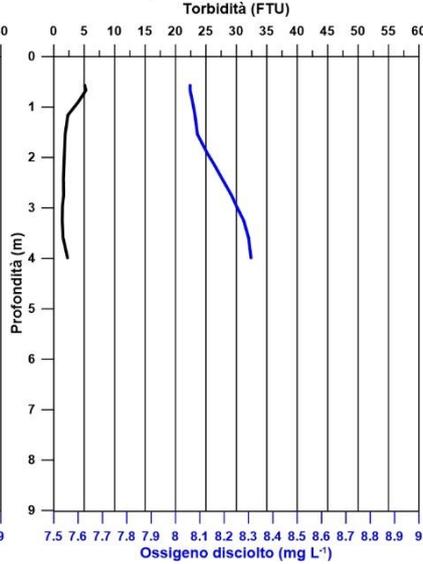
Corso d'opera Rapallo 12 - 31.05.2023



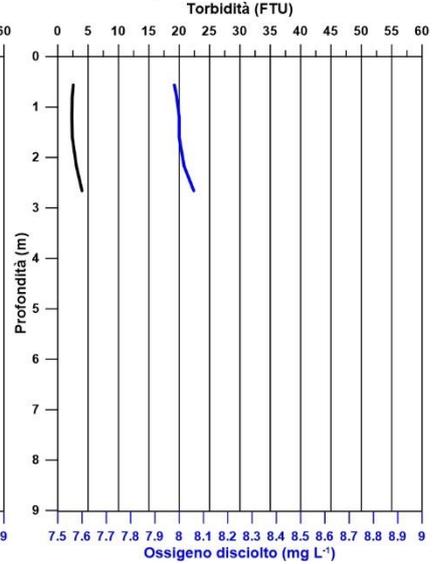
Corso d'opera Rapallo 13 - 31.05.2023



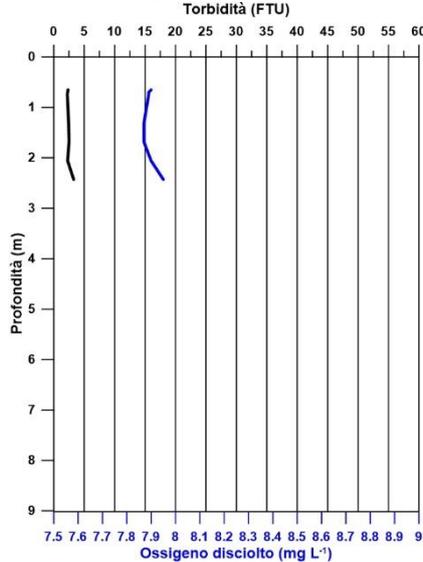
Corso d'opera Rapallo 14 - 31.05.2023



Corso d'opera Rapallo 15 - 31.05.2023

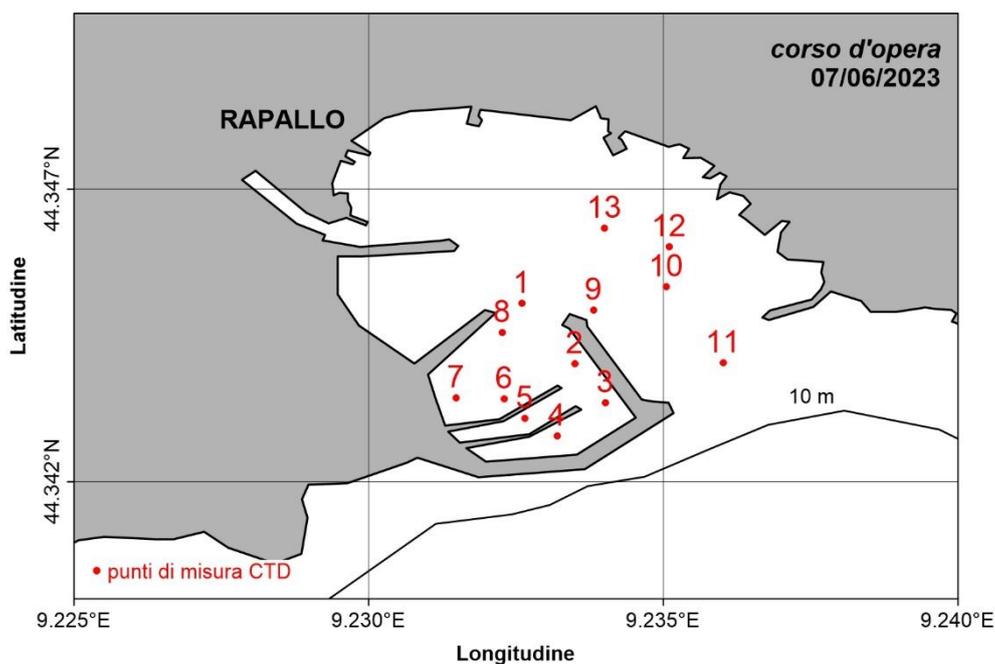


Corso d'opera Rapallo 16 - 31.05.2023



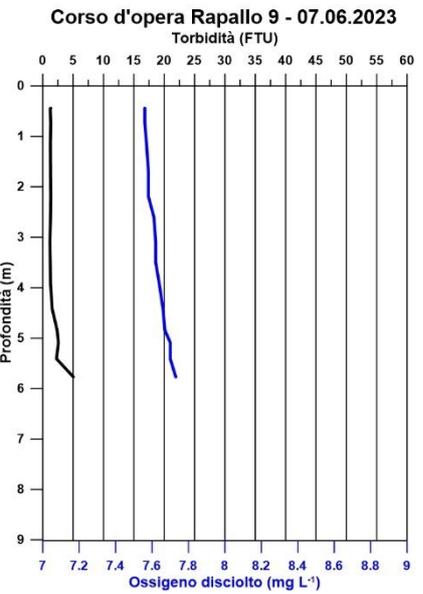
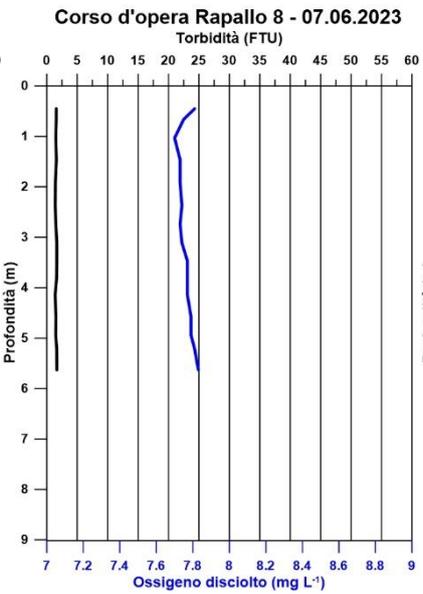
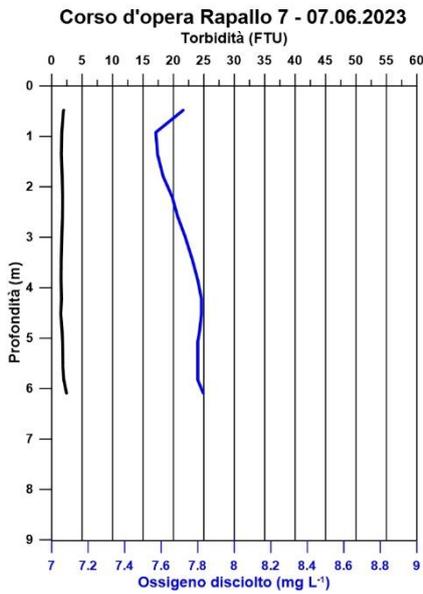
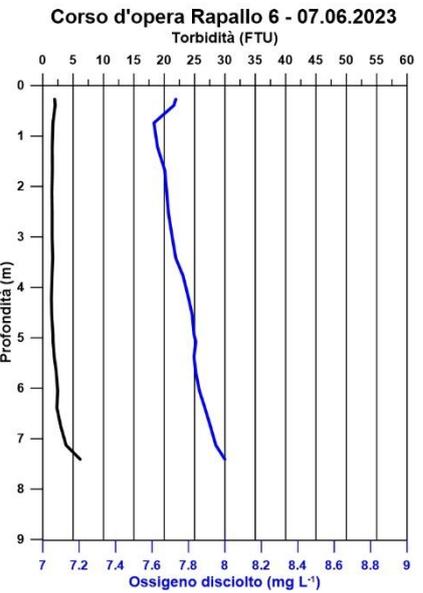
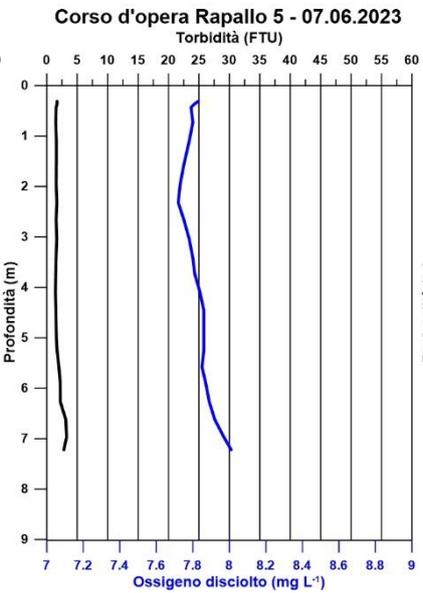
