AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
DIP.TE.RIS.

"Studio delle caratteristiche fisiche delle acque all'interno del Porto di Genova"

RELAZIONE "BIANCO"

Responsabile Scientifico DIP.TE.RIS.
(Prof. Sergio Tucci)

INDICE

1 INTRODUZIONE 3
2 OPERATIVITA' 8
2.1 CTD 10
2.2 ACQUA 11
2.2.1 pH 12
2.2.2 ISPRA – ECOTOSSICOLOGIA 12
2.2.3 ARPAL 13
2.3 SEDIMENTO 14
2.3.1 ISPRA – BENTHOS 14
2.3.2 ARPAL 16
2.4 MITILI 16
3 ELABORAZIONE PARAMETRI CHIMICO-FISICI 17
3.1 BIANCO 1 18
3.2 BIANCO 2 22
3.3 pH BIANCO 1 E 2 26
4 CARATTERIZZAZIONE VERTICALE DELLE MASSE D'ACQUA 28
4.1 BIANCO 1 28
4.2 BIANCO 2 29
5 RISULTATI COMPLESSIVI 31
BIBLIOGRAFIA 32

Allegato 1A: Misure CTD Bianco 1
Allegato 1B: Misure CTD Bianco 2

1 INTRODUZIONE

Per la realizzazione del progetto di monitoraggio dell'impatto ambientale connesso al dragaggio di sedimento di fondo all'interno del Porto di Genova, l'Autorità Portuale di Genova ha stipulato una Convenzione di ricerca con il Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (Dip.Te.Ris.) dell'Università degli Studi di Genova, che riguarda la definizione dello stato zero di riferimento (*ante operam*), la fase di corso d'opera ed il monitoraggio dello stato *post-operam*.

La strategia di monitoraggio prevista per il dragaggio del Porto di Genova deriva dalla consapevolezza dei potenziali impatti negativi derivanti dalle attività di movimentazione di sedimenti contaminati, e quindi dalla volontà di salvaguardare l'ambiente e di prevenire la contaminazione della colonna d'acqua e del comparto biotico, nonché dalla necessità di controllare che, nel caso vengano riscontrati disturbi all'ambiente, siano utilizzati tutti gli accorgimenti necessari a minimizzarli.

Le attività di movimentazione di sedimenti contaminati come quelli di un porto possono determinare numerosi effetti negativi sia sul comparto biotico sia su quello abiotico. Per quanto riguarda il comparto abiotico, i principali processi fisici che si possono verificare sono l'aumento della torbidità nell'acqua, la mobilizzazione dei contaminanti, la diminuzione temporanea dell'ossigeno disciolto e la variazione della concentrazione dei nutrienti nella colonna d'acqua, la solubilizzazione di contaminanti nell'acqua. Tali cambiamenti nel comparto abiotico potrebbero indurre sul comparto biotico effetti di contaminazione, danni e disturbi, decessi sugli organismi e sulle biocenosi presenti nell'area.

In relazione ai potenziali effetti della specifica attività di dragaggio prevista all'interno del Porto di Genova, l'attenzione maggiore è centrata sulla possibile fuoriuscita di contaminanti dalla zona propriamente portuale, che potrebbe provocare danni all'ambiente marino costiero in prossimità delle bocche portuali.

Le attività previste per il monitoraggio del dragaggio del Porto di Genova sono:

- Esecuzione delle attività previste nel "Piano di monitoraggio della attività di dragaggio e refluimento in cassa di colmata di Calata Bettolo dei sedimenti del Porto di Genova" (PM-Pr-LI-Genova_01.13) predisposto da ISPRA-ex ICRAM (ICRAM, 2007).

- Esecuzione delle attività previste nel “Piano di monitoraggio della attività di dragaggio e refluimento in cassa di colmata di Calata Derna dei sedimenti del Porto di Genova” predisposto da Autorità Portuale.
- Realizzazione della banca dati dei risultati di tutte le attività di Dip.Te.Ris., ARPAL e ISPRA-ex ICRAM con l’inserimento dei dati prodotti da parte del Dip.Te.Ris.. Creazione di un sito web dedicato alla visualizzazione di dati e creazione di un protocollo di abilitazione all’accesso per i soggetti abilitati quali la Regione Liguria, l’ARPAL, il Dip.Te.Ris., l’ISPRA, l’APG e la Capitaneria di Porto di Genova.

La presente relazione descrive le attività svolte durante le due campagne d’indagine di “Bianco” effettuate sul sistema dal Dip.Te.Ris., preliminarmente all’inizio delle attività di dragaggio e refluimento in vasca (da cui “*ante operam*”), e che hanno previsto la raccolta di differenti campioni destinati ai diversi laboratori di Dip.Te.Ris., ARPAL ed ISPRA, con l’obiettivo di comprendere quale sia la situazione “naturale” della colonna d’acqua all’interno di tutto il bacino portuale e quali siano i processi naturali o meno (scarichi fluviali e fognari, mareggiate, transito navale) che creano disturbo a tale condizione.
La conoscenza di tali informazioni è necessaria sia per una corretta pianificazione delle attività di monitoraggio durante il dragaggio sia per una corretta interpretazione della variabilità spazio-temporale dei parametri acquisiti durante le indagini di campo. Infatti grazie a queste informazioni si può eseguire un monitoraggio mirato che riesca a discriminare se, ed in quale entità, una eventuale variazione delle caratteristiche della colonna d’acqua può essere imputata alle attività di dragaggio o ad altri fattori (apporti fluviali, risospensione indotta dal traffico portuale, ecc.).
Obiettivo primario delle campagne di “Bianco” era quello di definire i limiti soglia di torbidità e di corrente che non dovranno essere superati durante le attività di dragaggio, per non compromettere la salute dell’ambiente acquatico all’esterno del Porto. Questa parte di lavoro viene descritta in un’altra relazione, legata ad un'altra convenzione tra Dip.Te.Ris. e Autorità Portuale.

Nella scelta a tavolino della posizione e del numero delle stazioni previste per il “Bianco” sono stati diversi fattori:
- conformazione del Porto;
- necessità di coprire l’intero bacino portuale e le zone adiacenti;

- dislocazione delle aree soggette a dragaggio;
- dislocazione delle aree soggette a sversamento (Calata Bettolo e Calata Derna) e posizione dei rispettivi punti di efflusso;
- presenza di scarichi civili e/o foci fluviali;
- presenza di biocenosi sensibili, come la prateria di *Posidonia oceanica* ubicata a circa 1 nm a Est del Porto, e di punti di interesse naturalistico e turistico, come le spiagge adibite ad uso balneare presenti tra Punta Vagno e Sturla;
- parametri fisico-chimici (torbidità, temperatura, salinità, metalli pesanti nei sedimenti di fondo, ecc.) e biotici (ecotossicologia, bioaccumulo, ecc.) da indagare;
- risultati ottenuti durante le cinque campagne di Pre-Bianco (Dip.Te.Ris., 2008).

In base all'analisi di questi parametri è stato scelto un numero di stazioni previste per il controllo delle diverse matrici di indagine nella fase di "Bianco" pari a 11 con l'ubicazione indicativa riportata in figura 1.1.

Come riassunto schematicamente in figura 1.1, per ogni stazione sono stati anche definiti i campionamenti da eseguire:

- n.11 stazioni di prelievo di un unico campione di acqua rappresentativo di tutta la colonna d'acqua, tramite bottiglia Niskin, per la determinazione di TPM (Materiale Particellato Totale), pH, Metalli ed elementi in tracce, IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici), Idrocarburi (C > 12), TBT (Tributilstannio), Nutrienti (Fosforo totale, Nitriti, Nitrati, Ortofosfati, Ammoniaca) e TOC (Carbonio Organico Totale), Metalli ed elementi in tracce nel particellato sospeso;
- n. 6 stazioni (1, 3, 7, 8, 10 e 11) di prelievo di un unico campione di acqua rappresentativo di tutta la colonna d'acqua, tramite bottiglia Niskin, per analisi ecotossicologiche;
- n. 4 stazioni (1, 3, 7 e 8) di prelievo di sedimento superficiale, per mezzo di una benna Van Veen, per l'esecuzione di analisi chimico-fisiche (Granulometria, Metalli ed elementi in tracce, Idrocarburi C > 12, IPA, TBT, potenziale redox);
- n. 3 stazioni (1, 3 e 8) di prelievo di campioni di sedimento superficiale (cinque repliche a stazione), per mezzo di una benna Van Veen, per l'analisi della comunità macrozoobentonica (abbondanza, specie presenti, biomassa);

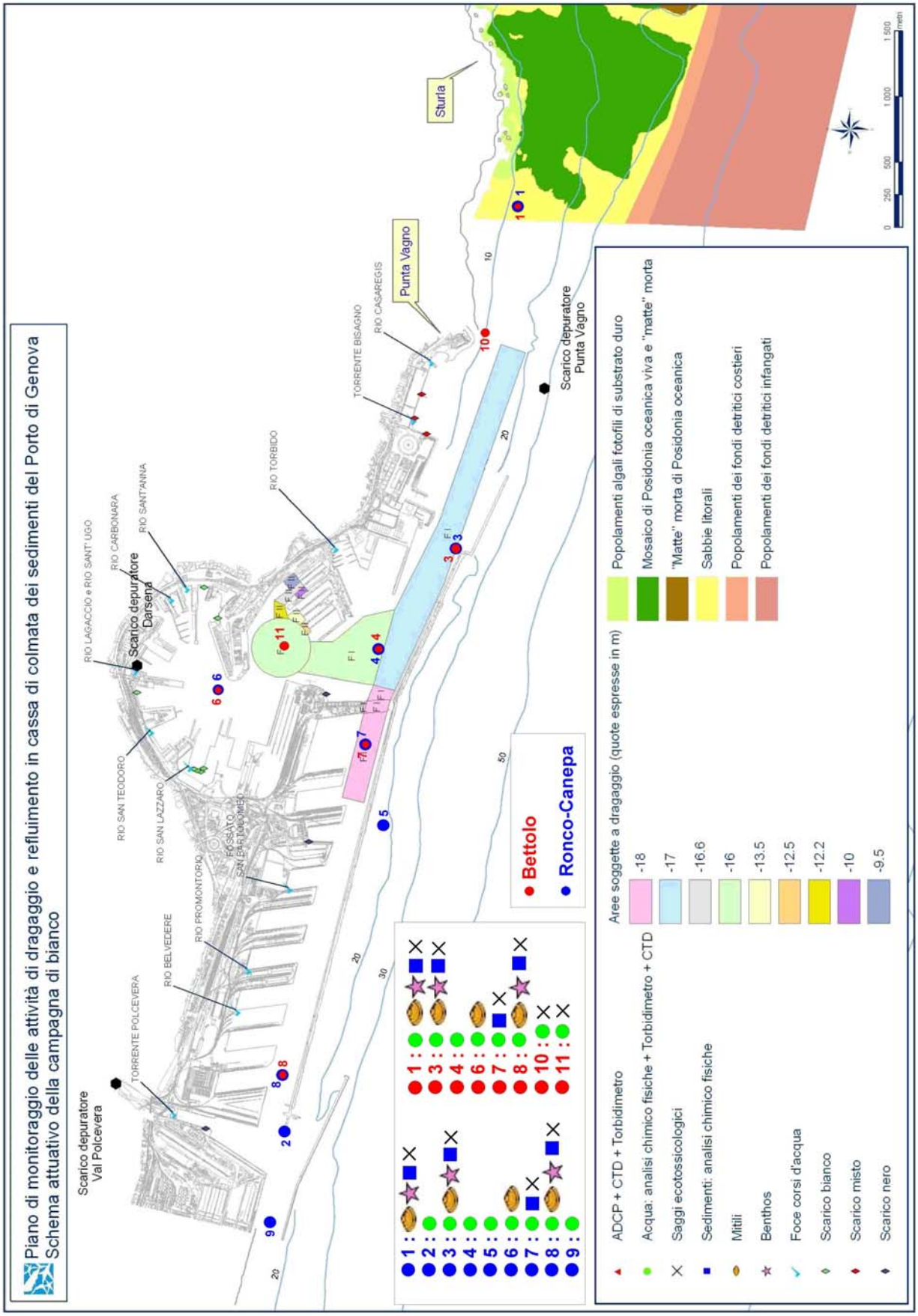


Fig. 1.1 - Inquadramento dell'area coinvolta nell'analisi di Bianco.

