AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA

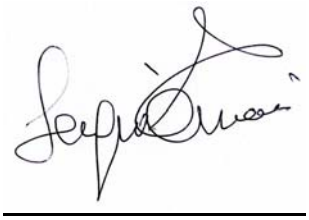
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
DIP.TE.RIS.

"Stato dell'arte del monitoraggio del dragaggio del Porto di Genova"

Responsabile Scientifico

DIPTERIS

(Prof. Sergio Tucci)



Gruppo di lavoro del DIPTERIS

Marco Capello, Michela Castellano, Sara Costa, Laura Cutroneo, Francesco Massa, Michela Muzzi, Paolo Povero, Francesca Spotorno, Sergio Tucci;

hanno inoltre collaborato

Fulvia Adamo, Sabrina Bergamo, Simone Caccia, Federico Caresano, Thomas Catozzi, Tiziana Cosmai, Cristian Falcone, Domenico Galletti (NURC), Roberto Nardini, e gli Ufficiali, i Sottufficiali e gli Equipaggi delle Motovedette della Guardia Costiera, CP 276 e CP 288, e delle M/B Maso e M/B Valter del Diving ARCO89.

INDICE

Introduzione 4

Metodologia in breve 5

Mezzi impiegati nel dragaggio 5

Monitoraggio a mezzo barca 7

Monitoraggio a mezzo stazioni fisse 8

Fase di Prebianco 9

Misure fisiche 10

Correnti 10

Particellato 12

Estensione e persistenza della torbida 13

Conclusioni della fase di Prebianco 14

Fase di Bianco del Porto 14

Risultati della fase di Bianco 15

Conclusioni della fase di Bianco 15

Fase di Bianco del Porto di Multedo 16

Risultati e conclusioni della fase di Bianco di Multedo 16

Fase in corso d'opera del Porto di Multedo 18

Fase si *post operam* del Porto di Multedo 19

Fase in corso d'opera del Porto 20

Fase in corso d'opera all'esterno del Porto 21

Fase in corso d'opera: stazioni fisse 24

Limiti strumenti fissi 25

Introduzione

L'Autorità Portuale di Genova, per la realizzazione del progetto di studio riguardante l'impatto ambientale connesso al dragaggio di sedimento di fondo all'interno del Porto di Genova, ha stipulato una Convenzione di ricerca con il Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (DIPTERIS) dell'Università degli Studi di Genova, che ha previsto la definizione delle concentrazioni e delle caratteristiche del materiale particellato sospeso nei siti individuati per il dragaggio e la valutazione delle possibilità di diffusione del materiale sospeso durante le attività di dragaggio.

Il monitoraggio di competenza del DIPTERIS prevedeva lo studio dei seguenti parametri:

- dinamica delle correnti marine;
- parametri chimico-fisici dell'acqua (principalmente temperatura, salinità e ossigeno disciolto);
- torbidità dell'acqua;
- materiale particellato sospeso.

Le attività svolte nell'ambito di questo lavoro, per la parte di nostra competenza, hanno previsto l'effettuazione di:

- n. 5 campagne di Prebianco per l'individuazione delle caratteristiche di riferimento della colonna d'acqua in termini di parametri fisico-chimici e correnti all'interno del Porto di Genova;
- n. 2 campagne di Bianco (fase *ante operam*) per la caratterizzazione dello stato zero dell'ambiente in termini di parametri fisico-chimici e correnti all'interno del Porto di Genova;
- installazione di due stazioni fisse sulla diga foranea alle due imboccature del Porto (Levante e Ponente) per il monitoraggio h24 della torbidità e delle correnti;
- n. 1 campagna di Bianco (fase *ante operam*) per la caratterizzazione dello stato zero dell'ambiente in termini di parametri fisico-chimici e correnti all'interno del Porto di Genova Muledo;
- n. 1 campagna di Bianco (fase *ante operam*) ad integrazione della caratterizzazione dello stato zero dell'ambiente in termini di parametri fisico-chimici e correnti all'interno del Porto di Genova (3 stazioni aggiuntive);
- monitoraggio in corso d'opera a mezzo barca dei parametri torbidità e correnti all'interno del Porto;

- monitoraggio in corso d'opera a mezzo barca dei parametri torbidità e correnti all'interno del Porto di Multedo;
- monitoraggio in continuo in corso d'opera a mezzo barca dei parametri torbidità e correnti nell'area esterna all'imboccatura di levante Porto (Punta Vagno).
- monitoraggio post operam all'interno del Porto di Multedo.

Il dragaggio ha quindi coinvolto sia il Porto di Genova sia il Porto Petroli di Genova Multedo. Nel caso del Porto di Genova il monitoraggio in corso d'opera ha mantenuto la seguente cadenza, determinata dal "Piano di monitoraggio PM-Pr-LI-Genova-01.13" redatto da ISPRA:

- nei primi 15 gg tutti i giorni;
- nei giorni successivi 1 volta alla settimana, fino alla fine delle attività di dragaggio.

Per questa fase di dragaggio si è potuto tenere tale cadenza di monitoraggio, grazie alla presenza delle stazioni fisse installate sulla diga foranea alle due imboccature del Porto di Genova; al contrario per quanto riguarda il monitoraggio del dragaggio del Porto Petroli e dell'area prospiciente Punta Vagno, a causa dell'assenza di un controllo fisso, si è dovuta tenere una cadenza giornaliera.

Contemporaneamente al monitoraggio dei parametri direttamente di competenza del DIPTERIS, è stato effettuato dal personale del Dipartimento anche il campionamento di acqua e sedimento per i laboratori di ARPAL e ISPRA, sulla base di un Protocollo d'intesa tra DIPTERIS-ARPAl-ISPRA, con cadenze temporali però inferiori, sempre dettate dal "Piano di monitoraggio PM-Pr-LI-Genova-01.13" redatto da ISPRA.

Metodologia in breve

Mezzi impiegati nel dragaggio

I mezzi impiegati per il dragaggio sono stati draghe del tipo Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD; Fig. 1) e del tipo backhoe (Fig. 2).



Fig. 1 – Draghe TSHD impiegate nel dragaggio di Genova; dall'alto verso il basso: Astra, Sospan e Shoalway.



Fig. 2 – Draga backhoe Wodan.

Monitoraggio a mezzo barca

Tutte le operazioni a mare di monitoraggio sono state effettuate a bordo delle Motovedette CP 276 e CP 288 e 276 della Capitaneria di Porto di Genova e delle M/B Maso e M/B Valter della Società ARCO89 di Genova (Fig. 3).



Fig. 3 – Mezzi impiegati per il monitoraggio: a sinistra motovedetta 276 della CP e a destra M/B Maso.

Le misure di corrente sono state effettuate mediante l'utilizzo di un ADCP RD Intruments con frequenza 600kHz, un correntometro acustico profilante che ha la peculiarità di misurare la corrente lungo tutta la colonna d'acqua ed in continuo, anche da barca in movimento, grazie alla applicazione "Bottom Track".

L'acqua per la determinazione del materiale sospeso è stata campionata con una bottiglia Niskin: questa ha fornito un campione istantaneo, rappresentativo solo delle proprietà dell'acqua al momento e nel punto in cui il campione è stato prelevato.

Lo studio della concentrazione dei solidi in sospensione ha coinvolto anche altri parametri che vengono comunemente misurati negli studi dell'oceanografici, quali temperatura, salinità, ossigeno disciolto. Per misurare questi parametri è stata utilizzata una sonda CTD Idromar integrata con un sensore dell'ossigeno, della torbidità e della clorofilla.

Le concentrazioni di materiale sospeso sono state determinate utilizzando il sensore di torbidità: al fine di ottenere le concentrazioni reali di TPM in mg l^{-1} lungo tutta la colonna d'acqua, i valori misurati dal sensore, espressi in FTU, sono stati calibrati coi valori di sospeso trovati dall'analisi di laboratorio sui campioni di acqua. Un altro campione di acqua è stato raccolto per le analisi al Coulter Counter Multisizer 3, per la determinazione delle dimensioni delle particelle in esso presenti: dimensione e numero di particelle infatti influenzano il rapPorto tra la concentrazione di TPM e la risposta del torbidimetro in FTU.

L'ADCP è stato utilizzato anche come indicatore in *real time* della torbidità lungo la colonna d'acqua, in quanto questo strumento è in grado di dare una stima dei solidi sospesi, sottoforma di decibel acustici. Il segnale in decibel dell'ADCP è stato tarato coi valori di torbidità e solidi sospesi determinati in laboratorio per avere una risposta corrispondente in mg l^{-1}.