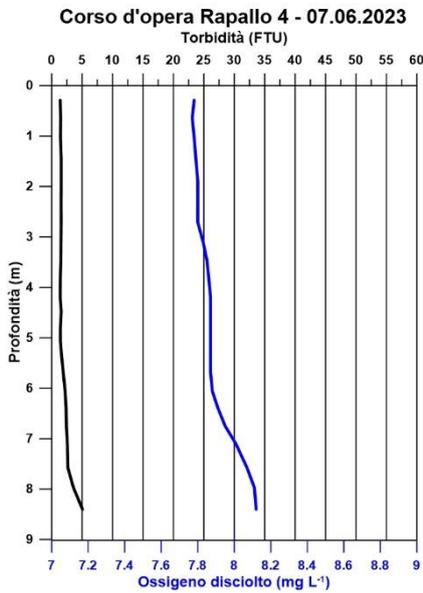
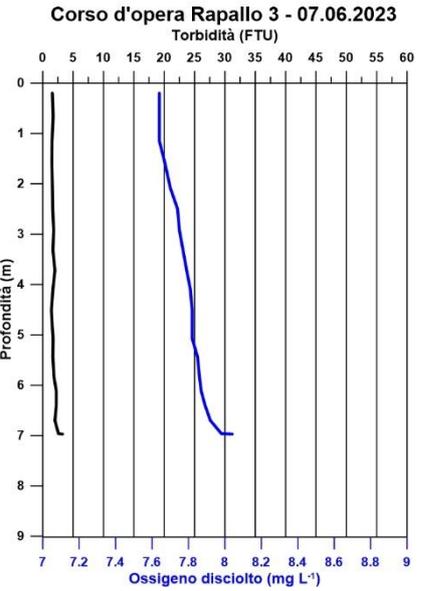
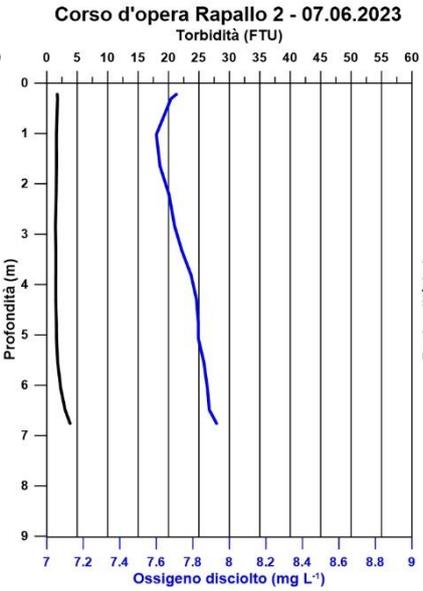
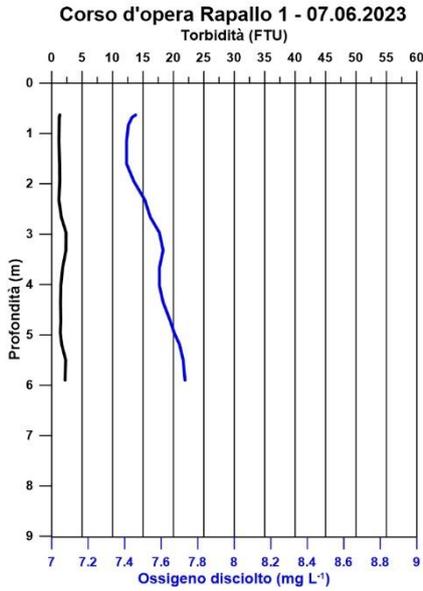
07/06/2023

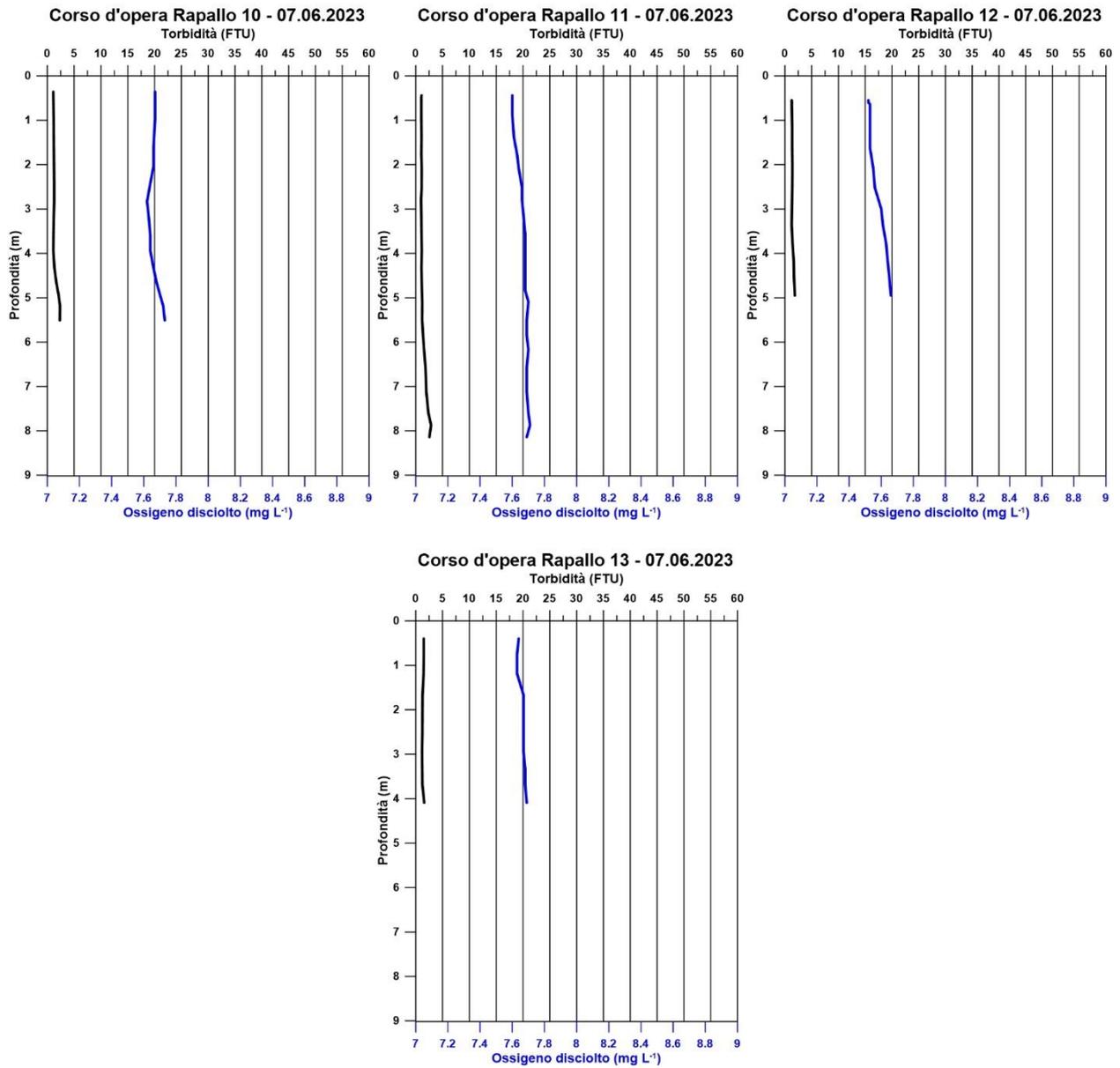
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di mare calmo, cielo nuvoloso e calma di vento. Sono state effettuate 13 stazioni per il rilievo dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua a mezzo sonda multiparametrica e 6 stazioni per le misure correntometriche. La distribuzione delle stazioni è indicata nella seguente figura.