- n. 4 stazioni (1, 3, 6 e 8) di collocazione e prelievo di organismi filtratori (molluschi bivalvi), mediante gabbie, sui cui tessuti dovranno essere periodicamente ricercati Metalli ed elementi in tracce, IPA e TBT;
- n. 11 stazioni di profili verticali eseguiti con sonda multiparametrica (ossigeno disciolto, temperatura, salinità, conducibilità);
- n. 11 stazioni di profili verticali eseguiti con ADCP per la determinazione della velocità e della direzione delle correnti lungo tutta la colonna d'acqua.

La prima campagna di "Bianco" si è svolta nei giorni 23 e 25 giugno e la seconda si è svolta a distanza di circa 4 mesi dalla prima (23 e 24 ottobre), così da avere condizioni stagionali meteo-marine ed ambientali differenti.
Di seguito sono descritte le condizioni meteo-marine, le operazioni effettuate a bordo durante le due campagne ed i risultati ottenuti dall'analisi dei profili CTD e del pH.

2 OPERATIVITA'

Le attività di caratterizzazione dello specchio acqueo del Porto di Genova sono avvenute nei giorni 23 e 25 giugno (Bianco 1) e 23 e 24 ottobre 2008 (Bianco 2), con campionamenti e misure in stazioni distribuite su tutto il bacino portuale.
Le operazioni di misura sono state effettuate a bordo della M/B Maso della Società ARCO89 nel corso di 2 giorni per entrambe le campagne: si è scelto di fare i campionamenti di sedimento in giorni diversi da quelli dei rilievi con sonda multiparametrica e ADCP, a causa del possibile disturbo nell'acquisizione dei dati da parte di tali strumenti prodotto dalla nuvola di sedimento che la benna può generare impattando col fondo e durante la risalita verso la superficie.

Bianco 1 - 23 giugno 2008: sono state effettuate misurazioni delle correnti con ADCP e dei parametri fisici con il CTD; le condizioni meteo erano caratterizzate da mare calmo e vento quasi assente.

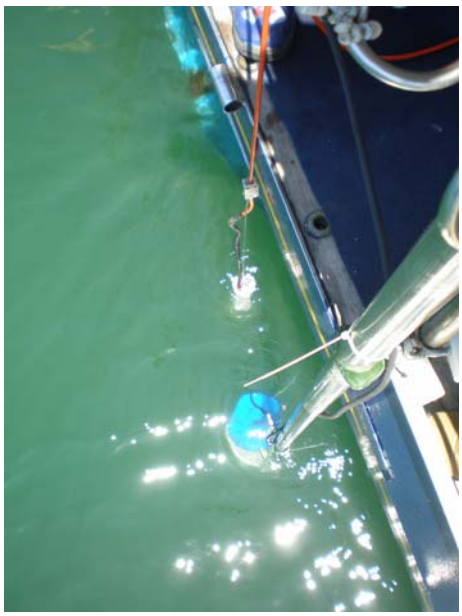


Fig. 2.1 – CTD calato in acqua e ADCP montato a palo – Bianco 1.

Bianco 1 - 25 giugno 2008: sono stati effettuati i campionamenti di acqua tramite bottiglia Niskin per le analisi del materiale particellato sospeso di competenza del Dip.Te.Ris., per le analisi chimico-fisiche di pertinenza dei laboratori ARPAL e per quelle ecotossicologiche di pertinenza dell'ISPRA, ed i campionamenti di sedimento superficiale tramite benna Van Veen per le analisi della comunità bentonica di

pertinenza dei laboratori dell'ISPRA e dei contaminanti chimici di pertinenza dell'ARPAL; le condizioni meteo si sono mantenute per lo più simili a quelle del giorno prima.



Fig. 2.2 – Campionamento del benthos e dell'acqua – Bianco 1.

Bianco 2 - 23 ottobre 2008: sono stati effettuati i campionamenti di acqua ed i campionamenti di sedimento superficiale; le condizioni meteo-mare erano caratterizzate da mare calmo e vento da NE.



Fig. 2.3 – Campionamento del benthos e dell'acqua – Bianco 2.

Bianco 2 - 24 ottobre 2008: sono state effettuate misurazioni delle correnti con ADCP e dei parametri fisici con il CTD; le condizioni meteo erano caratterizzate da mare calmo e vento da NE.



Fig. 2.4 –ADCP montato a palo e CTD – Bianco 2.

2.1 CTD

I dati dei parametri fisici (temperatura, conducibilità, salinità) sono stati raccolti tramite calate della sonda CTD Idromar (Fig. 2.5), integrata con sensore di ossigeno disciolto e torbidità; i dati sono stati successivamente validati, eleborati e plottati in laboratorio con programmi *ad hoc*, con i quali si è potuto ottenere profili verticali, distribuzioni verticali ed orizzontali di ogni singolo parametro (Fig. 2.6).

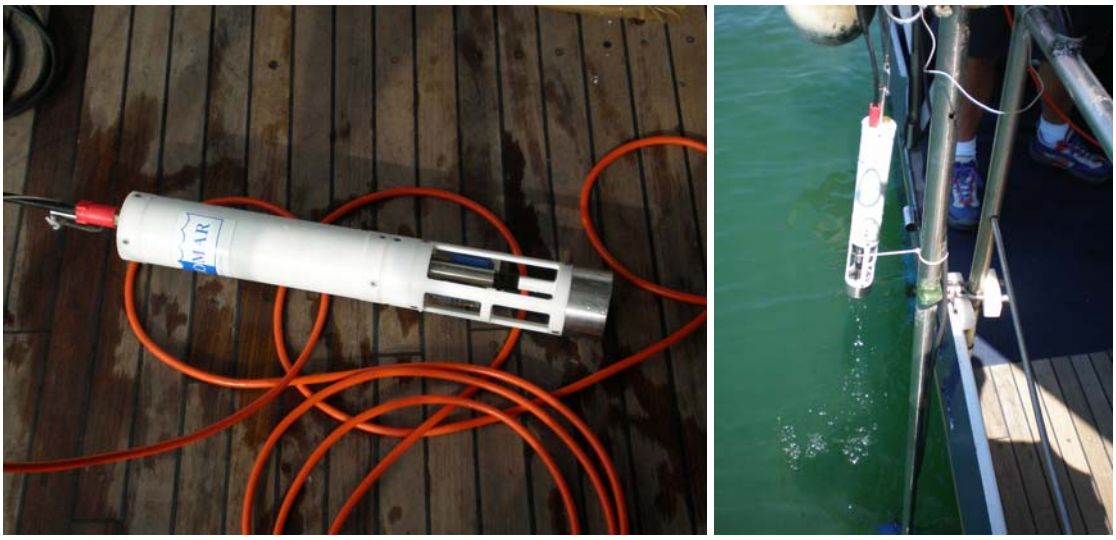


Fig. 2.5 - Sonda CTD IDROMAR.

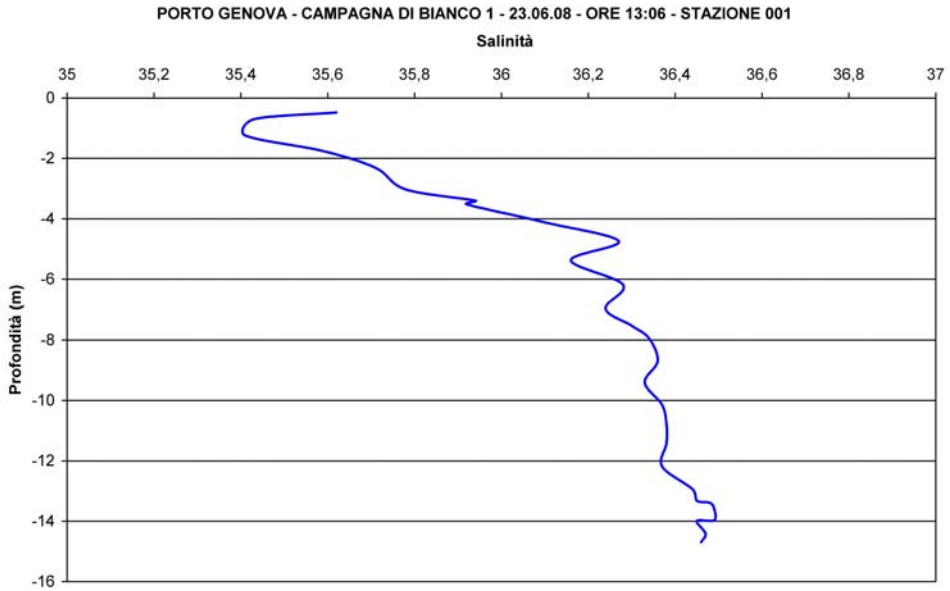


Fig. 2.6 – Esempio di profilo di salinità ottenuto con l'elaborazione dei dati acquisiti con il CTD.

2.2 ACQUA

L'acqua è stata campionata con una bottiglia Niskin da 10 l (Fig. 2.7); questa fornisce un campione istantaneo e non un prelievo integrato nel tempo, quindi rappresentativo solo delle proprietà dell'acqua al momento e nel punto in cui il campione è stato prelevato. La bottiglia è stata calata alla profondità di campionamento desiderata tramite una cima metrata e chiusa tramite "messaggero".



Fig. 2.7 - Bottiglia Niskin e sua chiusura tramite "messaggero".

Il campione prelevato con la bottiglia è stato suddiviso in diverse bottiglie destinate alle differenti analisi dei laboratori di DIP.TE.RIS., ISPRA e ARPAL.

2.2.1 pH

Sui campioni d'acqua prelevati è stato misurato il pH grazie ad un pHtester portatile della Hanna Instruments immergendolo direttamente nel campione (Fig. 2.8).



Fig. 2.8 – Misura del pH tramite pHtester.

2.2.2 ISPRA – ECOTOSSICOLOGIA

Lungo la colonna d'acqua, in funzione delle specifiche del piano di monitoraggio, è stato prelevato tramite bottiglia Niskin un volume di acqua pari ad almeno 1 litro per ogni punto di prelievo, rappresentativo dell'intera colonna d'acqua.
Con il volume prelevato sono stati riempiti:
- un contenitore monouso da 0,5 l in polietilene, decontaminato con HCl al 10%, destinato alla determinazione di tossicità algale;
- un contenitore da 0.25 l in polietilene, destinato al saggio ecotossicologico Microtox.

I campioni sono stati conservati ad una temperatura di 4–6 °C, sino al momento della spedizione ed il trasporto al laboratorio ISPRA a Roma è avvenuto in frigo-box portatili refrigerati con un numero sufficiente di "mattonelle" a garantire una temperatura di 4–8 °C.