Monitoraggio a mezzo stazioni fisse

Per garantire una completa copertura del controllo della torbida durante il dragaggio, sono state installate due stazioni fisse sulla diga foranea, una all'ingresso di levante e una all'ingresso di ponente, funzionanti 24/7. Le due stazioni sono costituite dalla seguente strumentazione:

- correntometro orizzontale H-ADCP (300 kHz);
- correntometro verticale V-ADCP (1200 kHz);
- sonda CTD con sensore di torbidità e ossigeno disciolto;
- pannello solare per alimentazione;
- centralina elettrica di gestione delle memorie e della comunicazione;
- modem GSM per la trasmissione dei dati a pc remoto.

In dipartimento è stato installato un laboratorio dedicato in cui è stata inserita la seguente strumentazione:

- pc dedicato;
- modem per la ricezione dei dati;
- sistema di controllo in continuo dei dati e di allarme.

Fase di Prebianco

Per poter individuare e caratterizzare la *plume* in estensione e concentrazione, proprietà fisiche e tempi di residenza del sedimento nell'acqua e altre eventuali anomalie derivanti dalle attività di dragaggio, si è effettuata una caratterizzazione dell'area portuale in condizioni "normali".

In questa fase del progetto, si sono svolte 5 campagne di indagine (nei giorni 14, 20 e 27 febbraio, 05 e 21 marzo 2008) in presenza di condizioni meteo-marine differenti, in cui sono state ripetute 23 stazioni di misura (Fig. 4), con lo scopo di caratterizzare la condizione "normale" della colonna d'acqua nell'area portuale per quanto riguarda:

- i parametri fisico-chimici, quali temperatura, salinità, conducibilità e densità dell'acqua, ed ossigeno disciolto;
- la torbidità delle masse d'acqua nel Porto;
- il materiale particellato sospeso, utilizzato poi come "bianco di riferimento";
- la dinamica delle correnti, per la conoscenza del campo di correnti all'interno delle aree portuali e per il corretto posizionamento degli strumenti fissi, presso le entrate del Porto, e che hanno successivamente monitorato in continuo la nuvola torbida durante il dragaggio.

I dati registrati dalla strumentazione, unitamente a misure effettuate su campioni di acqua, appositamente prelevati per la taratura delle misure ottiche ed acustiche, ed all'utilizzo di software di elaborazione dei dati, hanno permesso di ottenere una descrizione completa e con elevata risoluzione spaziale in tre dimensioni delle caratteristiche dello specchio acqueo portuale.

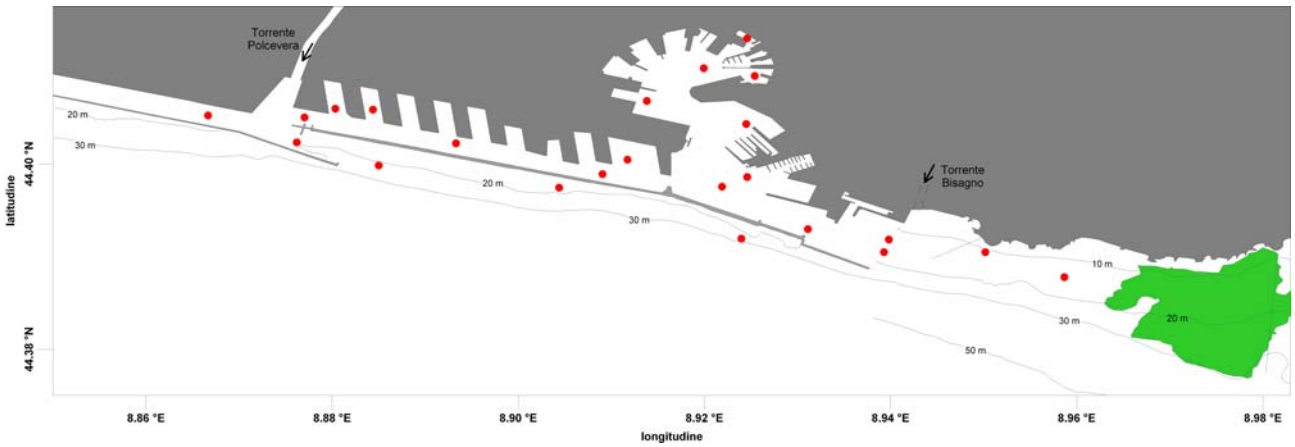


Fig. 4 – Distribuzione delle stazioni effettuate durante il Prebianco.

Misure fisiche

Le caratteristiche della massa d'acqua alle due imboccature sono risultate condizionate dagli apporti dei corsi d'acqua; in particolare il Torrente Bisagno influenza in modo evidente l'apertura portuale di levante con condizioni meteo marine provenienti dai primi due quadranti, mentre la parte più interna dell'area portuale è influenzata dagli scarichi che si riversano in questo specchio acqueo.

La distribuzione della temperatura ha indicato sostanzialmente un sistema omogeneo che solo nello strato più superficiale mostra alcune variazione, prodotte per esempio dalla scarico della centrale ENEL e dagli apporti dei torrenti e scarichi interni. Anche i profili di salinità confermano che sotto uno strato variabile, dello spessore di 2-3 m, si riscontra una massa d'acqua omogenea.

In generale si è osservato che i tenori minori di ossigeno si trovano nello strato superficiale delle acque della vecchia Darsena e questo è da addebitare alla ridotta dinamica d'acqua ed alla presenza di scarichi all'interno di questo settore del Porto.

Nel complesso le acque di tutta la parte più interna del Porto risultano avere temperature maggiori ed una quantità ridotta di ossigeno disciolto.

Correnti

La dinamica delle acque all'interno del Porto risulta limitata con valori di velocità in genere <10 cm s^{-1} che, in occasione di forti venti da nord raggiungono i 25 cm s^{-1}; velocità comprese tra 3 e 20 cm s^{-1} caratterizzano anche le acque del canale della diga foranea mentre solo nel settore W del Porto si sono riscontrate velocità di corrente maggiori che hanno raggiunto i 50 cm s^{-1} nel tratto di mare del canale di calma dell'aeroporto in concomitanza di una ondazione di forte intensità da SE (Fig. 5).

Sempre nella parte interna del Porto si è riscontrata una estrema variabilità della direzione delle correnti in virtù di una complessità morfologica del bacino con pontili aggettanti in tutte le direzioni. Questo induce una serie di flussi e vortici lungo i pontili senza una specifica direzione preferenziale delle acque che, solo con venti da N, sono spinte a fluire verso la parte esterna del Porto e giungono infine a scorrere lungo la diga foranea per muoversi lateralmente; questo avviene in modo più evidente nella parte orientale del Porto ove spesso abbiamo riscontrato deboli correnti in uscita lungo la diga foranea (Fig. 6); le misure effettuate proprio in questa area hanno poi permesso di ubicare correttamente le stazioni fisse. In questa area è anche risultato evidente l'influsso delle acque del Torrente

Bisagno che, con vento e mare provenienti dal primo e secondo quadrante, tendono ad entrare nel Porto fluendo lungo costa.

Più complicata la dinamica delle acque nel settore occidentale poiché si sono alternati momenti di flusso delle acque verso l'esterno ad altri che indicavano un flusso entrante; il tutto complicato dalle acque del Torrente Polcevera che tendono a fluire verso l'esterno dell'area portuale; i vettori complessivi rendono evidente una dinamica nel canale di calma dell'aeroporto con vettori di corrente che raggiungono i 30-50 cm s^{-1}.



Fig. 5 - Sintesi delle velocità di corrente riscontrate durante le indagini.



Fig. 6 - Sintesi dei vettori di corrente riscontrati durante le indagini.