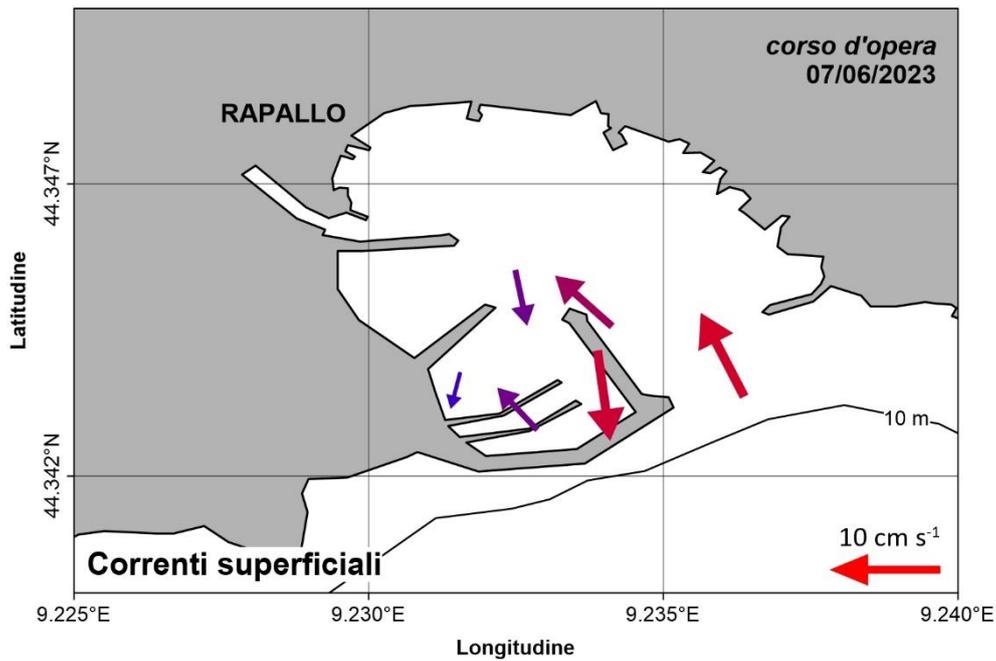
Mappa delle stazioni di misura dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua.

La torbidità ha mostrato valori compresi nel complesso tra 1.0 e 6.2 FTU, con il valore massimo registrato in prossimità del fondo nella stazione 6 all'interno del Carlo Riva. L'ossigeno era compreso tra 7.4 e 8.1 mg L⁻¹. Di seguito sono riportati i profili verticali di torbidità (in FTU, scala 0-60 FTU, in nero) e ossigeno disciolto (in mg L⁻¹, scala 7-9 mg L⁻¹, in blu) misurati in tutte le stazioni.

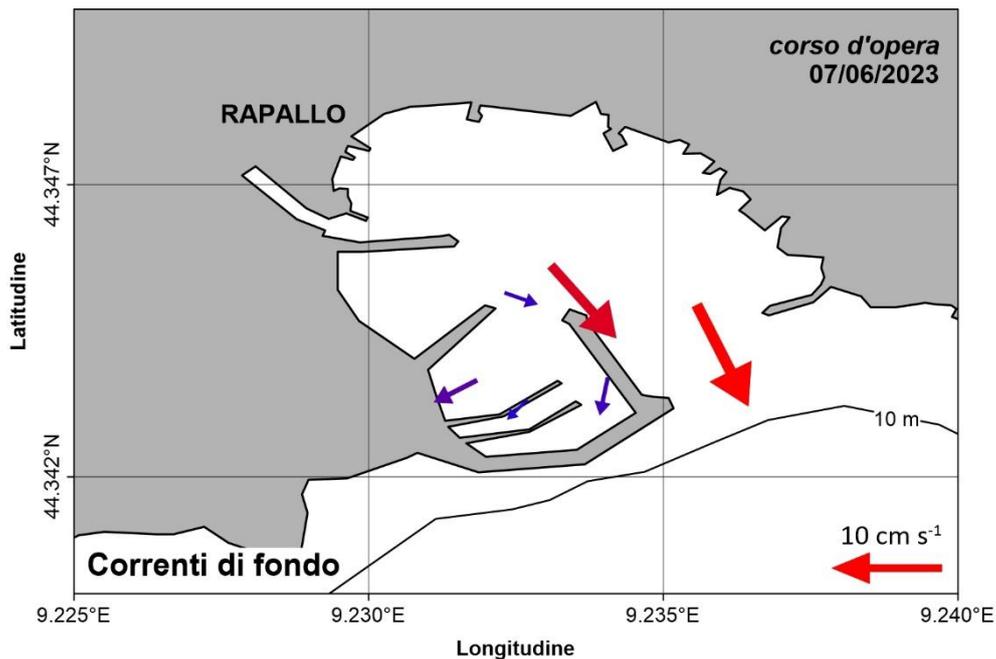




Le correnti hanno mostrato velocità comprese tra 0.2 e 10.4 cm s⁻¹ in tutta la colonna d'acqua. Di seguito sono riportate le mappe dei vettori di corrente misurati nello strato superficiale e in quello prossimo al fondo.



Mapa dei vettori di corrente nello strato superficiale.