2.2.3 ARPAL

L'acqua prelevata con la bottiglia Niskin ad una quota stabilita per ogni stazione è stata suddivisa in (Fig. 2.9):

- una bottiglia di vetro da 2 l normalizzata in n-esano destinata alla determinazione degli idrocarburi (Frazione 01);
- una bottiglia di vetro da 1 l destinata alle determinazione degli IPA (Frazione 02);
- una bottiglia in Pyrex da 250 ml condizionata con acido nitrico destinata alla determinazione di metalli su materiale disciolto e metalli su particellato (Frazione 03);
- una bottiglia di vetro da 1 l con tappo smeriglio destinata alla determinazione dei solidi sospesi totali (Frazione 04);
- due bottiglie in vetro da 1 l con tappo smeriglio destinata alla determinazione di organostannici (Frazione 05);
- una bottiglia in polietilene ad alta densità da 250 ml destinata alla determinazione di nutrienti (Frazione 06);
- un contenitore di polietilene ad alta densità da 100 ml destinata alla determinazione di carbonio organico totale (Frazione 07).

Le frazioni 01–05 sono state conservate a 4 °C nell'arco della giornata di campionamento, mentre le frazioni 06 e 07 sono state conservate a -20 °C; per la consegna al laboratorio ARPAL le bottiglie sono state trasportate in frigo portatili con un numero sufficiente di "mattonelle" a garantire una temperatura idonea.



Fig. 2.9 – Campionamento dell'acqua.

2.3 SEDIMENTO

Il sedimento è stato campionato tramite una benna tipo Van Veen (Fig. 2.10). L'area di presa della benna (che può oscillare tra 0,003 e 0,55 m^2) è pari a circa 0,1 m^2.



Fig. 2.10 – Benna Van Veen.

Sono state effettuate bennate sul fondo per i campioni ARPAL e per ogni campione e replica ISPRA.

2.3.1 ISPRA – BENTHOS

In ogni stazione di campionamento prevista è stato effettuato un numero pari a 5 di repliche per ogni stazione.

Prima della fase di prelievo è stato preparato un quaderno di bordo, contenente le schede di campionamento su cui sono state riportare diverse informazioni quali: la campagna oceanografica, l'area di indagine, le stazioni individuate dal piano di campionamento, le relative coordinate teoriche, le condizioni meteo-marine, la descrizione macroscopica del campione, ecc. Sul quaderno sono state, inoltre, riportate le coordinate reali di ciascuna replica, prese correttamente nel momento in cui la benna arrivava sul fondo, con la relativa profondità.

Una volta recuperato, il campione è stato posto all'interno di un'apposita vasca dove è stata versata anche l'acqua di mare che si trovava raccolta sulla superficie del campione. Successivamente lo strumento è stato accuratamente lavato (con acqua di

mare) e l'acqua di lavaggio è stata versata nella vasca. Per campioni particolarmente ricchi di sedimento di natura argillosa come quelli interni al Porto è stata aggiunta acqua all'interno del vascone per permettere uno scioglimento delicato del campione, in modo da non danneggiare gli organismi presenti al suo interno. I piccoli noduli di materiale argilloso sono stati sciolti tramite getto d'acqua delicato durante l'operazione di vagliatura (Fig. 2.11). La vagliatura consiste nel far passare il campione, sciolto in acqua, attraverso un setaccio (per eliminare l'acqua in eccesso ed i sedimenti fini). Per il macrobenthos, il setaccio utilizzato aveva una maglia con aperture quadrate di 1 mm. Anche durante la vagliatura si è fatto ricorso ad un getto d'acqua che ha consentito di liberare gli animali dal sedimento senza però danneggiarli (Fig. 2.12). Il setaccio è stato lavato e spazzolato a fondo dopo la setacciatura di ogni campione.

Prima di passare alla fase di fissazione e di conservazione, il campione è stato versato all'interno di appositi contenitori (barattoli a bocca larga in polietilene ad alta densità, "HDPE", con chiusura ermetica), ognuno con apposita etichetta identificativa sia esterna che interna, riportante la sigla della stazione, il numero della replica, la data di campionamento e lo "split number" dei barattoli.

Nella fase di fissazione e conservazione il contenitore è stato riempito dal materiale setacciato per non oltre la metà del suo volume; la soluzione fissativa è stata immessa nel contenitore fino a raggiungere circa i 3/4 del suo volume. Il fissativo usato è una soluzione di formalina al 4% diluita in acqua di mare con aggiunta di carbonato di calcio ($CaCO_3$) come tampone.

I campioni così raccolti sono stati inviati al laboratorio ISPRA a Roma.



Fig. 2.11 – Fasi della preparazione dei campioni di benthos (sedimento raccolto nella cassa e versato nel setaccio).



Fig. 2.12 – Fasi della preparazione dei campioni di benthos (setacciatura del sedimento fino alla raccolta del campione finale).

2.3.2 ARPAL

Il campione prelevato dal fondo è stato suddiviso nel seguente modo:
- un barattolo di plastica da 1 kg per analisi di metalli;
- un barattolo di plastica da 1 kg per analisi di idrocarburi;
- un barattolo di plastica da 1 kg per analisi di IPA;
- un barattolo di plastica da 250 ml per analisi di TBT;
- un barattolo di plastica da 1 kg per analisi granulometrica.

Tutti i campioni sono stati conservati a 4 °C nell'arco della giornata di campionamento. Per la consegna al laboratorio ARPAL i barattoli sono stati trasportati in frigo portatili con un numero sufficiente di "mattonelle" a garantire una temperatura idonea.

2.4 MITILI

Le prove di bioaccumulo sono state effettuate mediante l'utilizzo del mitilo mediterraneo *Mytilus galloprovincialis* (Fig. 2.13). I mitili provenienti dalla popolazione prescelta sono stati campionati, per ogni stazione, in modo tale da selezionare un numero di individui indicativamente superiore a 100, di taglia approssimativamente compresa tra il 70-90% della media delle taglie massime osservate. Gli individui campionati sono stati puliti grossolanamente dai residui di sedimento, grossi filamenti, resi vegetali, tramite delicata immersione in acqua di mare.

Dopo il prelievo, tutti gli individui destinati allo studio del bioaccumulo, sono stati mantenuti refrigerati, garantendo il mantenimento di una temperatura di 4-8 °C e sono

stati fatti pervenire entro 24 ore dal prelievo al laboratorio ISPRA a Roma. Il trasporto dei campioni prelevati è avvenuto in frigo-box portatili dotati di un numero di "mattonelle" idoneo a garantire sempre il mantenimento di una temperatura di 4-8 °C, e comunque in ambiente umido, senza immersione in acqua, bensì avvolti in panni opportunamente imbevuti di acqua di mare.



Fig. 2.13 – Mytilus galloprovincialis.

3 ELABORAZIONE PARAMETRI CHIMICO-FISICI

Sono stati analizzati i profili raccolti con il CTD durante le due campagne di Bianco (23 giugno e 24 ottobre) e con i dati raccolti sono state realizzate le distribuzioni orizzontali dei parametri fisico-chimici nello strato superficiale (primo metro d'acqua) e nello strato più prossimo al fondo (ultimo metro d'acqua): si è potuta ottenere in questo modo una caratterizzazione della colonna d'acqua del bacino portuale e dell'area esterna a levante.

Le distribuzioni riportate hanno range e step diversi per superficie e fondo, per evidenziare meglio le variazioni del parametro all'interno dello strato d'acqua.

3.1 BIANCO 1

La temperatura ha valori compresi tra un minimo di 18.56 °C ed un massimo di 24.90 °C, e presenta i valori massimi in superficie con andamento in diminuzione verso il fondo (Fig. 3.1). Nello strato superficiale si nota l'influenza dei torrenti Bisagno e Polcevera e dei rii all'interno della Darsena, che riversano nel bacino acqua relativamente più fredda (Fig. 3.2); mentre nello strato di fondo si hanno temperature più basse all'esterno della diga ad indicare un maggior rimescolamento delle acque di fondo esterne al bacino (Fig. 3.3).

La salinità si comporta in maniera opposta, presentando i valori massimi distribuiti in maniera omogenea in prossimità del fondo, e quelli minimi in superficie (Fig. 3.4) ad indicare che l'influenza delle acque portate dai torrenti e rii si limita allo strato superficiale. Sia nello strato di fondo che in quello superficiale i valori rilevati sono compresi tra 30.90 e 36.54. Il minimo assoluto riscontrato durante la campagna è stato trovato nella stazione 6 in superficie, come è mostrato nella distribuzione orizzontale in figura 3.5; sia per quanto riguarda la superficie (Fig. 3.5) sia per lo strato di fondo (Fig. 3.6) si nota una maggiore omogeneità della salinità fuori dal bacino portuale.

Il profilo dell'ossigeno disciolto (in valori percentuali) ha generalmente valori relativamente bassi in superficie, e che aumentano appena sotto lo strato superficiale sino a raggiungere il massimo a media altezza lungo la colonna d'acqua, per poi diminuire fino al fondo dove sono presenti i valori minimi (Fig. 3.7). In generale si hanno tenori di ossigeno disciolto compresi tra 83% e 155%; come per la salinità anche per l'ossigeno disciolto, il minimo assoluto trovato è nella stazione 6, nella quale tutta la colonna d'acqua è interessata da bassi tenori di ossigeno, ad indicare una condizione con tendenza all'anossia nella parte più interna del Porto (Figg. 3.8 e 3.9).

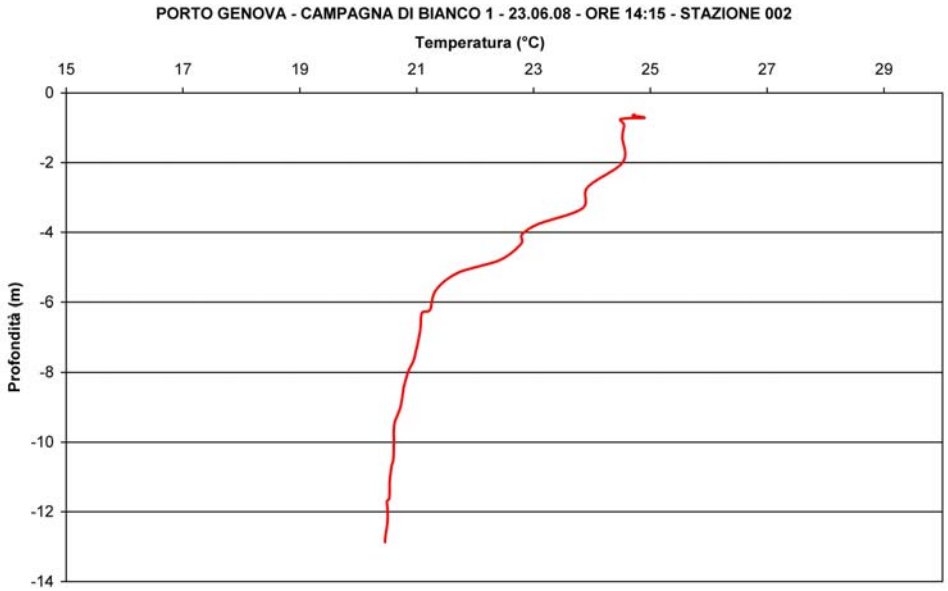


Fig. 3.1 – Esempio di profilo verticale della temperatura (°C) – Stazione 2.