Particellato

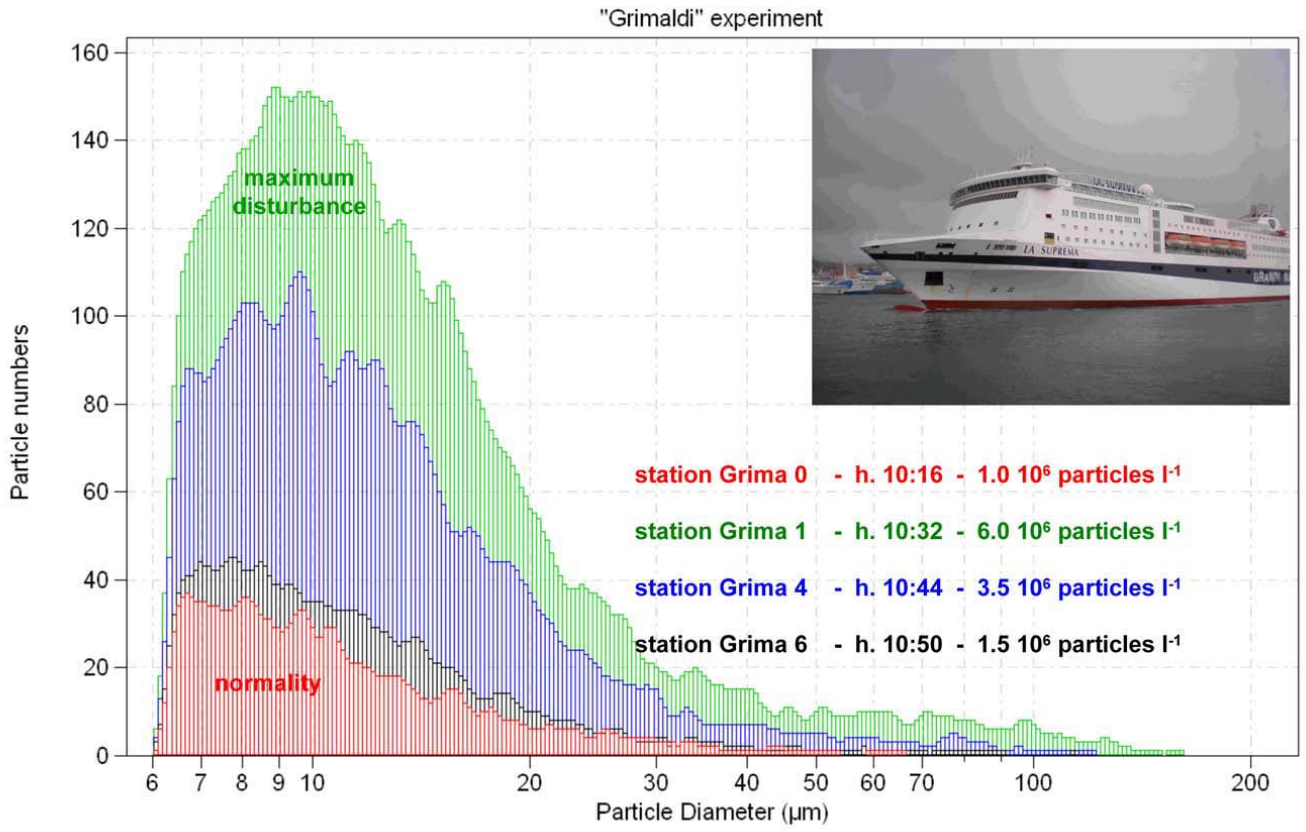
Nelle condizioni normali del Porto da noi osservate nella fase di Prebianco, il bacino portuale è caratterizzato da una torbidità di 2÷10 FTU, che corrispondono a circa 6-8 mg l^{-1} di materiale particellato sospeso totale; il numero di particelle è risultato variabile tra 1÷13 10^6 particelle l^{-1} con i valori maggiori (20-30 10^6 particelle l^{-1}) in corrispondenza della torbida del Torrente Bisagno con mare proveniente dal secondo quadrante.

In condizioni di "disturbo" legato principalmente al transito ed alla manovra dei traghetti e dei rimorchiatori la torbidità raggiunge il limite di 60 FTU che corrisponde a concentrazioni massime di 600 mg l^{-1} (questo valore è dovuto al particolare tipo di particelle presenti sul fondo, e cioè ossidi di ferro molto pesanti), con 6.5 10^6 particelle l^{-1}; il tempo di residenza delle particelle nella nuvola torbida è variabile tra 45' e 60', dopo di che si ristabiliscono le condizioni iniziali.

Estensione e persistenza della torbida

Per determinare la persistenza e l'estensione della nuvola torbida è stato effettuato un esperimento sfruttando le manovre di ormeggio di una traghetto Grimaldi su basso fondale. La torbida si è appurato che non diffonde al di fuori dell'area coinvolta dalle manovre della nave e tende a scendere verso il fondo rapidamente fino a scomparire dopo circa 30-40 minuti, riportando la situazione della colonna d'acqua a quella "normale".

Gli spettri dimensionali dei campioni, prelevati in rapida successione durante le manovre, indicano che prima dell'inizio della manovra di ormeggio le acque sono caratterizzate da concentrazioni di 1 10^6 particelle l^{-1} di piccole dimensioni; la risospensione indotta dalle eliche crea un aumento delle particelle e delle dimensioni delle stesse; al termine della manovra (*maximum disturbance*) si misurano più di 6 10^6 particelle l^{-1} con un incremento di particelle di grossa dimensione (100 µm); col passare del tempo diminuisce il numero di particelle fino al completo ristabilirsi delle condizioni iniziali che avviene in un massimo di 60 minuti. In genere la nuvola torbida raggiunge un diametro di massimo 200 m.



Esperimento "Grimaldi" per la simulazione di un dragaggio.

Conclusioni della fase di Prebianco

Con il dragaggio al centro dell'area portuale e con venti da N la torbida potrebbe essere trasportata con velocità di circa 25 cm s^{-1} verso la diga foranea, raggiungendola in circa 1 ora per poi diffondersi a contatto con la diga con la stessa velocità. Questo porterebbe la torbida ad essere misurata nella stazione fissa di levante dopo circa 3 ore dall'inizio dell'evento. Se invece la diffusione avvenisse verso la bocca di ponente la torbida sarebbe resa evidente dalla strumentazione fissa dopo più di 4 ore.

Grazie ai dati raccolti è stato possibile determinare la posizione per l'installazione sulla diga delle due stazioni fisse di controllo in continuo (Fig. 7).



Fig. 7 – Posizione delle due stazioni fisse di controllo sulla diga foranea: a sinistra la stazione di ponente; a destra la stazione di levante.

Fase di Bianco del Porto

Per definire i limiti normali dei parametri chimico-fisici e di corrente del Porto sono state effettuate ulteriori 2 campagne oceanografiche, della durata di due giorni ciascuna; questa fase di Bianco del dragaggio ha seguito quella del Prebianco.

Le campagne si sono svolte il 23-25.06 e il 23-24.10.2008.

In questa fase del progetto si sono svolte indagini in 11 stazioni di campionamento (Fig. 8), rappresentative di tutta l'area portuale e delle immediate vicinanze. Si sono indagati:

- la torbidità delle masse d'acqua nel Porto;

- la dinamica delle correnti;
- il materiale particellato sospeso, utilizzato poi come “bianco di riferimento”, sia come quantità sia come dimensioni.

Contemporaneamente a questi parametri sono stati raccolti campioni di acqua e sedimento sia per i laboratori di ARPAL sia per quelli di ISPRA.

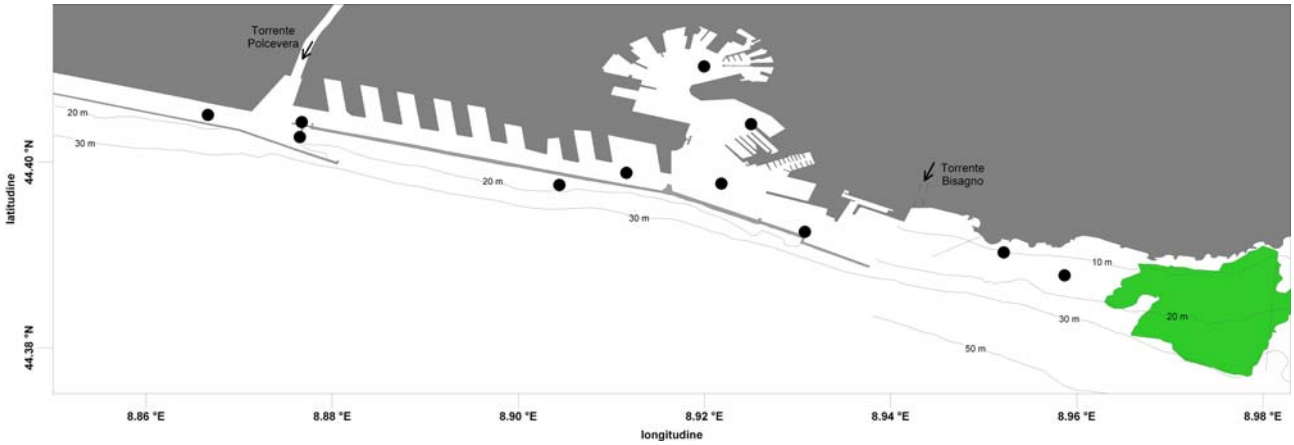


Fig. 8 – Distribuzione delle stazioni effettuate durante il Bianco.