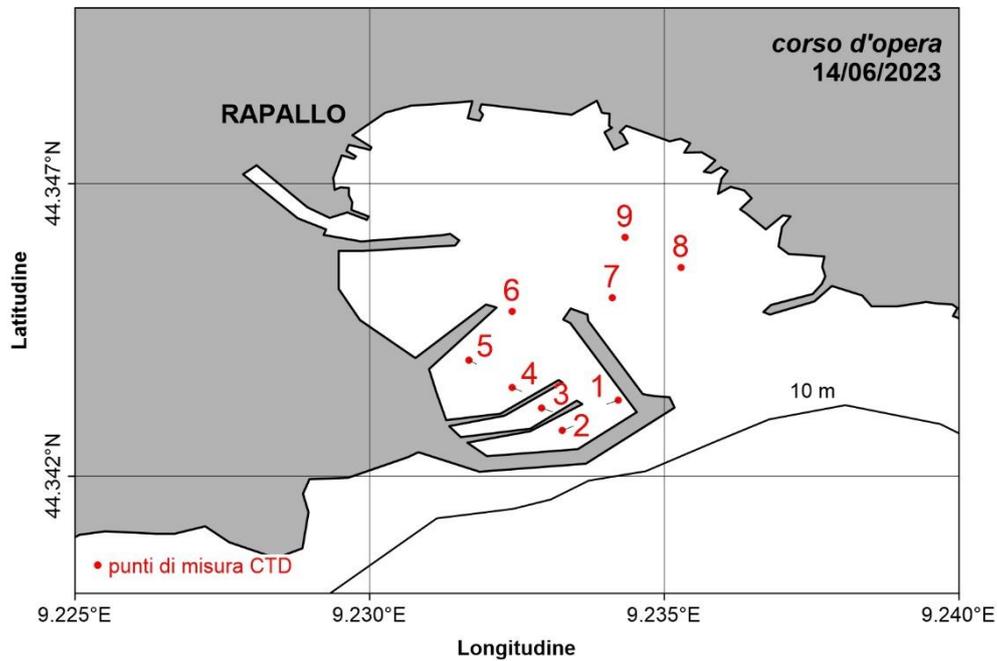


Mapa dei vettori di corrente nello strato di fondo.

14/06/2023

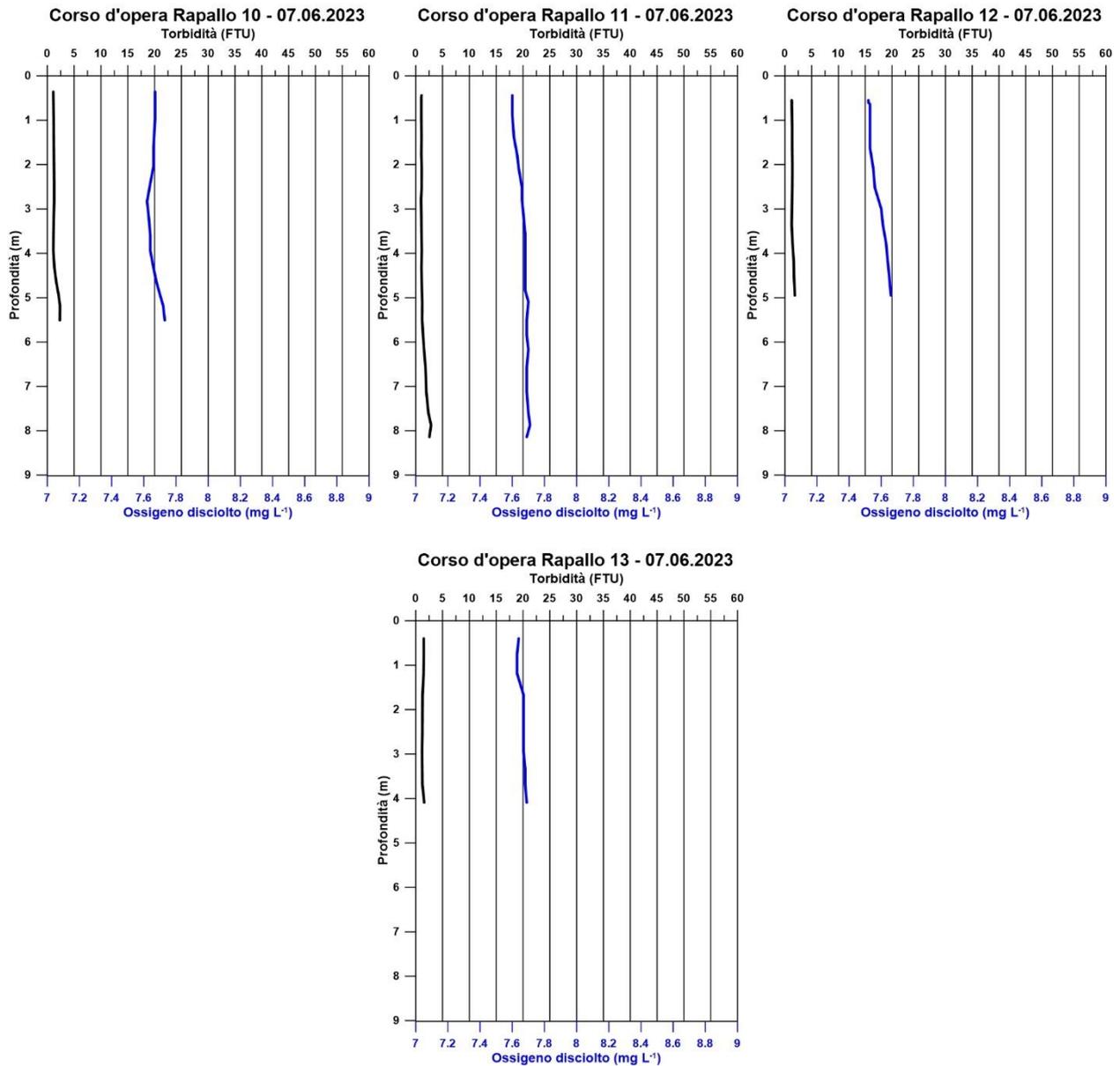
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di mare calmo, cielo coperto con rischio piogge e debole vento da W. Sono state effettuate 9 stazioni per il rilievo dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua a mezzo sonda multiparametrica; non

sono state effettuate misure correntometriche a causa delle cattive condizioni meteorologiche. La distribuzione delle stazioni è indicata nella seguente figura.



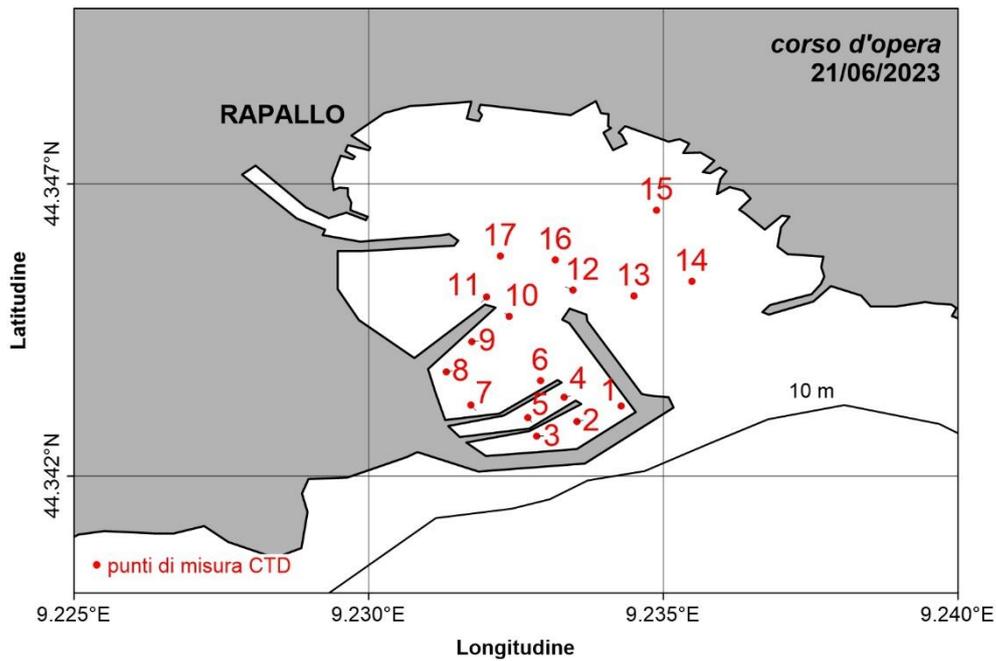
Mappe delle stazioni di misura dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua.