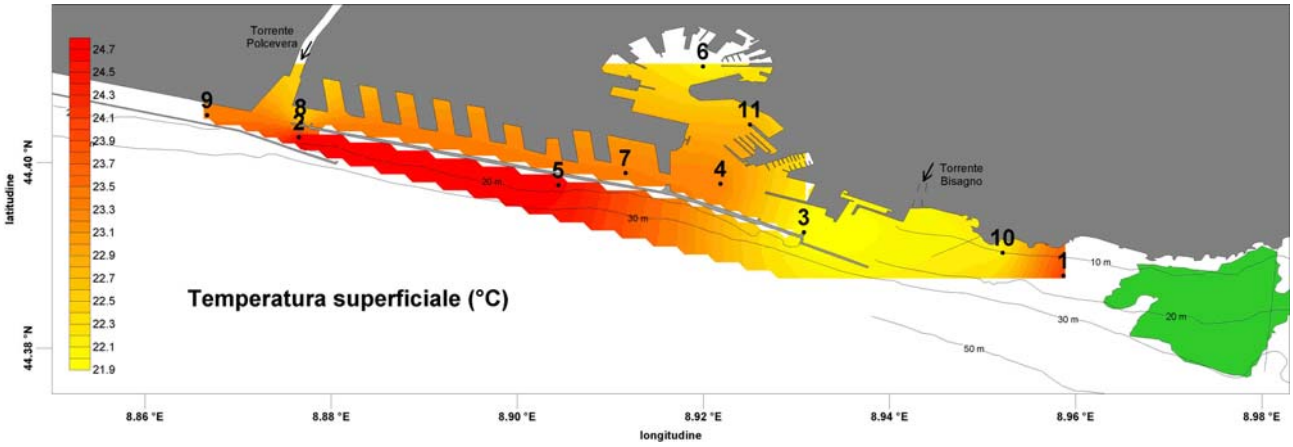


Fig. 3.2 – Distribuzione orizzontale della temperatura (°C) nello strato superficiale.

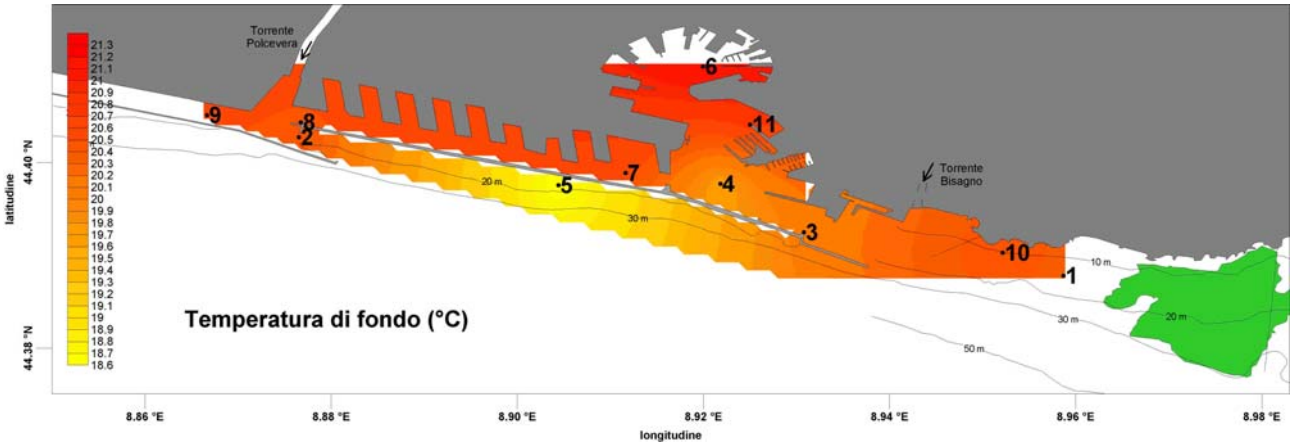


Fig. 3.3 – Distribuzione orizzontale della temperatura (°C) nello strato di fondo.

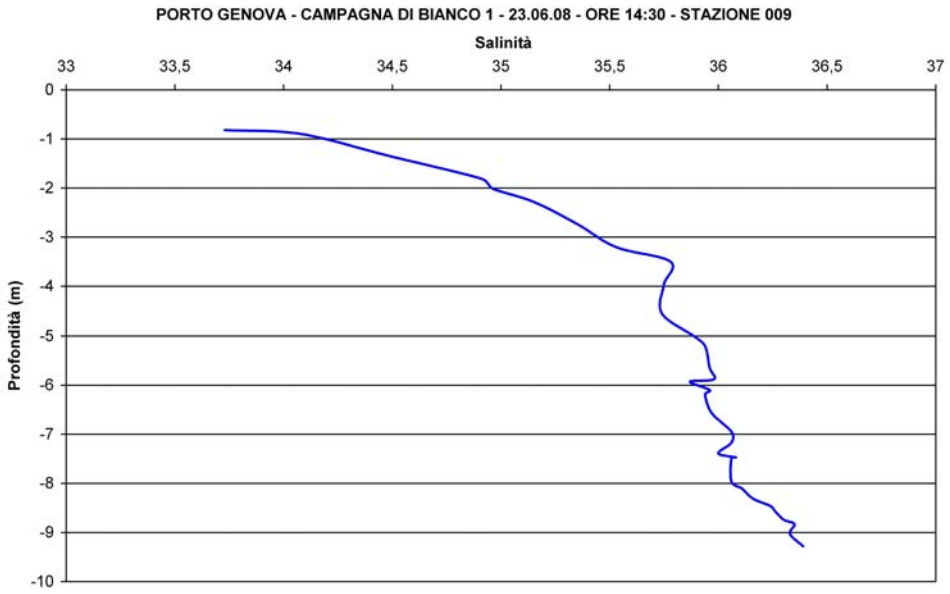


Fig. 3.4 – Esempio di profilo verticale della salinità.

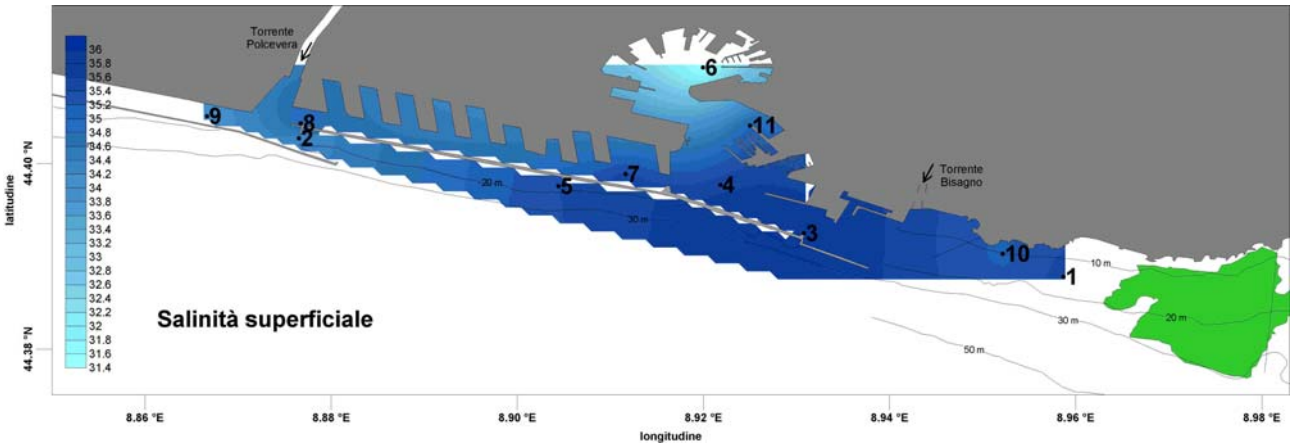


Fig. 3.5 – Distribuzione orizzontale della salinità nello strato superficiale.

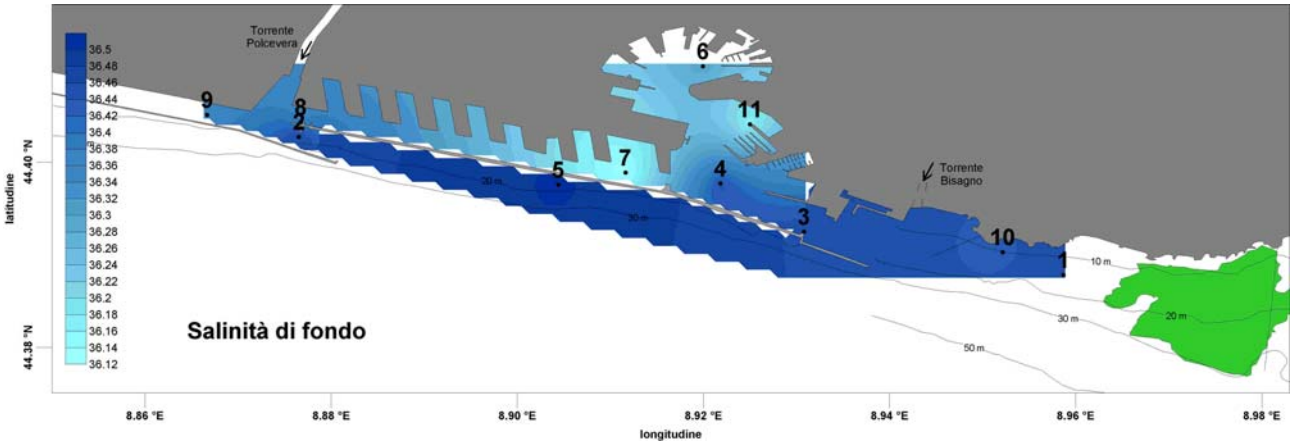


Fig. 3.6 – Distribuzione orizzontale della salinità nello strato di fondo.

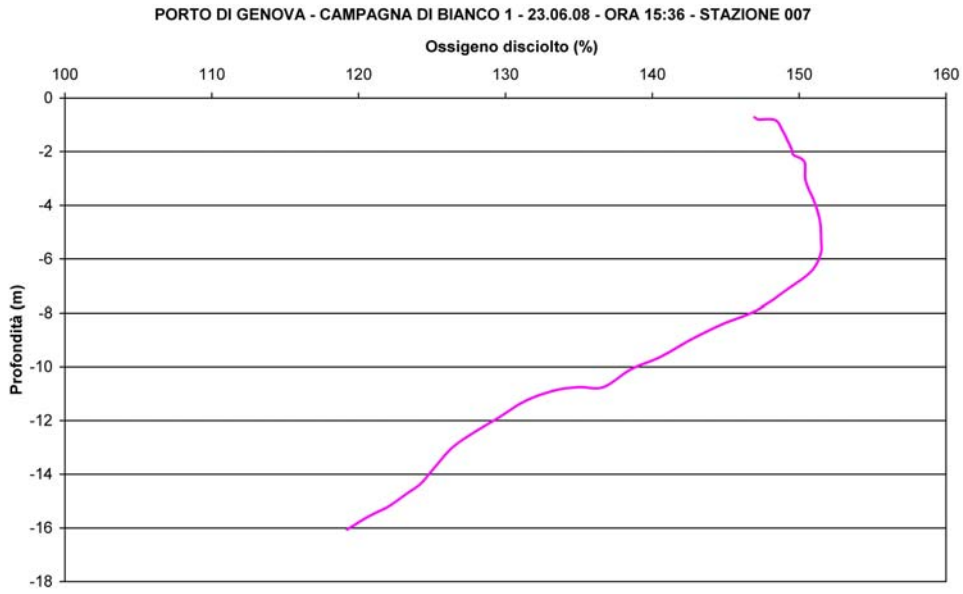


Fig. 3.7 – Esempio di profilo verticale dell'ossigeno disciolto (%) – Stazione 7.