Risultati della fase di Bianco

I valori di torbidità registrati nelle campagne di Bianco mettono in evidenza una sostanziale omogeneità dei valori fatta eccezione per le stazioni in prossimità dell’ingresso di ponente del Porto a causa dell’influenza del Torrente Polcevera, e nel canale di calma dell’aeroporto, dove è persistente uno strato torbido in prossimità del fondo.

L’analisi dei dati di corrente ottenuti (riferiti a direzione, intensità e verso) ci hanno permesso di confermare quanto in parte già evidenziato dalle 5 campagne della fase Prebianco.

I dati ricavati dalle analisi dimensionali effettuate con il Coulter Counter ha evidenziato spettri dimensionali bimodali relativamente simili con un picco (più o meno marcato) intorno a 10 µm ed uno compreso tra i 45 ed i 65 µm, ad indicare una continua omogeneità dimensionale non legata alla stagionalità dei campionamenti.

Conclusioni della fase di Bianco

I dati registrati durante 7 campagne oceanografiche effettuate nell’ambito portuale e nelle zone immediatamente circostanti dal 14.02 fino al 24.10 2008 (5 nella Fase “Prebianco” e 2 nella Fase “Bianco) ci hanno permesso di tarare il sistema e di fornire i valori limite da monitorare durante le varie fasi del dragaggio. Sono stati istituiti quindi i seguenti limiti:

Soglia di attenzione

- stazione di levante: direzione corrente uscente con velocità di 20 cm s^{-1} e torbidità della massa d'acqua maggiore di 15 FTU,
- stazione di ponente: direzione corrente uscente con velocità di 40 cm s^{-1} e torbidità della massa d'acqua maggiore di 15 FTU.

Valori limite

- stazione di levante: direzione corrente uscente con velocità di 20 cm s^{-1} e torbidità della massa d'acqua maggiore di 20 FTU, mantenuta per più di 15', con valori a crescere;
- stazione di ponente: direzione corrente uscente con velocità di 40 cm s^{-1} e torbidità della massa d'acqua maggiore di 20 FTU, mantenuta per più di 15', con valori a crescere.

Fase di Bianco del Porto di Multedo

Per quanto riguarda l'area del Porto Petroli di Genova Multedo, è stata effettuata una sola campagna di Bianco, il giorno 03.06.2009, che ha previsto l'effettuazione di 10 stazioni (Fig. 9).

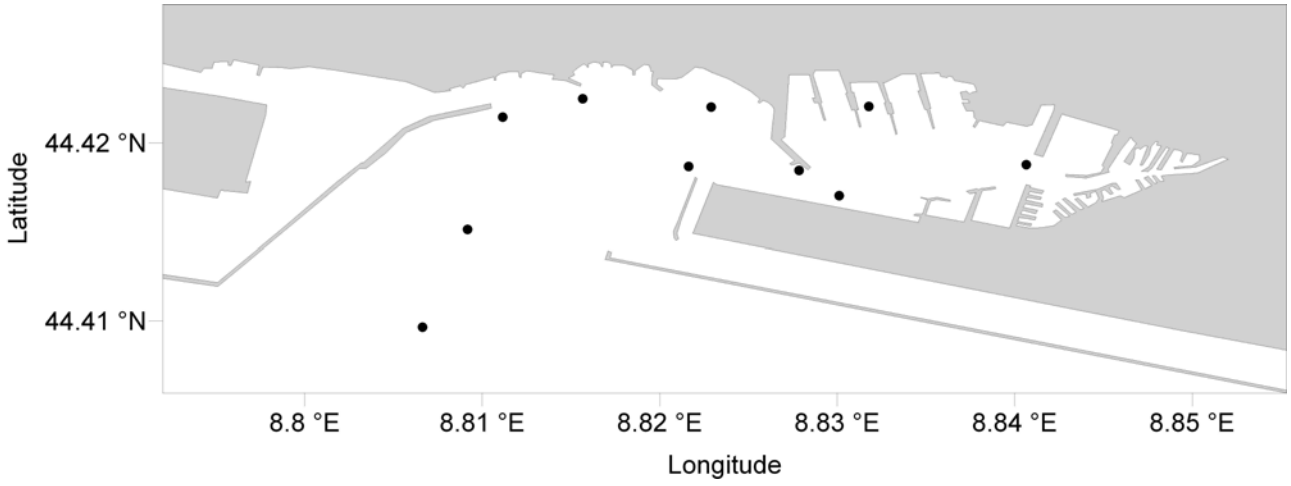


Fig. 9 – Distribuzione delle stazioni effettuate durante il Bianco di Multedo.

Risultati e conclusioni della fase di Bianco di Multedo

I valori massimi di intensità della corrente misurati non hanno mai superato i 25 cm s^{-1} nelle stazioni esterne al Porto Petroli, mentre non hanno mai superato i 15 cm s^{-1} all'interno con una direzione prevalente differente per i campioni subsuperficiali e per quelli di fondo.

La corrente misurata nelle singole stazioni per i campioni subsuperficiali (Fig. 10) proveniente da SW crea un vortice nella parte esterna del Porto e successivamente sdoppiandosi in due rami, uno verso NW ed uno verso E, andando a creare un secondo vortice subsuperficiale molto lento all'interno del Porto Petroli.

La corrente di fondo di provenienza da SE (Fig. 11), tende a spingere le masse d'acqua contro la diga foranea del Porto di Voltri, e quindi verso NW, e permette alle acque subsuperficiali presenti all'interno del Porto Petroli di uscire, fluendo sul fondo lungo la struttura aeroportuale.

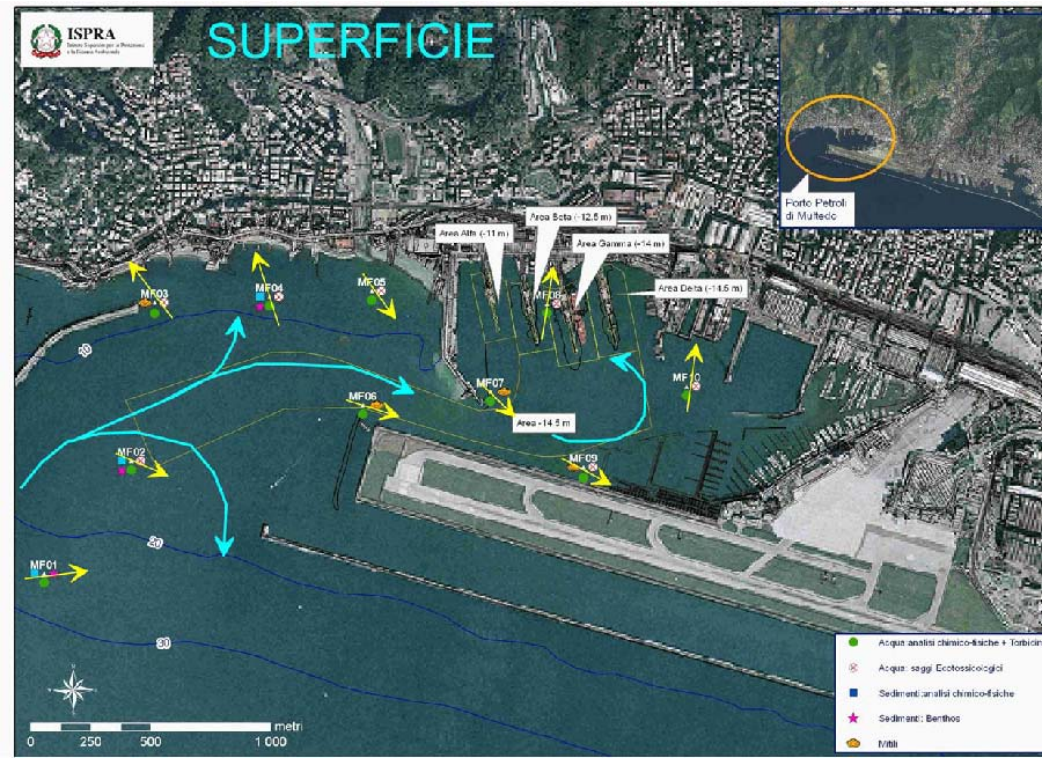


Fig. 10 – Correnti subsuperficiali rilevate nelle stazioni di campionamento.