La torbidità ha mostrato valori compresi nel complesso tra 1.1 e 8.7 FTU, con il valore massimo registrato in prossimità del fondo nella stazione 2 all'interno del Carlo Riva. L'ossigeno era compreso tra 7.0 e 8.0 mg L⁻¹. Di seguito sono riportati i profili verticali di torbidità (in FTU, scala 0-60 FTU, in nero) e ossigeno disciolto (in mg L⁻¹, scala 7-9 mg L⁻¹, in blu) misurati in tutte le stazioni.



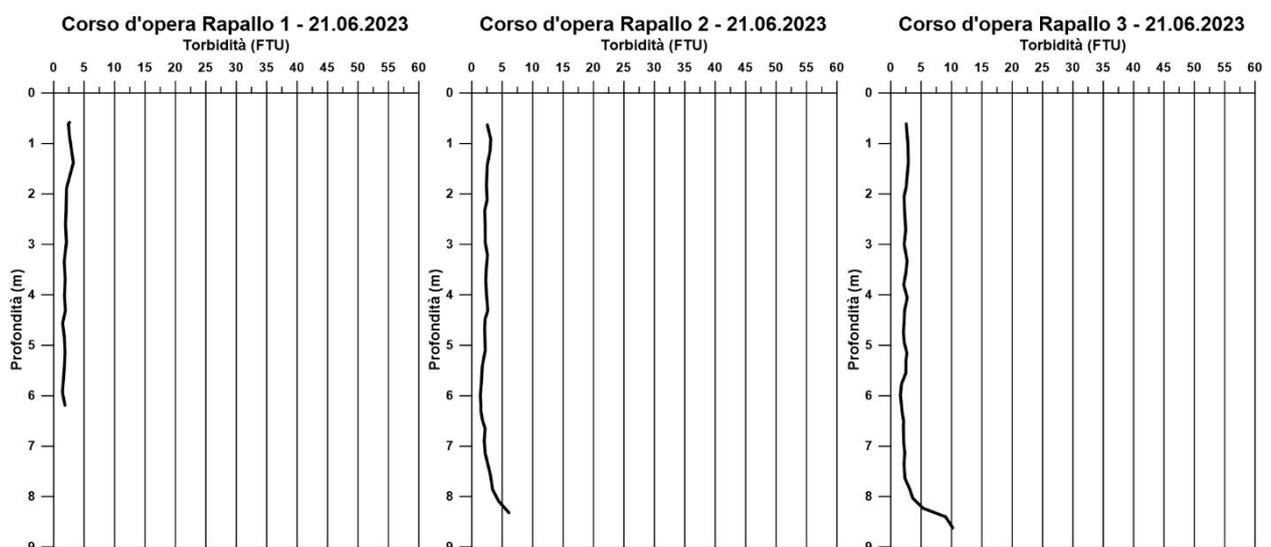
21/06/2023

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di mare calmo, cielo sereno e debole vento da SE. Sono state effettuate 17 stazioni per il rilievo dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua a mezzo sonda multiparametrica, e 8 stazioni di misure correntometriche. La distribuzione delle stazioni è indicata nella seguente figura.

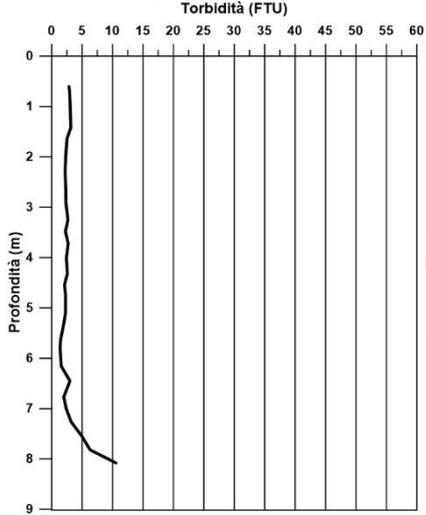


Mapa delle stazioni di misura dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua.

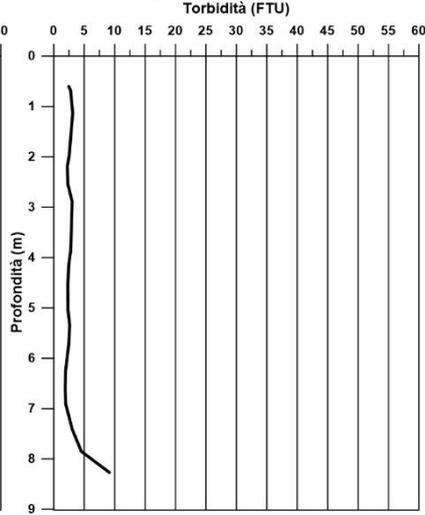
La torbidità ha mostrato valori compresi nel complesso tra 1.2 e 12.6 FTU, con il valore massimo registrato in prossimità del fondo nella stazione 9 davanti al molo in rifacimento all'interno del Carlo Riva. I dati di ossigeno disciolto non sono disponibili a causa di un problema tecnico al sensore. Di seguito sono riportati i profili verticali di torbidità (in FTU, scala 0-60 FTU, in nero) misurati in tutte le stazioni.