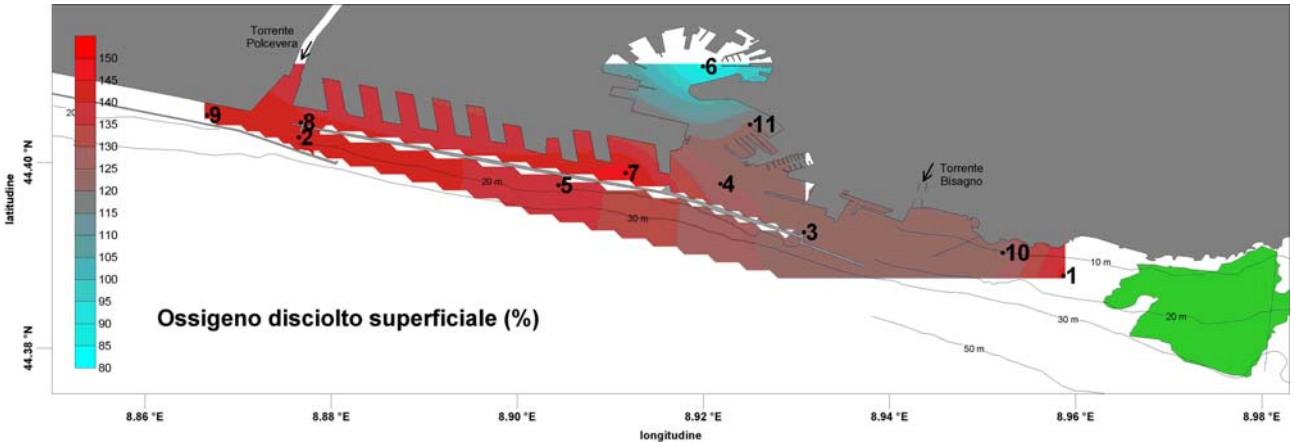


Fig. 3.8 – Distribuzione orizzontale dell'ossigeno disciolto (%) nello strato superficiale.

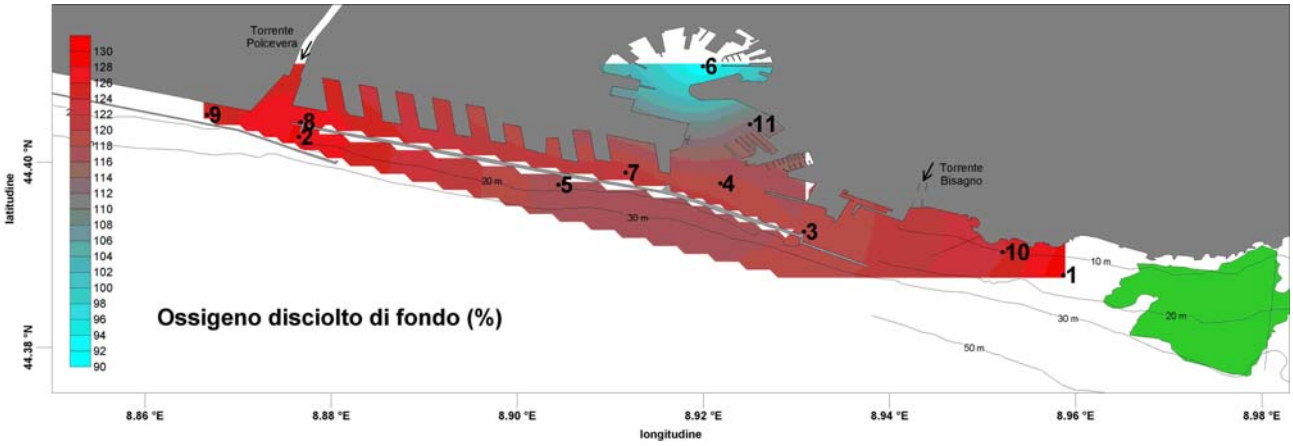


Fig. 3.9 – Distribuzione orizzontale dell'ossigeno disciolto (%) nello strato di fondo.

3.2 BIANCO 2

La temperatura ha registrato valori compresi tra un minimo di 19.83°C ed un massimo di 21.04°C, per cui distribuiti in un range meno ampio rispetto a quello del primo Bianco. Generalmente i profili verticali della temperatura mostrano un andamento pressoché costante in tutta la colonna d'acqua (Fig. 3.10), con minime variazioni (inferiori ad 1°C) tra superficie e fondo nelle stazioni 3 e 7 (Figg. 3.11). Maggiori variazioni sono state rilevate nello strato superficiale (Fig. 3.12), nel quale si evidenziano due zone relativamente più calde rispetto al resto dell'area indagata, all'interno del Canale individuata dalla stazione 7 ed in prossimità della Bocca di Levante rilevata tramite la stazione 3 (rispettivamente con 20.83 e 20.52°C). Al contrario la temperatura nello strato di fondo (Fig. 3.13) risulta distribuita con maggiore e netta omogeneità: nel dettaglio dello strato si può notare la presenza di una zona con valori relativamente più alti all'esterno della Bocca di Levante (stazioni 10 e 1 con rispettivamente 20.05 e 19.98°C) e di un'area con temperature minori intorno alla Bocca di Ponente (stazione 2 con 19.87°C).

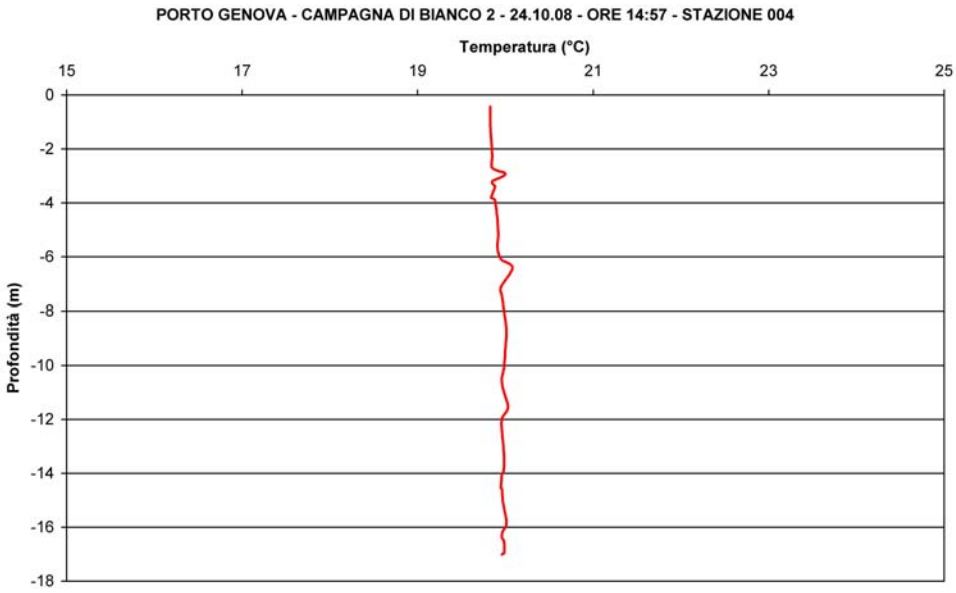


Fig. 3.10 – Profilo verticale della temperatura (°C) nella stazione 4.

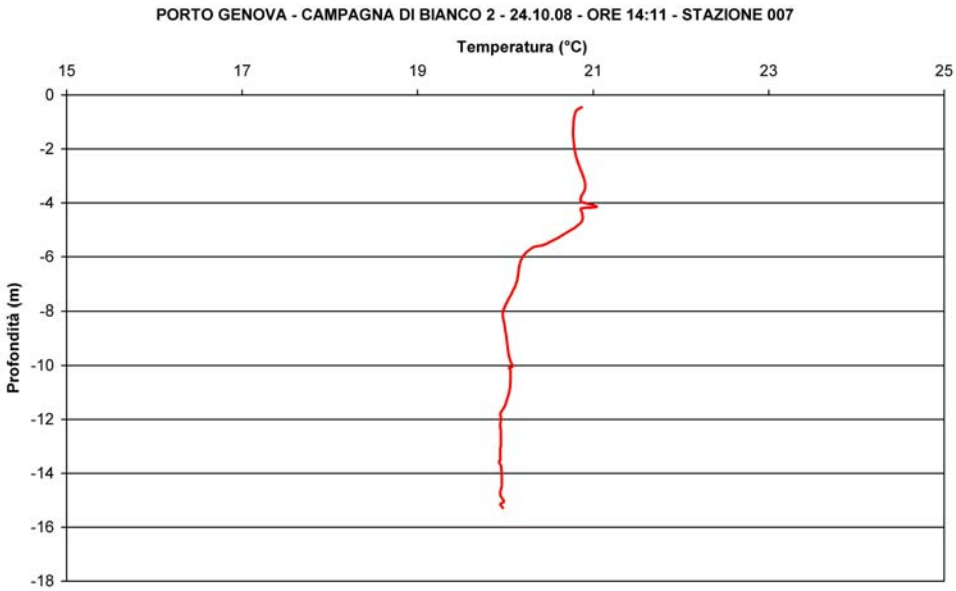


Fig. 3.11 – Profilo verticale della temperatura (°C) nella stazione 7.

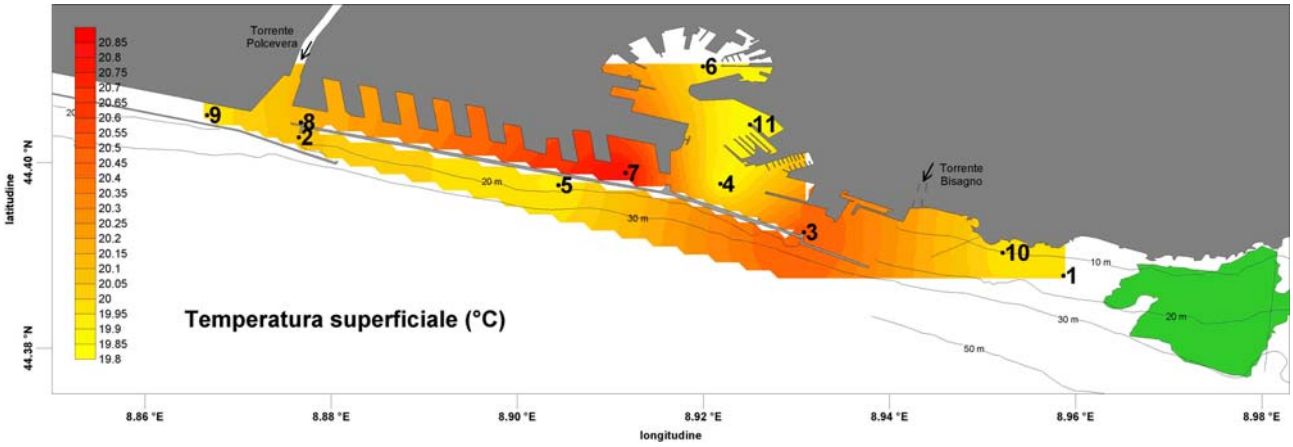


Fig. 3.12 – Distribuzione orizzontale della temperatura (°C) nello strato superficiale.