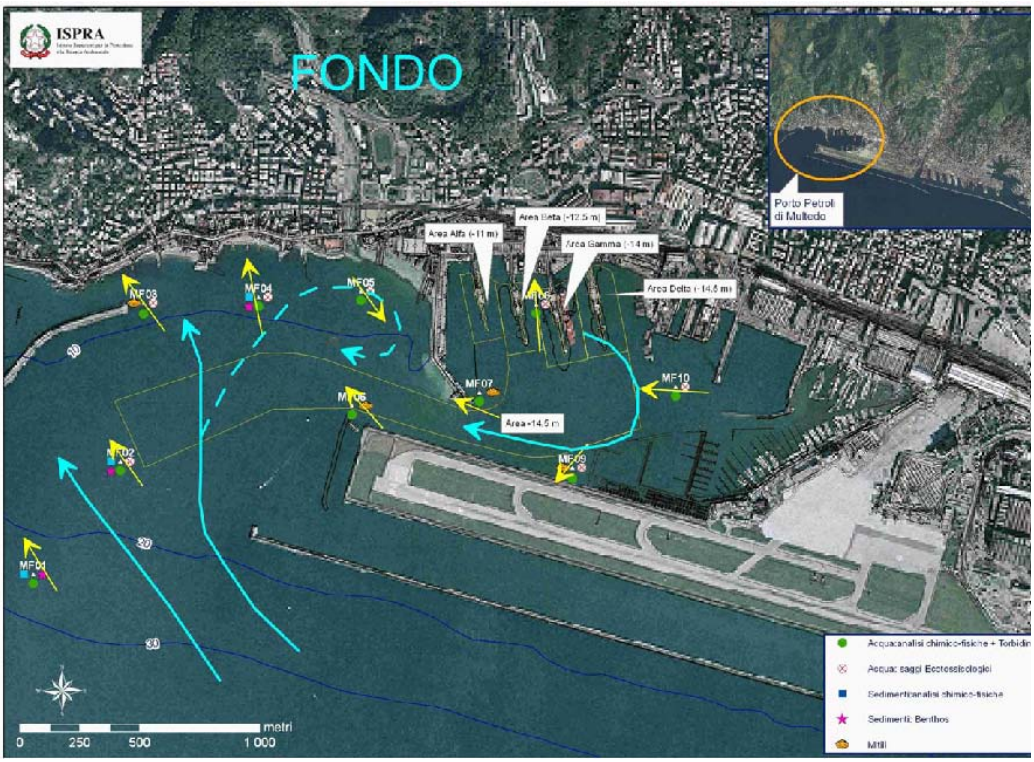


Fig. 11 – Correnti di fondo rilevate nelle stazioni di campionamento.

Per quanto riguarda la torbidità, questa presenta valori massimi pari a circa 4 FTU, e valori minimi di circa 1 FTU.

Alla luce dei bassi valori riscontrati, e cioè con una velocità massima della corrente di 25 cm s^{-1} ed una torbidità di circa 4 FTU, si è definito che la massima attenzione durante le fasi del dragaggio sarebbe stata posta per correnti con direzioni comprese tra NW e NE e venti provenienti dai quadranti meridionali (II e III), in quanto le nuvole torbide sollevate dal dragaggio sarebbero state spinte verso le spiagge di Genova Pegli ed all'interno del Porto Petroli, mentre per correnti con direzioni comprese tra SW ed E e venti provenienti dai quadranti settentrionali le nuvole torbide si sarebbero disperse verso il mare aperto.

Quindi per la sola zona del Porto Petroli di Genova Multedo si è indicato il seguente valore limite: corrente con direzione NW-NE e velocità superiore ai 25 cm s^{-1} e torbidità superiore a 20 FTU per un tempo superiore ai 15 minuti.

Fase di Corso d'opera del Porto di Multedo

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte a bordo delle motovedette 288 e 276 della Capitaneria di Porto di Genova a partire dal 20/07/2009 fino al 5/03/2010, con cadenza giornaliera. Le draghe impiegate in questa fase sono state la TSHD Sospan e il backhoe Wodan.

Durante il monitoraggio non sono mai state rilevate situazioni di allarme. Riportiamo come esempio la diffusione della torbida registrata intorno alla draga Wodan il giorno 16.03.2010 in presenza di vento da NE (Figg. 12 e 13).

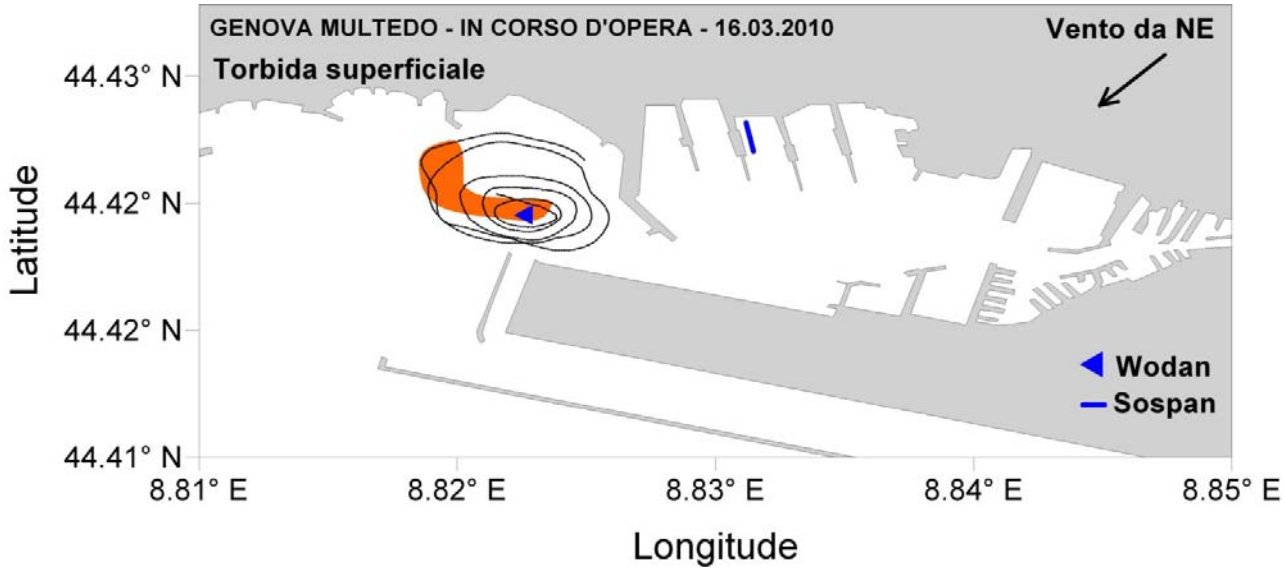


Fig. 12 – Torbida registrata dall'ADCP intorno alla draga nello strato superficiale.

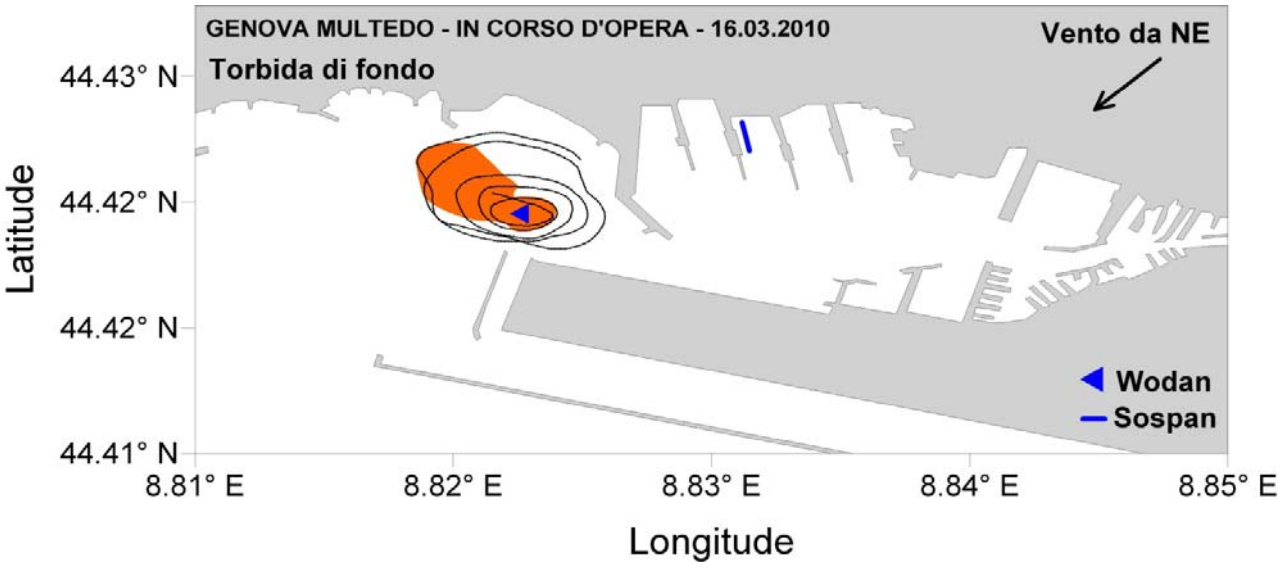


Fig. 13 – Torbida registrata dall'ADCP intorno alla draga nello strato di fondo.