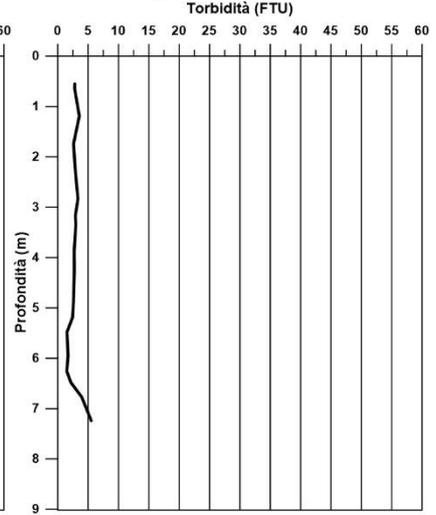
Corso d'opera Rapallo 4 - 21.06.2023



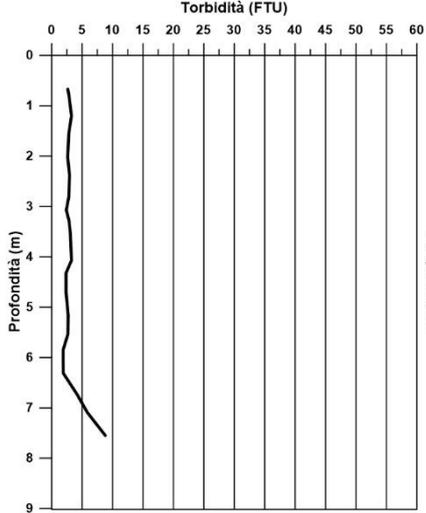
Corso d'opera Rapallo 5 - 21.06.2023



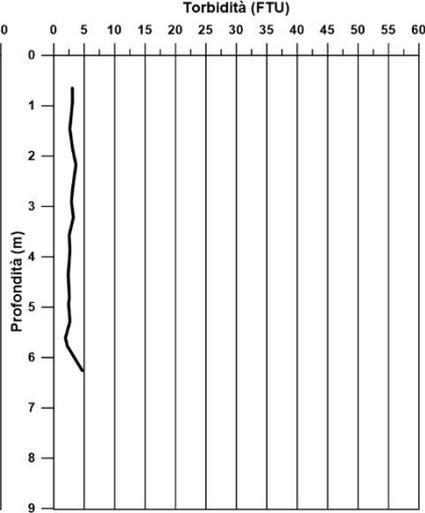
Corso d'opera Rapallo 6 - 21.06.2023



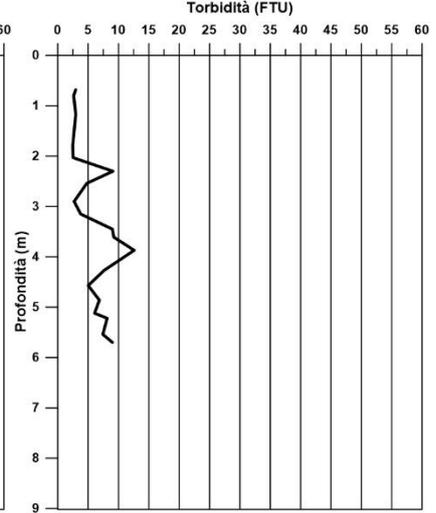
Corso d'opera Rapallo 7 - 21.06.2023



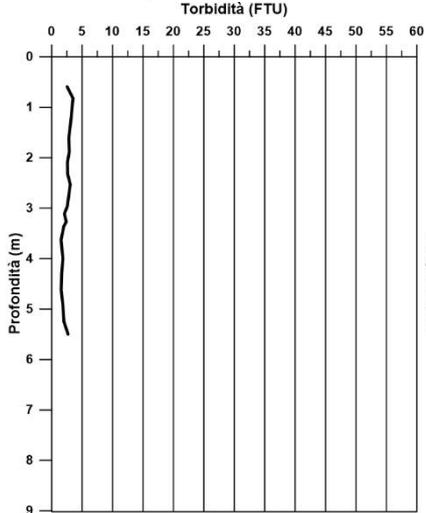
Corso d'opera Rapallo 8 - 21.06.2023



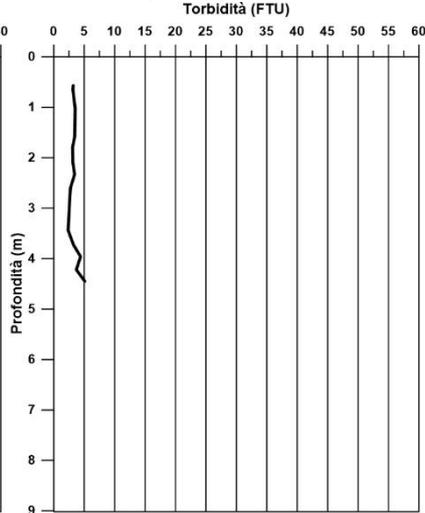
Corso d'opera Rapallo 9 - 21.06.2023



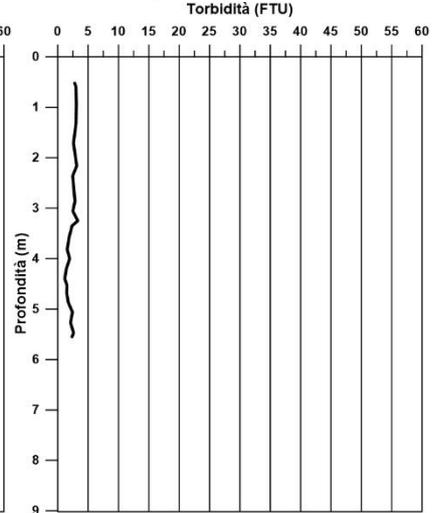
Corso d'opera Rapallo 10 - 21.06.2023