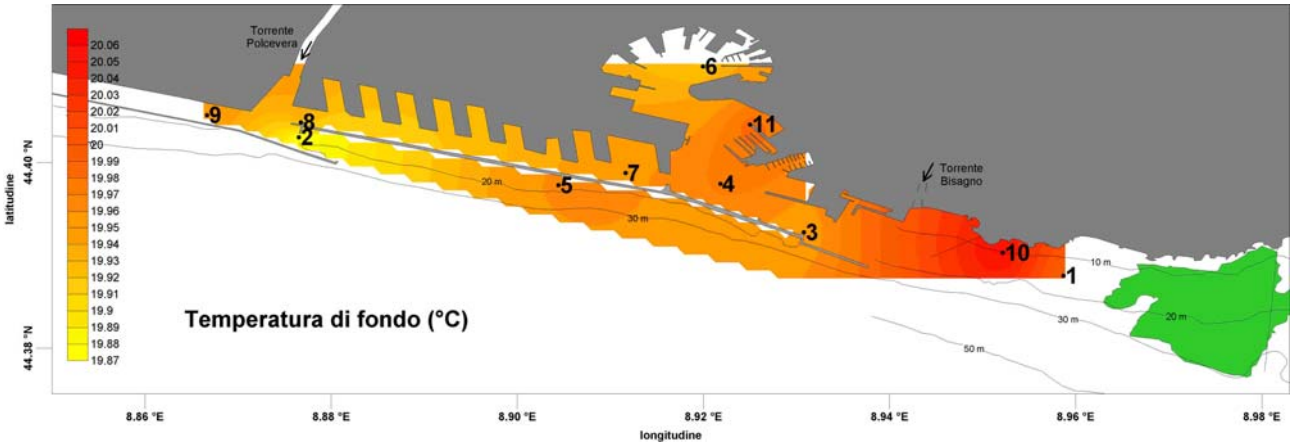


Fig. 3.13 – Distribuzione orizzontale della temperatura (°C) nello strato di fondo.

Anche la salinità risulta compresa in un range relativamente ristretto, tra il minimo di 36.38 ed il massimo di 37.70, ad indicare una maggiore e generale omogeneità della colonna d'acqua nell'area studiata durante la campagna del 24 ottobre rispetto a quanto rilevato nel Bianco 1. Come per la temperatura lo strato superficiale (Fig. 3.14) si mostra meno omogeneo di quello in prossimità del fondo (Fig. 3.15), ma in entrambi si evidenzia la zona interna alla Darsena per i suoi valori minimi relativamente allo strato (rispettivamente 36.48 e 37.16, Fig. 3.16).

Considerando l'intervallo di valori di salinità rilevati in questa campagna si nota come non sia riscontrabile l'influenza dei corsi d'acqua sull'area portuale, mentre sia evidente l'impatto degli scarichi e dei rii all'interno della Darsena.

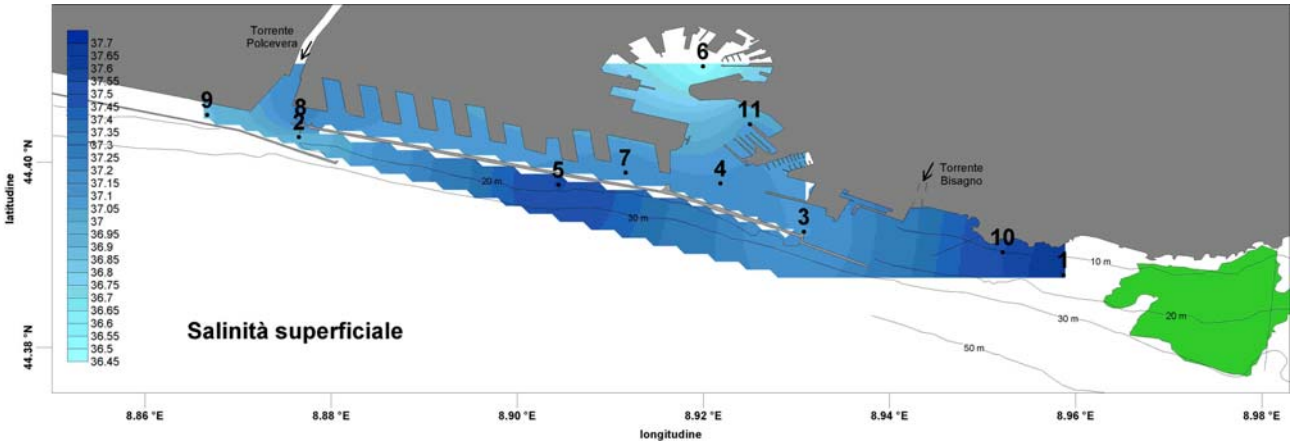


Fig. 3.14 – Distribuzione orizzontale della salinità nello strato superficiale.

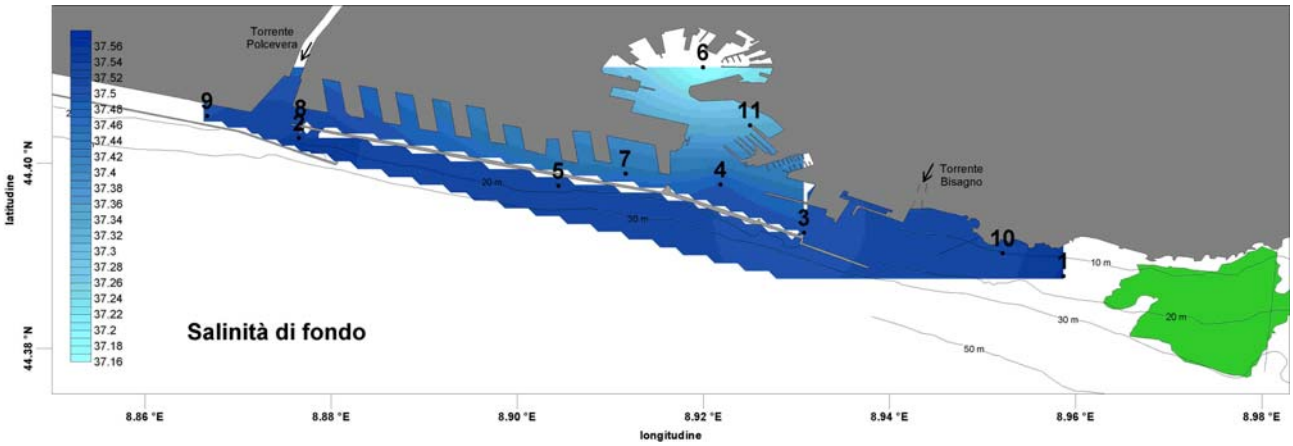


Fig. 3.15 – Distribuzione orizzontale della salinità nello strato di fondo.



Fig. 3.16 – Profilo verticale della salinità nella stazione 6.

Il profilo verticale dell'ossigeno disciolto lungo la colonna d'acqua segue generalmente l'andamento mostrato nella figura 3.17 relativa alla stazione 11, mostrando quindi un aumento dalla superficie al fondo. Le zone interessate da tenori di ossigeno relativamente bassi sono quelle più interne al Porto e in particolare la Darsena (stazione 6), dove si registrano i valori minimi sia in superficie sia sul fondo (circa 120%).

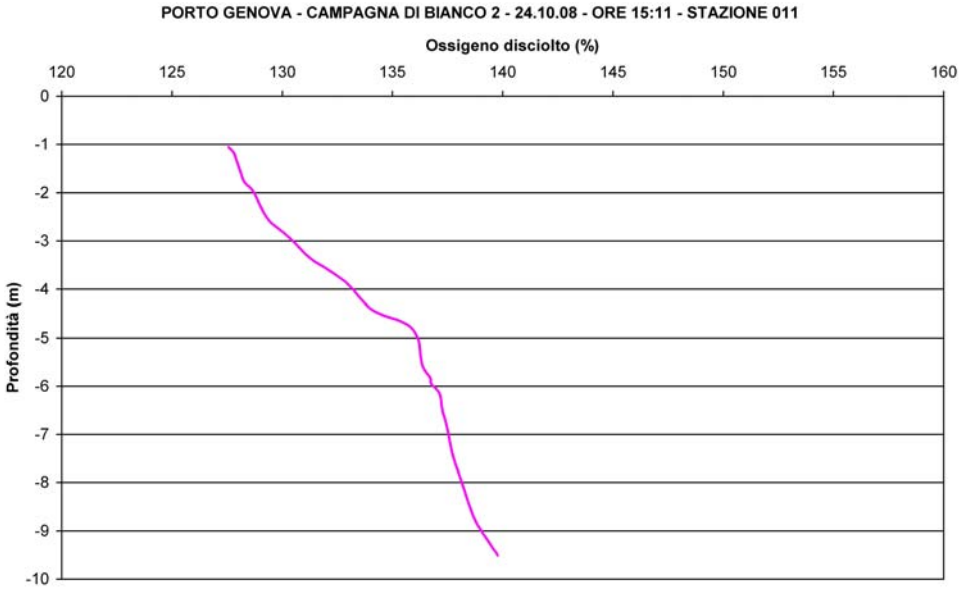


Fig. 3.17 – Profilo verticale dell'ossigeno disciolto (%) nella stazione 11.

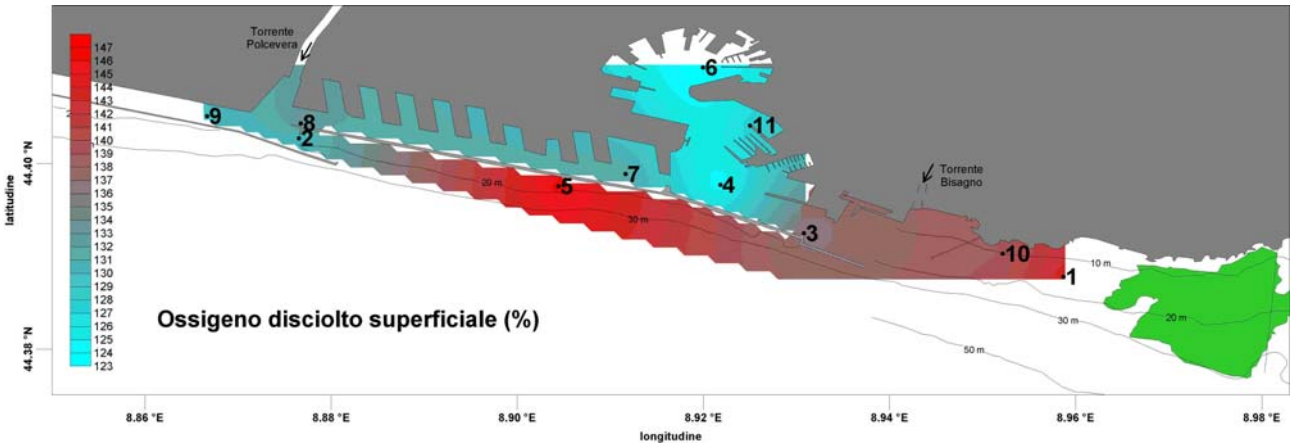


Fig. 3.18 – Distribuzione orizzontale dell'ossigeno disciolto (%) nello strato superficiale.