Fase di *Post operam* del Porto di Multedo

La campagna di *post operam* si è svolta nel giorno 3 Novembre 2010 nello specchio acqueo del Porto di Genova Multedo a bordo della M/B Maso della Ditta ARCO89 (Fig. 14).

Sono state effettuate misurazioni delle correnti con ADCP e dei parametri fisici con il CTD e sono stati effettuati i campionamenti di acqua tramite bottiglia Niskin per le analisi chimiche e per quelle ecotossicologiche da parte di ISPRA e ARPAL.
Sono stati inoltre prelevati campioni di sedimento superficiale tramite benna Van Veen per le analisi della comunità bentonica e dei contaminanti chimici da parte di ISPRA e ARPAL.

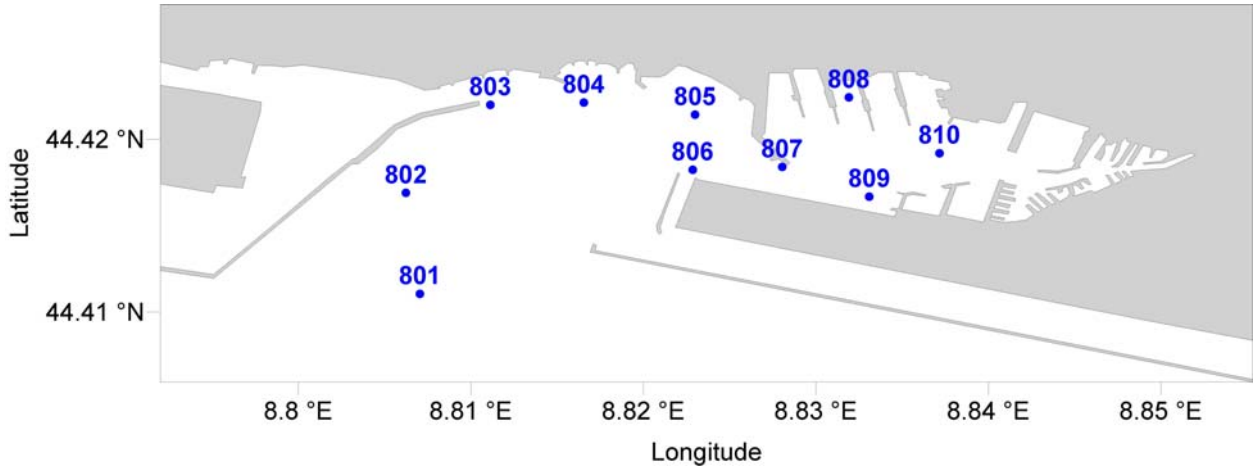


Fig. 14 - Inquadramento dell'area coinvolta nell'analisi di post operam.

Alla luce di quanto evidenziato durante la campagna *post operam,* si è potuto verificare che, dal punto di vista sedimentologico-oceanografico, le condizioni del Porto Petroli fossero conformi a quanto emerso durante la caratterizzazione iniziale dell'area, precedentemente alle operazioni di dragaggio. I valori di torbidità misurati sono risultati più elevati di quelli di Bianco, ma a causa degli apporti di sedimento di origine fluviale legati alle cattive condizioni meteorologiche del periodo e non a effetti del dragaggio.

Fase in Corso d'opera del Porto

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte a bordo della M/B Maso di ARCO89 di Genova a partire dal 1.07.2009 fino al 16.01.2011, con cadenza giornaliera per le prime due settimane e successivamente con cadenza settimanale.
Durante il monitoraggio non sono mai state rilevate situazioni di allarme.
Riportiamo come esempio la distribuzione della torbidità il giorno 17.12.2010, in cui la draga Shoalway ha lavorato in prossimità di calata Bettolo (Fig. 15): l'andamento della torbidità lungo il Canale di Sampierdarena ha evidenziato valori generalmente contenuti tranne che in corrispondenza della draga, dove si sono registrato concentrazioni elevate (>50 FTU) lungo tutta la colonna d'acqua; nelle immediate vicinanze a levante della draga, in direzione dell'imboccatura, la torbidità si mostrava subito al di sotto del valore limite.

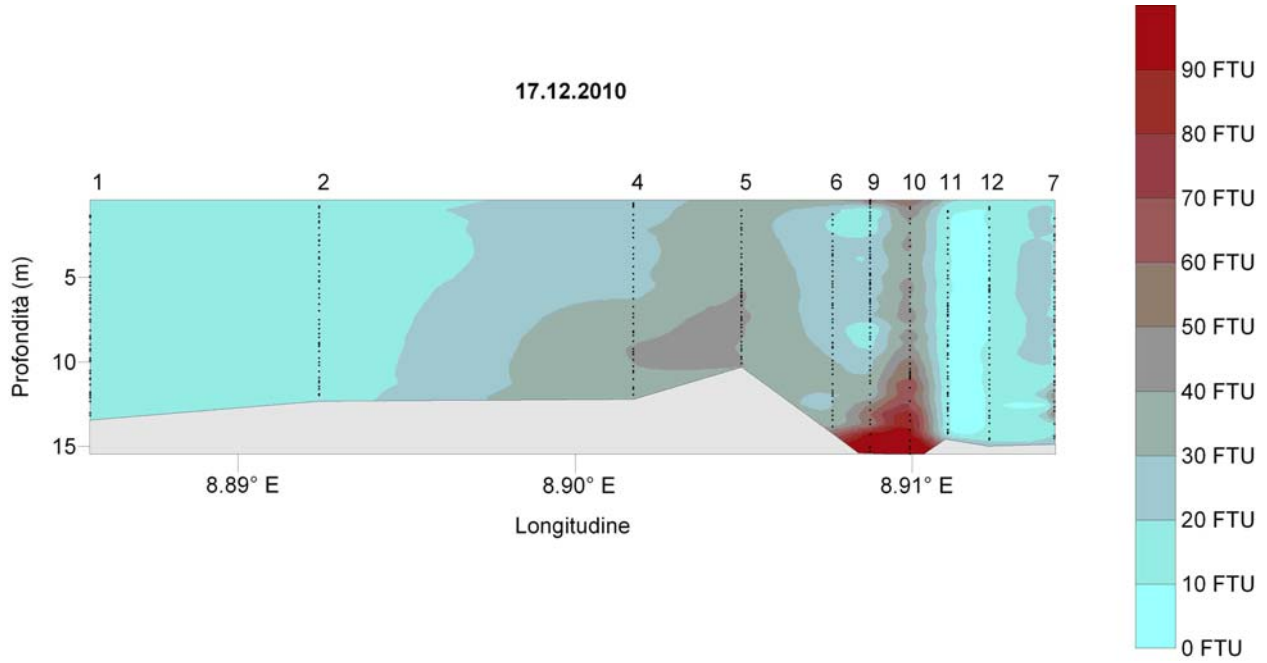


Fig. 15 – Transetto della torbidità da ponente (stazione 1: Testata Ponte Libia) a levante (stazione 7: Calata Ponte Oli Minerali).