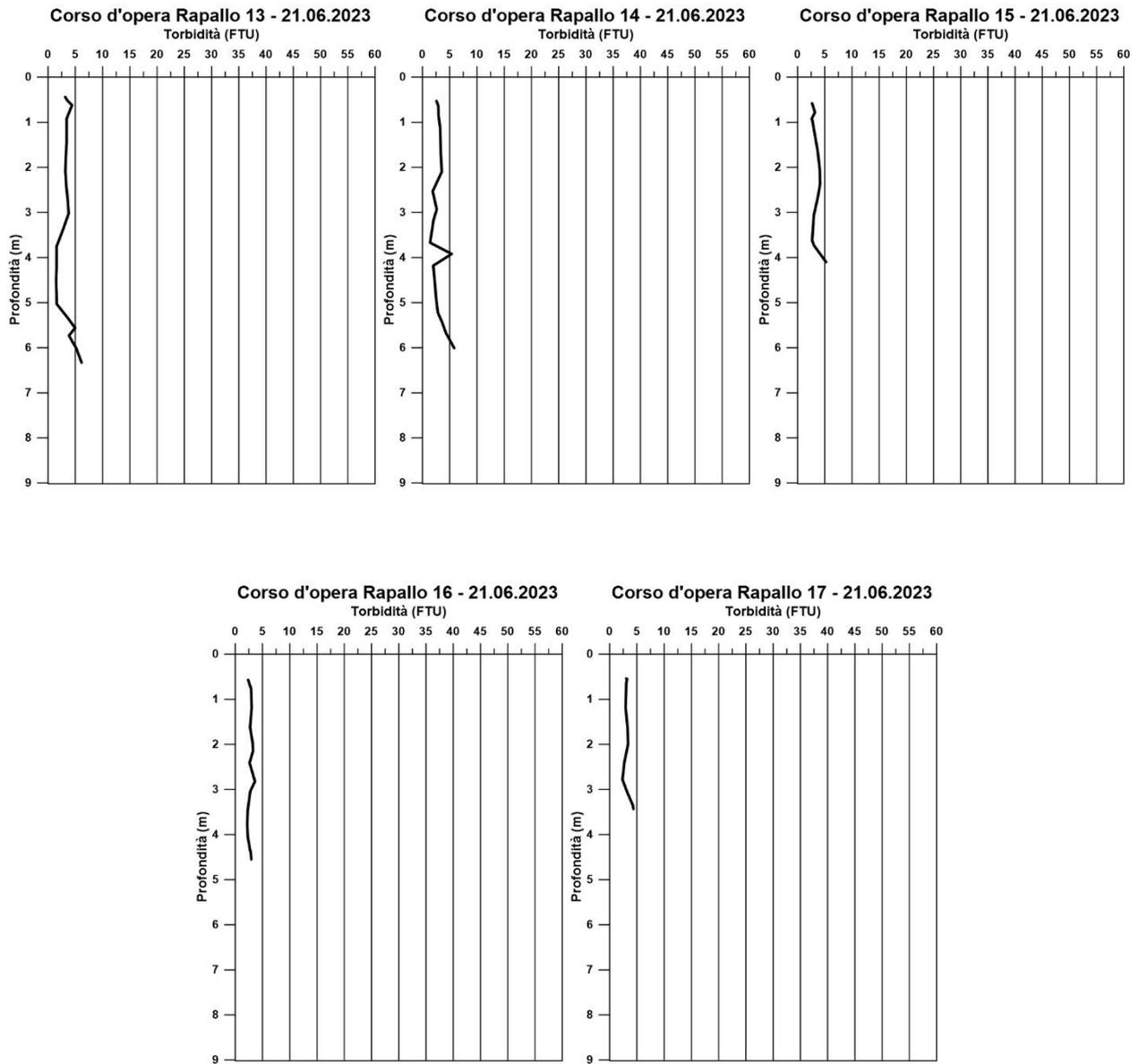


Corso d'opera Rapallo 11 - 21.06.2023

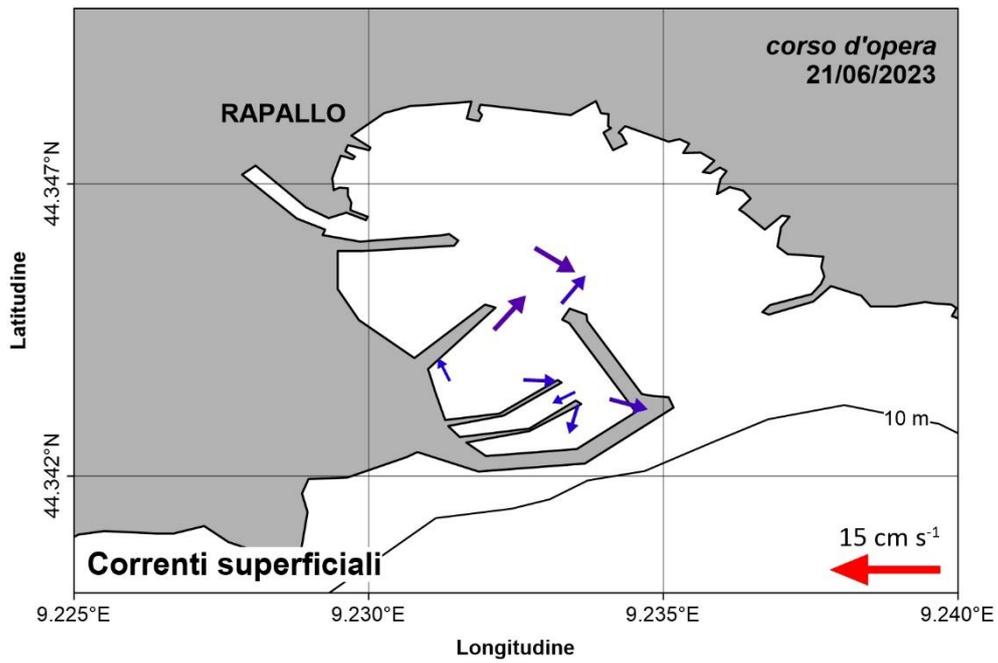


Corso d'opera Rapallo 12 - 21.06.2023

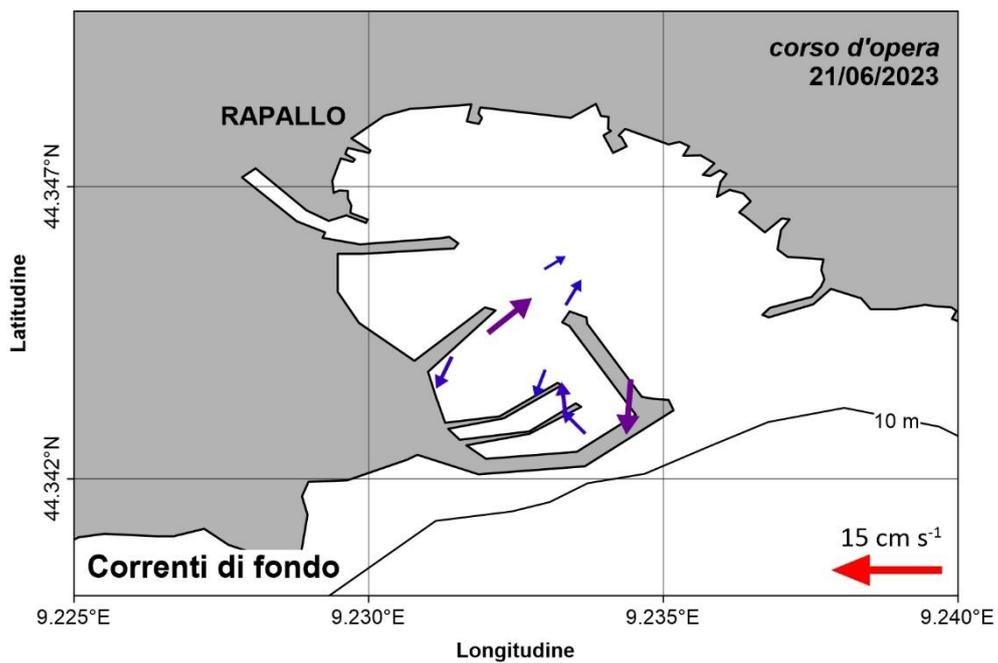




Le correnti hanno mostrato velocità comprese tra 0.4 e 12.9 cm s⁻¹ in tutta la colonna d'acqua. Di seguito sono riportate le mappe dei vettori di corrente misurati nello strato superficiale e in quello prossimo al fondo.



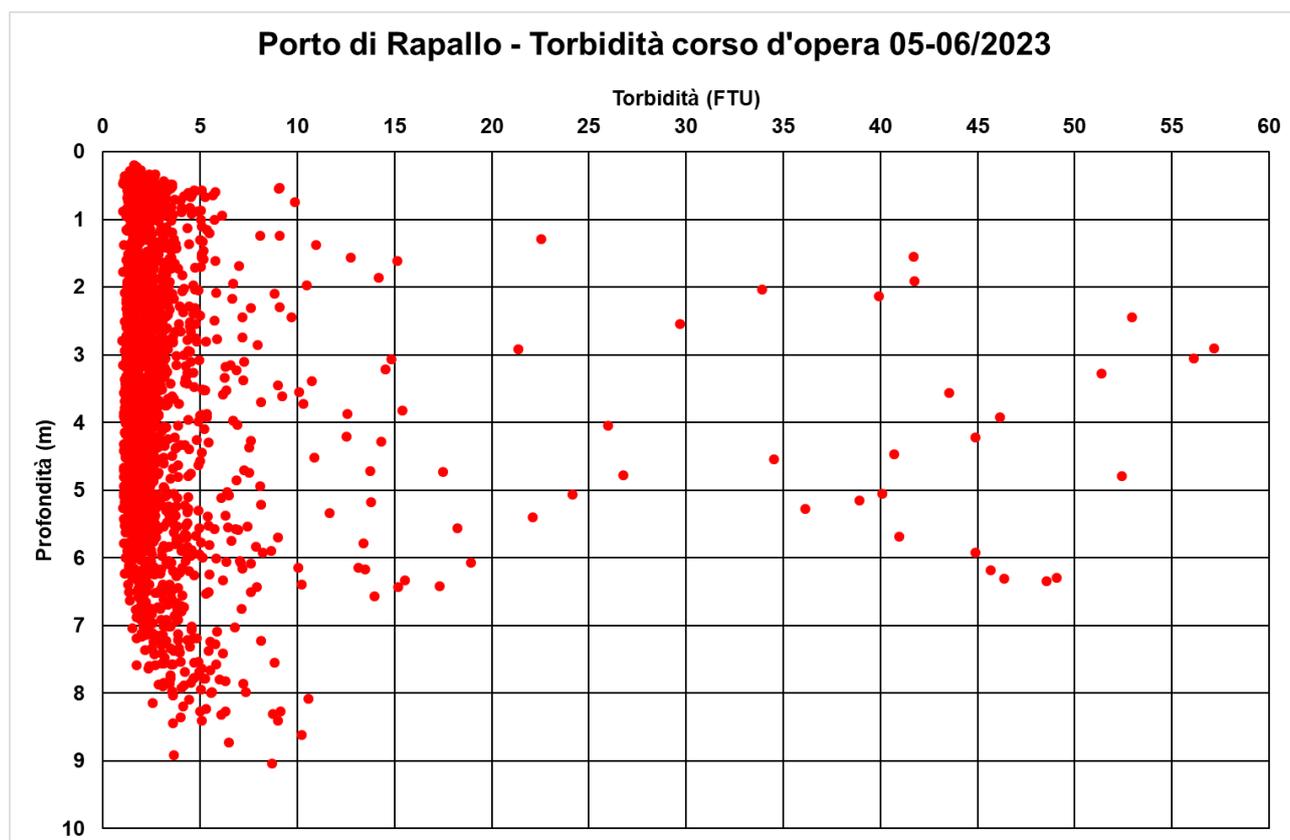
Mapa dei vettori di corrente nello strato superficiale.