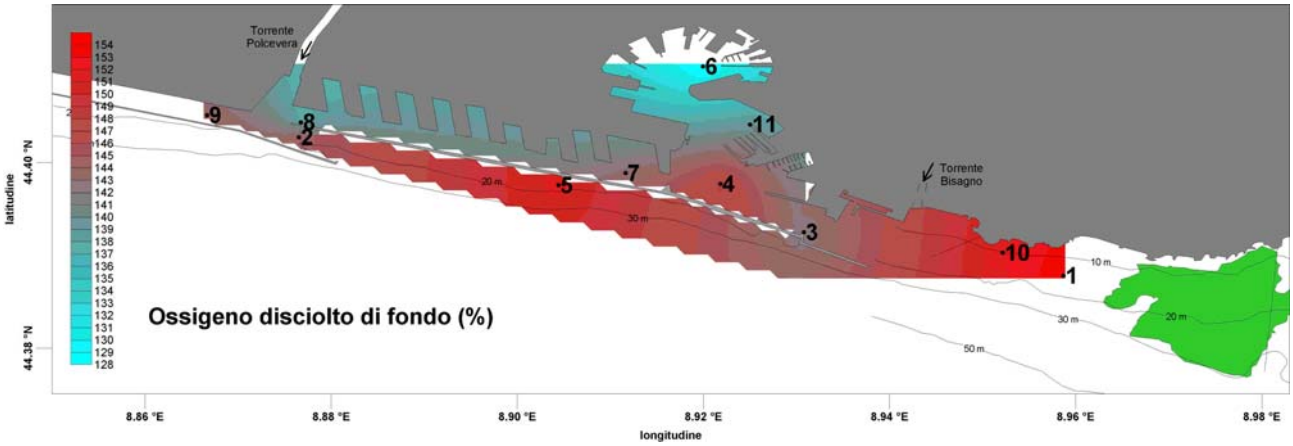


Fig. 3.19 – Distribuzione orizzontale dell'ossigeno disciolto (%) nello strato di fondo.

3.3 pH BIANCO 1 E 2

Per ogni campione d'acqua prelevato per mezzo della bottiglia Niskin durante le due campagne di Bianco è stato misurato il pH: i valori misurati sono riportati nella seguente tabella. Paragonando i valori ottenuti nelle due campagne si nota che nelle stazioni 2 e 7 il pH si è mantenuto costante, mentre nelle altre stazioni è risultato maggiore di 1-5 unità nella campagna di ottobre rispetto a quella di giugno.

stazione	profondità fondo (m)	profondità acqua (m)	BIANCO 1	BIANCO 2
1	13,2	7	8,0	8,2
2	11,9	6	8,2	8,2
3	11,5	7	8,0	8,2
4	17,7	9	7,9	8,2
5	17,4	10	8,1	8,2
6	3,5	2	8,0	8,5
7	14,6	8	8,2	8,2
8	10,1	6	8,2	8,3
9	9,9	4	8,2	8,3
10	10,6	6	8,1	8,2
11	8,6	5	7,9	8,2

Tab. 1 – Valori di pH rilevati nei campioni d'acqua prelevati con bottiglia Niskin nelle due campagne di Bianco.

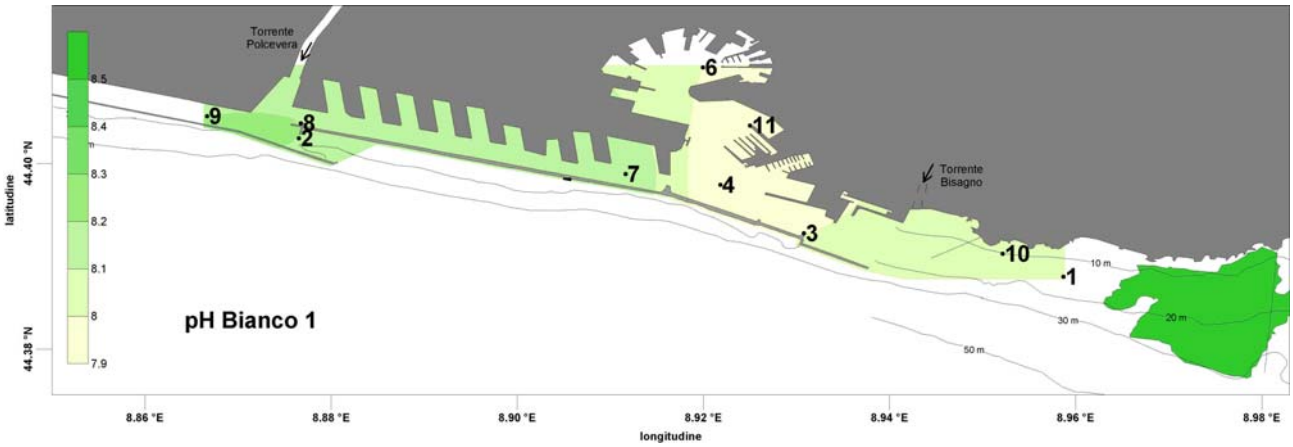


Fig. 3.20 – Distribuzione orizzontale del pH nello strado intermedio – Bianco 1.

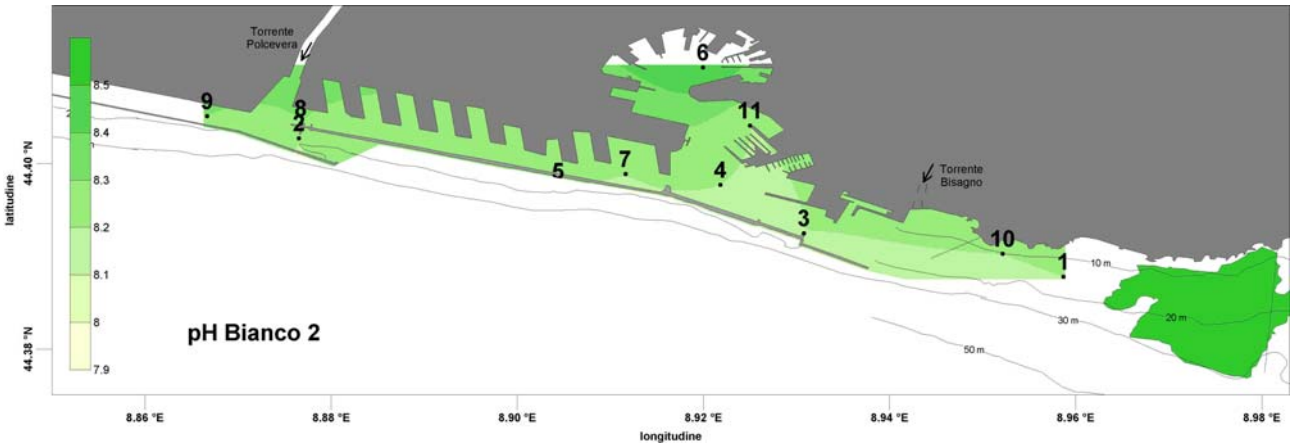


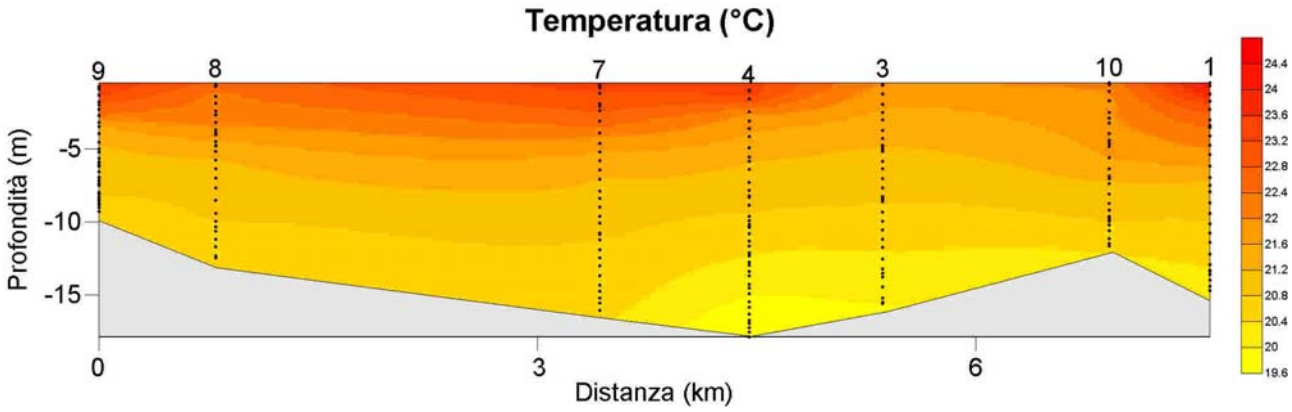
Fig. 3.21 – Distribuzione orizzontale del pH nello strado intermedio – Bianco 2.

4 CARATTERIZZAZIONE VERTICALE DELLE MASSE D'ACQUA

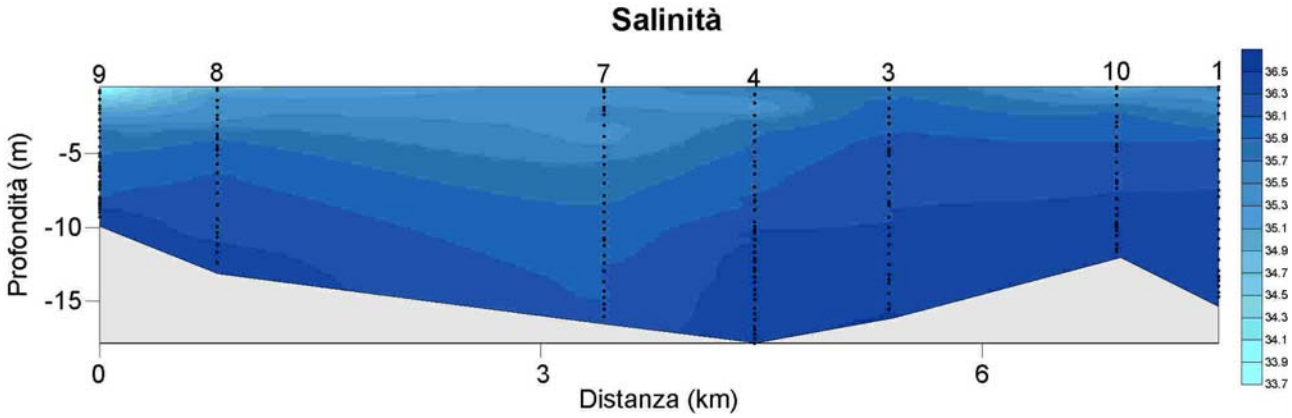
Con i dati raccolti nelle due campagne sono state anche realizzate le distribuzioni verticali dei parametri fisico-chimici lungo un transetto che attraversa tutto lo specchio portuale dalla stazione più a ponente (9) a quella più a levante (1): si è potuta ottenere in questo modo una caratterizzazione dell'intera colonna d'acqua attraverso il bacino portuale e dell'area esterna a levante.