Fase in Corso d'opera all'esterno del Porto

Il monitoraggio ha avuto luogo con la collaborazione di ARCO89 a mezzo della M/B Maso. Poiché dal 17 Gennaio al 01 Febbraio 2011 la draga ha lavorato nell'Area 1, nel tratto di mare compreso tra la stazione fissa di Levante e Punta Vagno (come evidenziato in azzurro in Fig.16; www.marinetraffic.com), è stato necessario effettuare un monitoraggio in continuo come indicato nel Decreto della Regione Liguria n. 1418 del 09.06.2009 e nella nota dell'Autorità Portuale n. 10687/P del 22.05.2009.

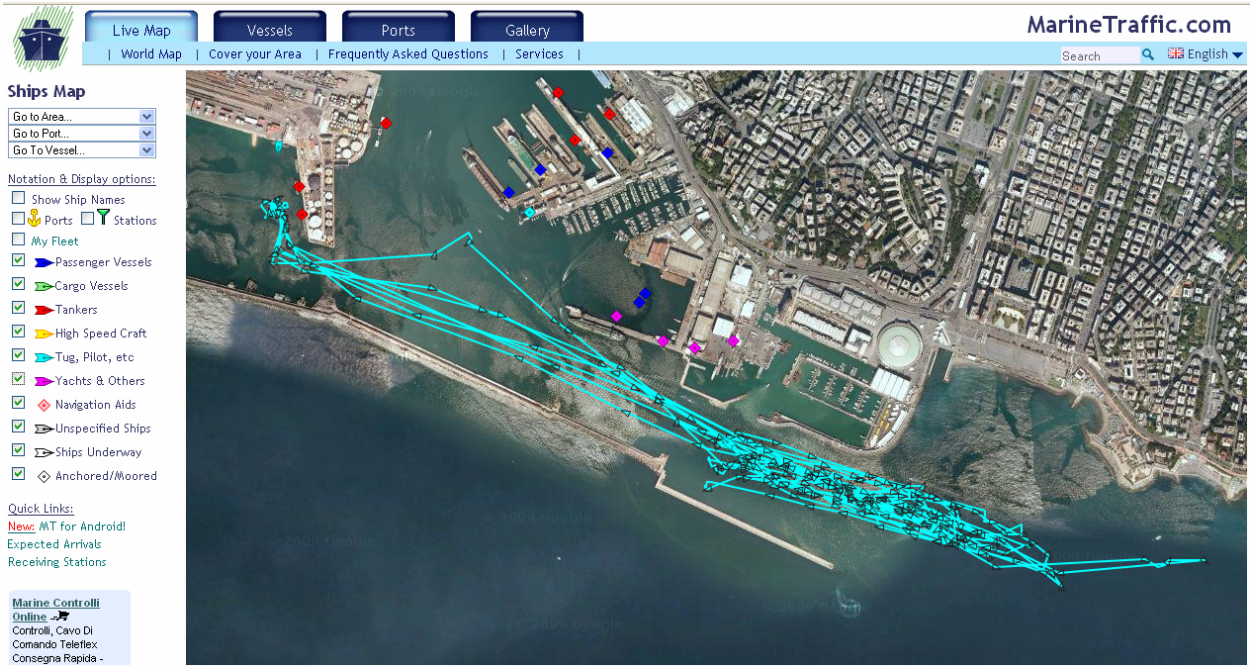
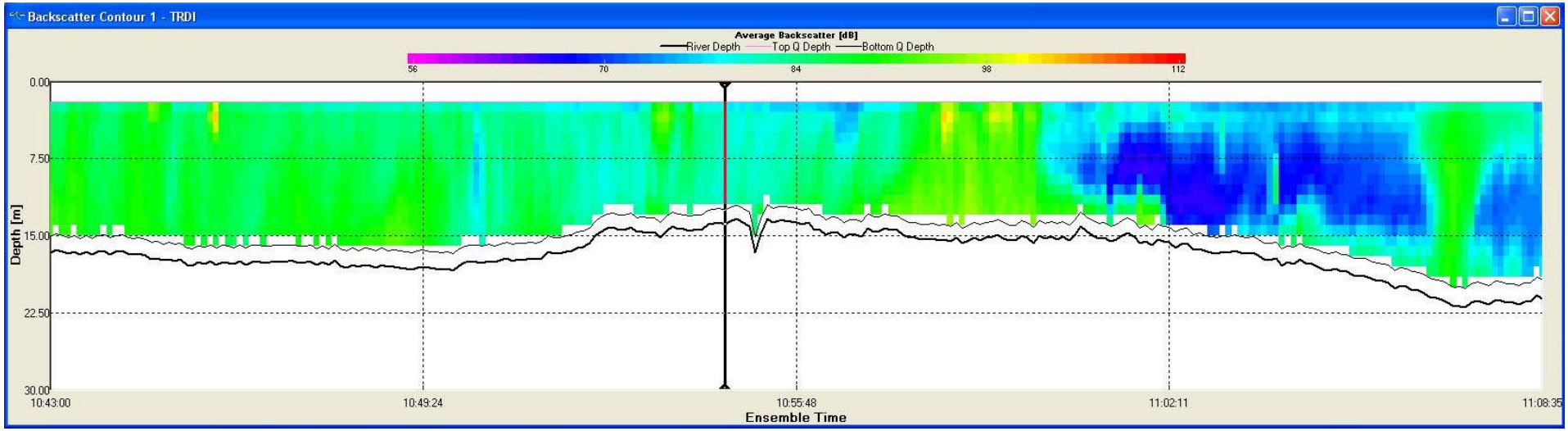


Fig. 16 - inquadramento dell'area coinvolta da dragaggio (www.marinetraffic.com).

Per individuare e monitorare la torbida generata dalle operazioni di dragaggio sono stati eseguiti sia transetti con calate di sonda multiparametrica CTD sia transetti con ADCP montato a scafo.

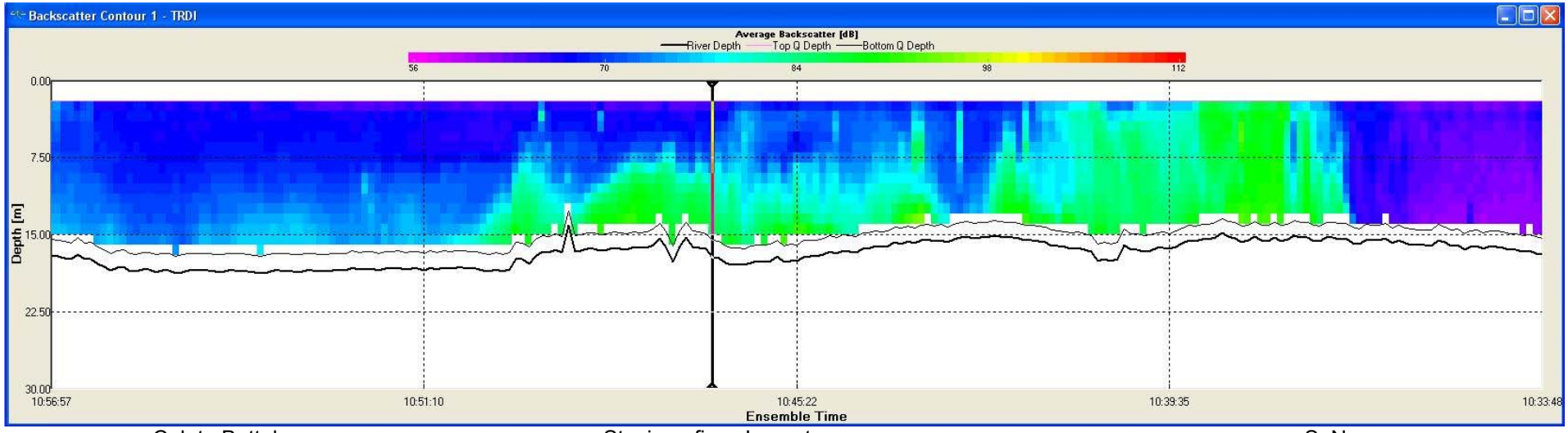
Valori relativamente elevati di torbidità sono stati rilevati solo in prossimità della draga ed in particolare in prossimità il fondo; ciò nonostante non è mai stato superato il valore limite d'allarme definito di 100 FTU a 200 m e di 50 FTU a 500 m di distanza dalla draga.

Riportiamo come esempio due situazioni tipiche di torbidità registrate con l'ADCP (profili di backscatter in decibel; Figg. 17 e 18): la torbidità è relativamente elevata solo all'interno del Porto e in prossimità della foce del Bisagno, nell'area quindi direttamente interessata dal dragaggio.