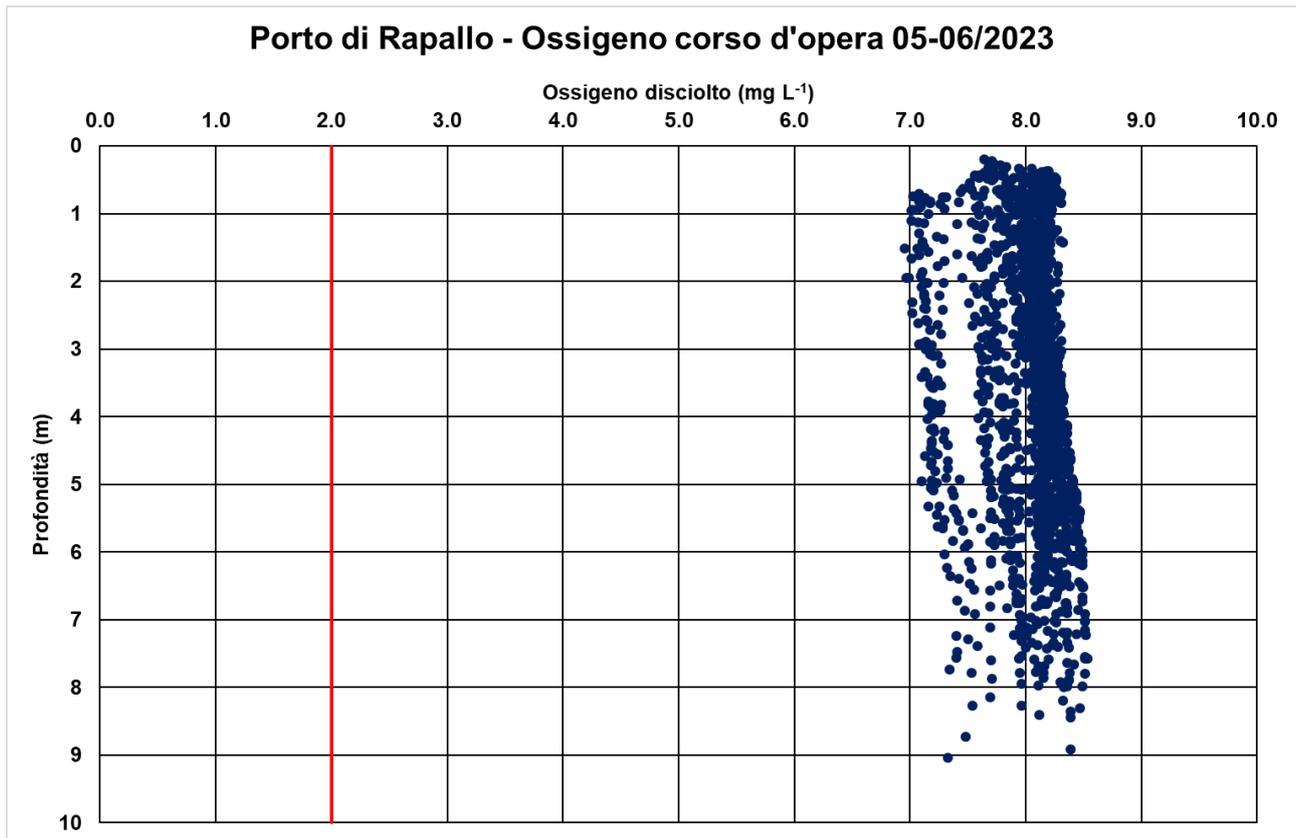
Mapa dei vettori di corrente nello strato di fondo.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DI MAGGIO-GIUGNO 2023

Di seguito sono riassunti tutti i valori di torbidità registrati in tutte le stazioni delle campagne in corso d'opera realizzate nei mesi di Maggio e Giugno 2023. Nel complesso la torbidità è compresa tra 1.0 e 57.2 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 mai coinvolto l'ingresso del porto.

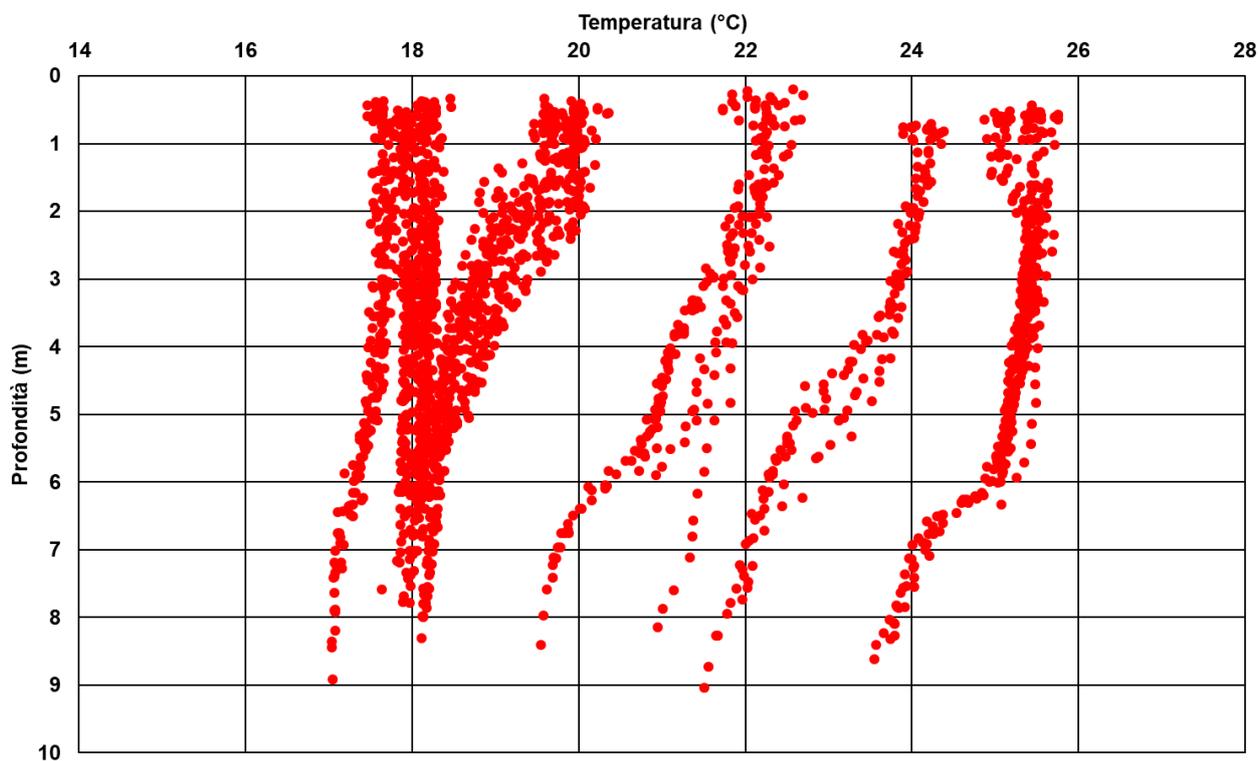


Nel complesso del periodo l'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 7.0 e 8.5 mg L⁻¹ in tutta l'area portuale senza mai avvicinarsi al limite di 2 mg L⁻¹. Di seguito è riportato il grafico riassuntivo dei valori misurati.



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 17.0 e 25.8°C, ad evidenza di un progressivo e deciso riscaldamento della colonna d'acqua dovuto al progressivo e stagionale aumento delle temperature dell'aria. La salinità ha mostrato valori compresi tra 35.1 e 39.0 ad indicare la presenza di acqua relativamente poco più dolce in superficie dovuta alle piogge.

Porto di Rapallo - Temperatura corso d'opera 05-06/2023



Porto di Rapallo - Salinità corso d'opera 05-06/2023