4.1 BIANCO 1

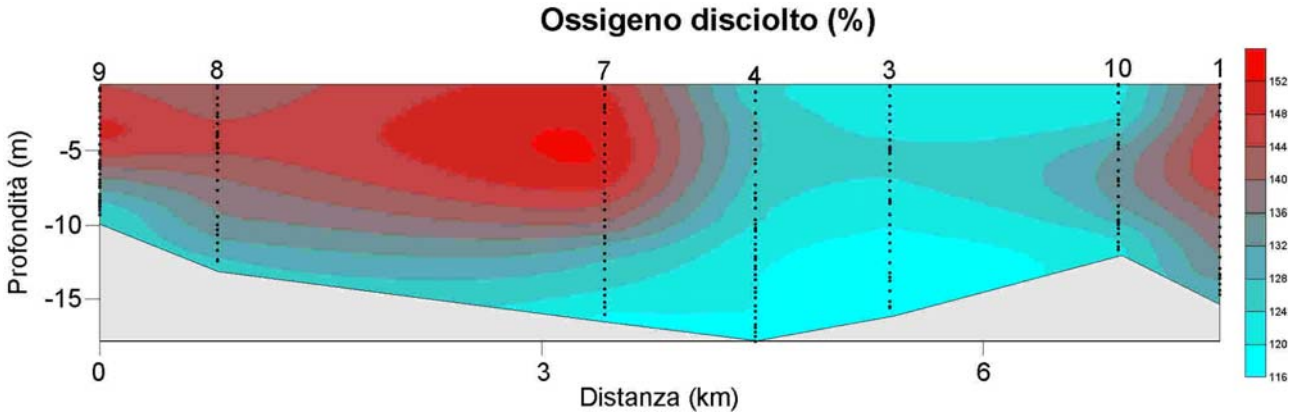
Dalle distribuzioni verticali sotto riportate (Fig. 4.1-4.2) si nota la stratificazione verticale della colonna d'acqua per la temperatura, che presenta i valori massimi in superficie e diminuisce lungo la colonna d'acqua raggiungendo i minimi sul fondo (minimo di 19.69°C nella stazione 4), e per la salinità che ha lo stesso comportamento della temperatura, ma con andamento opposto, cioè con i minimi in superficie per interazione coi corsi d'acqua e massimi in profondità dove l'influenza degli apporti fluviali non arriva. In entrambe i profili si nota che nel settore centrato nella stazione 3, la stratificazione è modificata, con valori di temperatura superficiale minore e di salinità maggiori rispetto a quelli circostanti nello stesso strato. Questa interruzione è ancora più evidente nel profilo dell'ossigeno disciolto (Fig. 4.3) dove questo settore è maggiormente diffuso sino a comprendere anche le stazioni 4 e 10, dove si hanno tenori di ossigeno simili a quelli del fondo (< 120 %) e non a quelli superficiali e intermedi circostanti.



4.1 – Distribuzione verticale della temperatura (°C) lungo il transetto 9-1.



4.2 – Distribuzione verticale della salinità lungo il transetto 9-1.

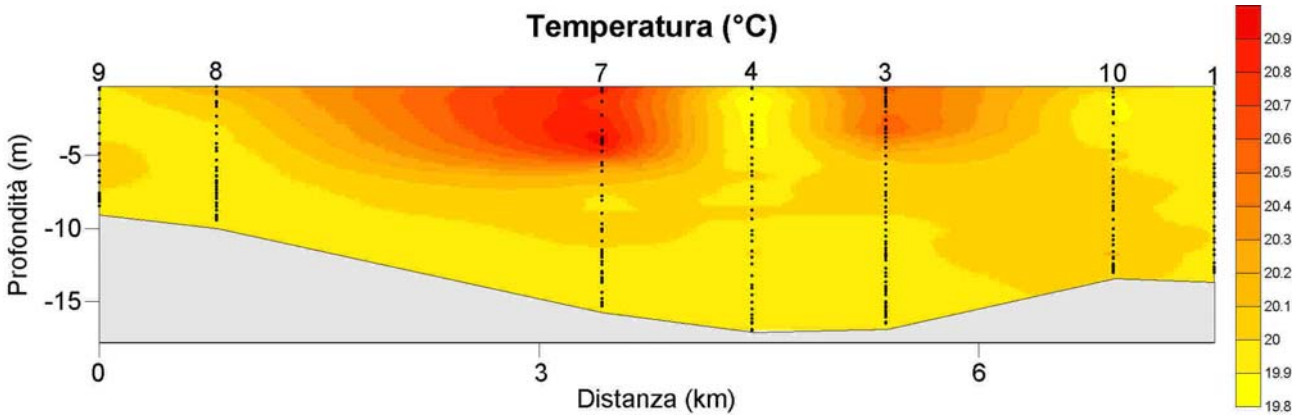


4.3 – Distribuzione verticale dell'ossigeno disciolto (%) lungo il transetto 9-1.

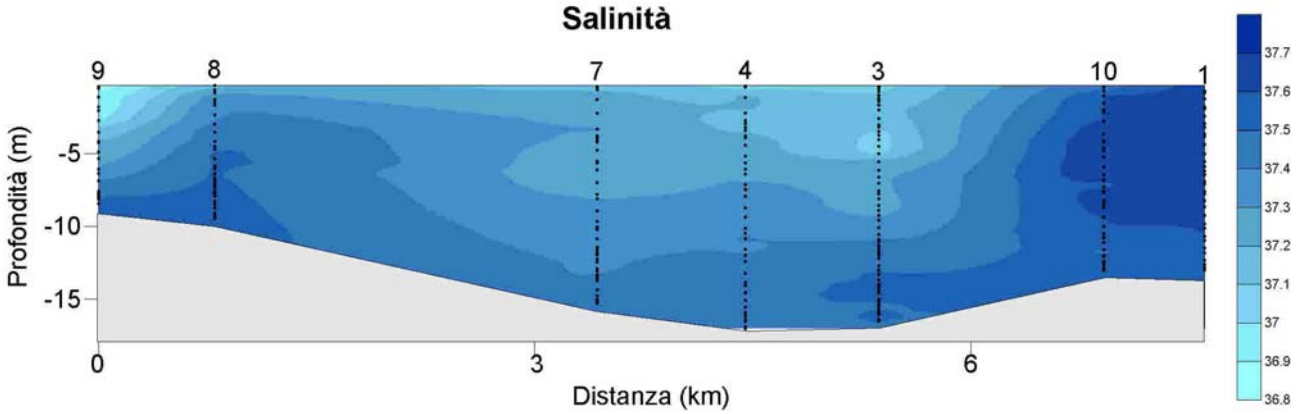
4.2 BIANCO 2

La distribuzione verticale della temperatura durante la campagna di Bianco 2 lungo il transetto 9-1 è meno stratificata rispetto a quella presente nel Bianco 1, e presenta una generale massa d'acqua relativamente fredda che interessa tutta la colonna d'acqua ed

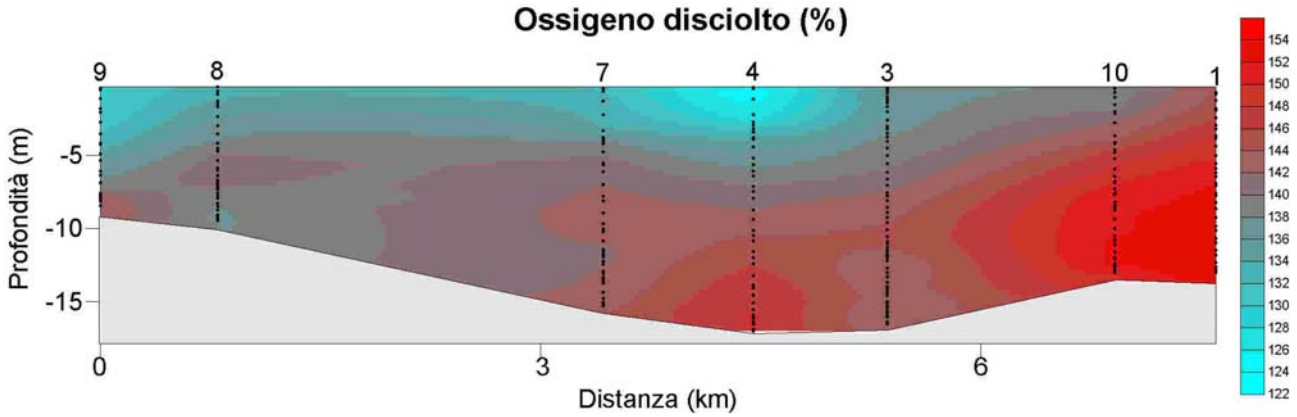
interrotta solo nelle stazioni 7 e 3 dove sono stati registrati due cuori caldi d'acqua (Fig. 4.4). Nella distribuzione della salinità (Fig. 4.5) è evidente l'influenza delle acque del torrente Polcevera nella parte più a ponente del transetto, mentre in quella dell'ossigeno disciolto (Fig. 4.6) si nota che le acque interne al porto hanno tenori di ossigeno minori rispetto a quelle a levante esterne ad esso.



4.4 – Distribuzione verticale della temperatura (°C) lungo il transetto 9-1.



4.5 – Distribuzione verticale della salinità lungo il transetto 9-1.



4.6 – Distribuzione verticale dell'ossigeno disciolto (%) lungo il transetto 9-1.

5 RISULTATI COMPLESSIVI

Dal raffronto tra il diagramma TS del Bianco 1 e del Bianco 2 (Fig. 5.1) risulta chiaro che, come già evidenziato dall'analisi dei dati del CTD, nella stagione estiva i parametri hanno valori distribuiti e diffusi su un intervalli più estesi di quello dei campioni autunnali. Infatti, in periodo primaverile-estivo all'aumentare della T atmosferica, netta è la diversità di T tra lo strato superficiale e quello di fondo e si viene a formare il termoclino tra i due strati; mentre in autunno, con le precipitazioni maggiori e con le mareggiate che creano mescolamento nelle masse d'acqua, la colonna risulta più omogenea e quindi si hanno range di valori di T e S più ristretti.

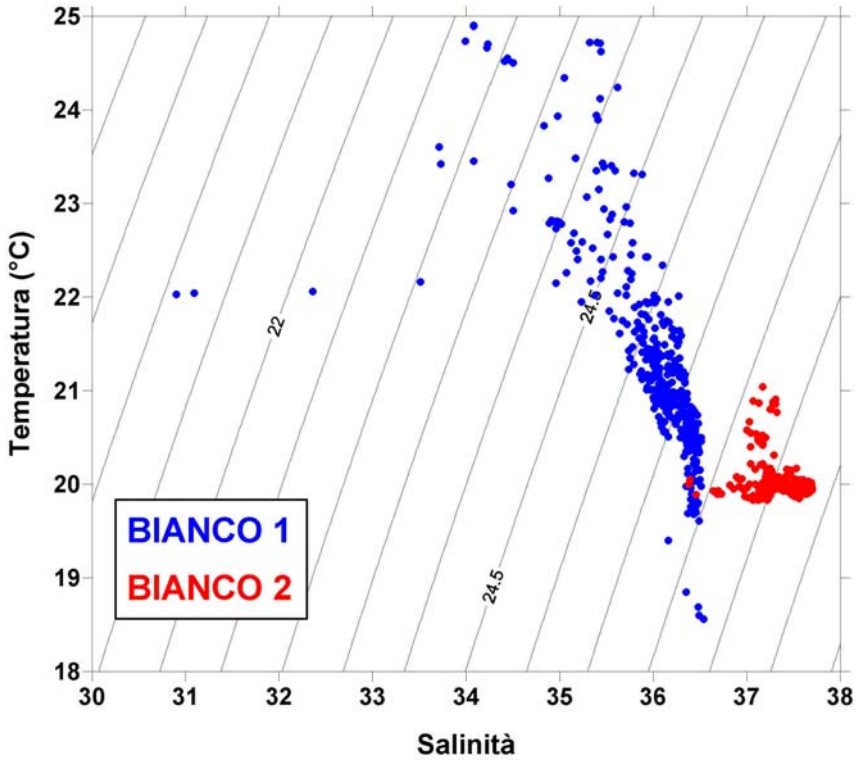


Fig. 5.1 – Diagramma TS per le due campagne di Bianco.

BIBLIOGRAFIA

Dip.Te.Ris., 2008. Studio delle caratteristiche fisiche e correntometriche e della dinamica dei sedimenti sospesi nelle acque alle imboccature del Porto di Genova, RELAZIONE “PREBIANCO”.

ICRAM, 2007. PM-Pr-LI-Genova_01.13: Piano di monitoraggio delle attività di dragaggio e refluimento in cassa di colmata dei sedimenti del Porto di Genova.