Testata Olii Minerali → → → → → → → → → → Stazione fissa Levante → → → → → → → → → → → → → → → → → → S. Nazzaro

Fig. 17 – Transetto ADCP dalla testata del molo Olii Minerali a San Nazzaro.



Calata Bettolo ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← Stazione fissa Levante ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← S. Nazzaro

Fig. 18 – Transetto ADCP da San Nazzaro a Calata Bettolo.

Fase in Corso d'opera: stazioni fisse

Durante tutto il dragaggio le due stazioni fisse hanno funzionato correttamente salvo brevi interruzioni previste, dovute alla manutenzione, o a motivi tecnici, garantendo comunque una piena copertura del controllo della nuvola torbida alle due imboccature.

Non sono mai stati registrati eventi di allarme, fatto salvo ovviamente quando la draga Shoalway operava tra l'entrata di levante e Punta Vagno, periodo durante il quale era però attivo il monitoraggio continuo giornaliero a mezzo barca.

La manutenzione delle stazioni fisse è stata effettuata regolarmente, soprattutto per garantire la pulizia della finestra ottica del sensore della torbidità. Questa manutenzione ordinaria, nei primi mesi del dragaggio, ha avuto luogo settimanalmente; nel novembre 2010 sono state installate sulle sonde multiparametriche delle spazzole automatiche delle Zebra-Tech che hanno garantito una migliore pulizia della finestra ottica e ha permesso una riduzione della frequenza in situ della manutenzione (Fig. 19).

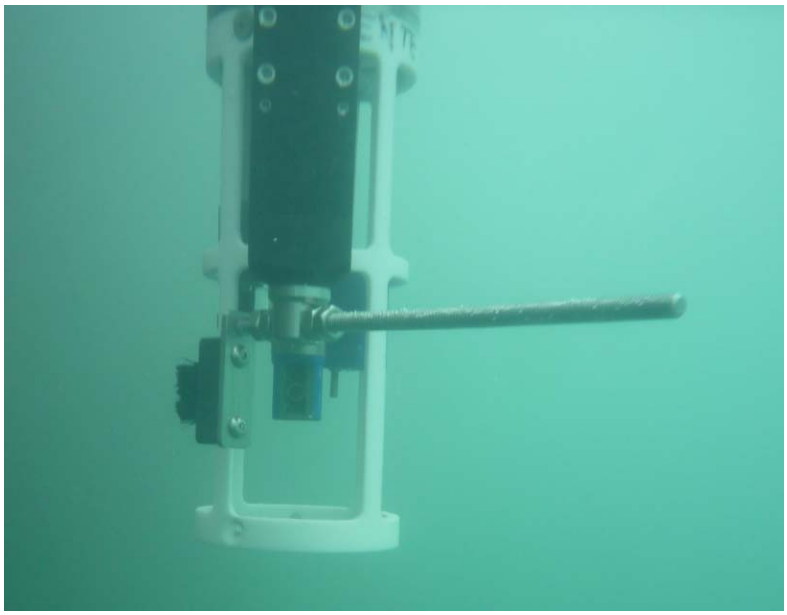


Fig. 19 – Foto subacquea della spazzola per la pulizia del sensore di torbidità.

Per garantire la pulizia dei trasduttori dei correntometri invece è stata impiegata una pasta a base di ossido di zinco, che ha lo stesso effetto di una vernice anti-fouling mantenendo la superficie libera dagli organismi incrostanti (Fig. 20).

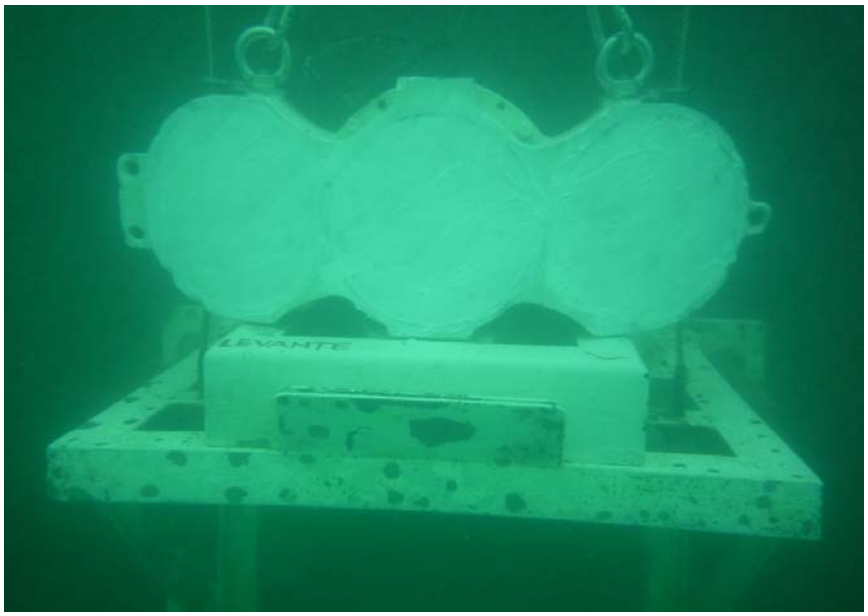


Fig. 20 – Foto subacquea dell'H-ADCP con crema all'ossido di zinco sui trasduttori.

Limiti strumenti fissi

Durante questa fase delle attività di dragaggio, sono stati analizzati i dati di corrente e materiale sospeso rilevati dalle stazioni fisse di controllo e dalla stazione mobile per una valutazione dei valori limite, che erano stati formulati al temine della Fase di bianco, e che sono stati il punto di riferimento per le situazioni di attenzione e di pericolo.

Per la misura della corrente, più che di un valore limite, si è trattato di un valore soglia di attenzione della velocità della corrente, ricavabile dai correntometri verticali ed orizzontali posizionati alle entrate di levante e ponente; questo valore soglia era di 20 cm s^{-1} per la imboccatura di levante con corrente uscente dal porto (e quindi con direzione E o SE) e di 40 cm s^{-1} alla imboccatura di ponente con direzione di corrente verso "levante". Il superamento di questi valori soglia sarebbe diventato importante qualora i valori di torbidità registrati si fossero avvicinati al valore di attenzione di 15 FTU. Il valore limite per la torbidità si sarebbe considerato raggiunto se i valori avessero superato i 20 FTU a levante (40 FTU a ponente), persistendo per più di 15 minuti e mostrando una tendenza del dato alla crescita.

In caso di superamento del limite "soglia di velocità di corrente" o di superamento del limite di "attenzione della torbidità" (15 FTU), il sistema di comunicazione delle stazioni automatiche avrebbe allertato il centro di controllo attivo presso il DIPTERIS: in questo caso il Personale del Dipartimento avrebbe seguito l'evoluzione della situazione in continuo e, nel caso in cui gli strumenti delle stazioni fisse avessero registrato valori superiori al valore limite di torbidità (con le specifiche sopra riportate), avrebbe provveduto

ad avvisare il Responsabile della Direzione Tecnica dell'Autorità Portuale preposto al controllo delle operazioni di dragaggio.

Durante questo anno sono stati superati poche volte limiti di velocità di corrente (quasi sempre in ingresso nell'area portuale) e diverse volte i limiti di 15-20 FTU di torbidità; si è notato che quasi sempre questo non era dovuto alle attività di dragaggio ma agli apporti fluviali eccezionali (situazioni non verificatesi durante le Fasi di Prebianco e Bianco) di Bisagno e Polcevera, che creavano aree ad alta torbidità alle due imboccature del porto oppure ad operazioni condotte da altre imbarcazioni da lavoro che svolgevano attività in prossimità delle stazioni fisse. Si è anche notato che i valori medi di torbidità delle acque non disturbate direttamente dal dragaggio si sono attestati su 10-12 FTU.

Nell'unica volta in cui si è superato il limite di attenzione abbiamo provveduto ad un immediato controllo *in situ* con sistema mobile ed abbiamo verificato che si trattava di una situazione non collegata al dragaggio (in zona "levante" era presente una chiatta con grappo che lavorava per sistemare un tubo per Mediterranea Acque).

Infine, per evitare l'attivazione di allarmi "non pertinenti", si è ritenuto utile innalzare i valori degli allarmi portando la soglia di attenzione della torbidità a 25 FTU e il valore limite a 30 FTU. I valori limite della velocità di corrente, il numero delle celle in cui avviene lo sforamento dei valori e la "tempistica" degli allarmi sono rimasti invariati.