

**CASO STUDIO:
LA BONIFICA DEI FONDALI DI SAN
GIOVANNI A TEDUCCIO
(S.I.N. NAPOLI ORIENTALE)**

Davide Mosca

DEME Environmental Contractors
DEC nv

INQUADRAMENTO E DATI GENERALI

Ente Appaltante: Commissario di Governo alle Bonifiche, Regione Campania

Soggetto Attuatore: Sviluppo Italia Aree Produttive S.p.A.

Impresa Esecutrice: ATI: DEC, SIDRA, Savarese

Importo dei lavori: Euro 12,5 Milioni (inclusa la Progettazione Esecutiva)

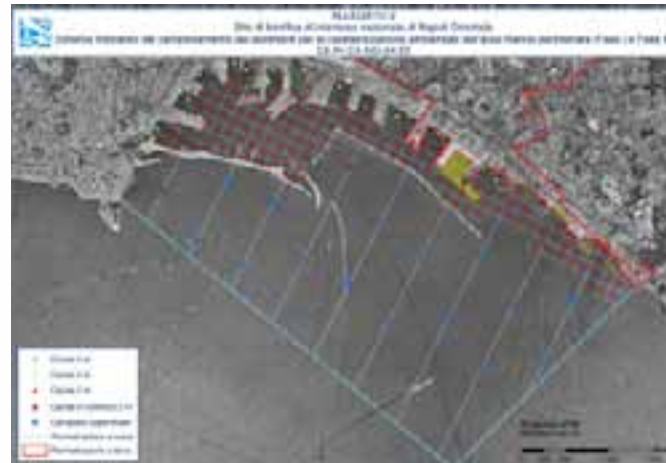
Periodo di Esecuzione: Giugno 2008 – Luglio 2009



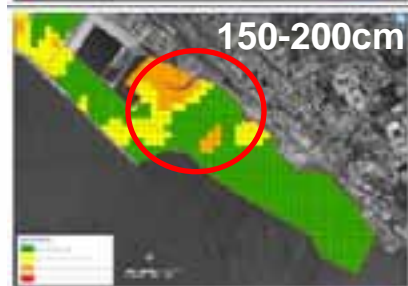
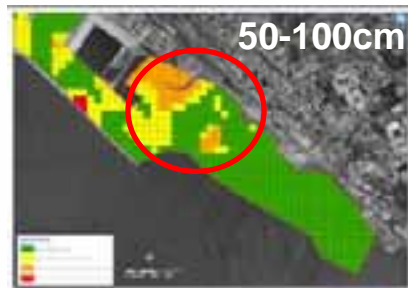
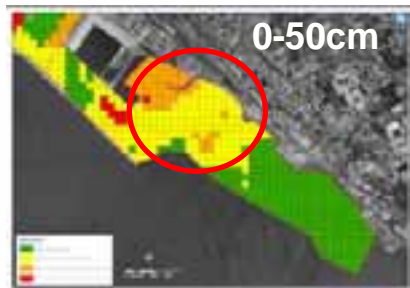
Nel Porto di Napoli e' prevista la costruzione di una Nuova Marina. L'area interessata dai lavori risulta compresa nella perimetrazione a mare del:
SITO DI INTERESSE NAZIONALE "NAPOLI ORIENTALE"



CARATTERIZZAZIONE DEI FONDALI DEL PORTO DI NAPOLI



Il Commissario di Governo alle bonifiche della Regione Campania ha eseguito il Piano di Caratterizzazione redatto da ICRAM (ora ISPRA)



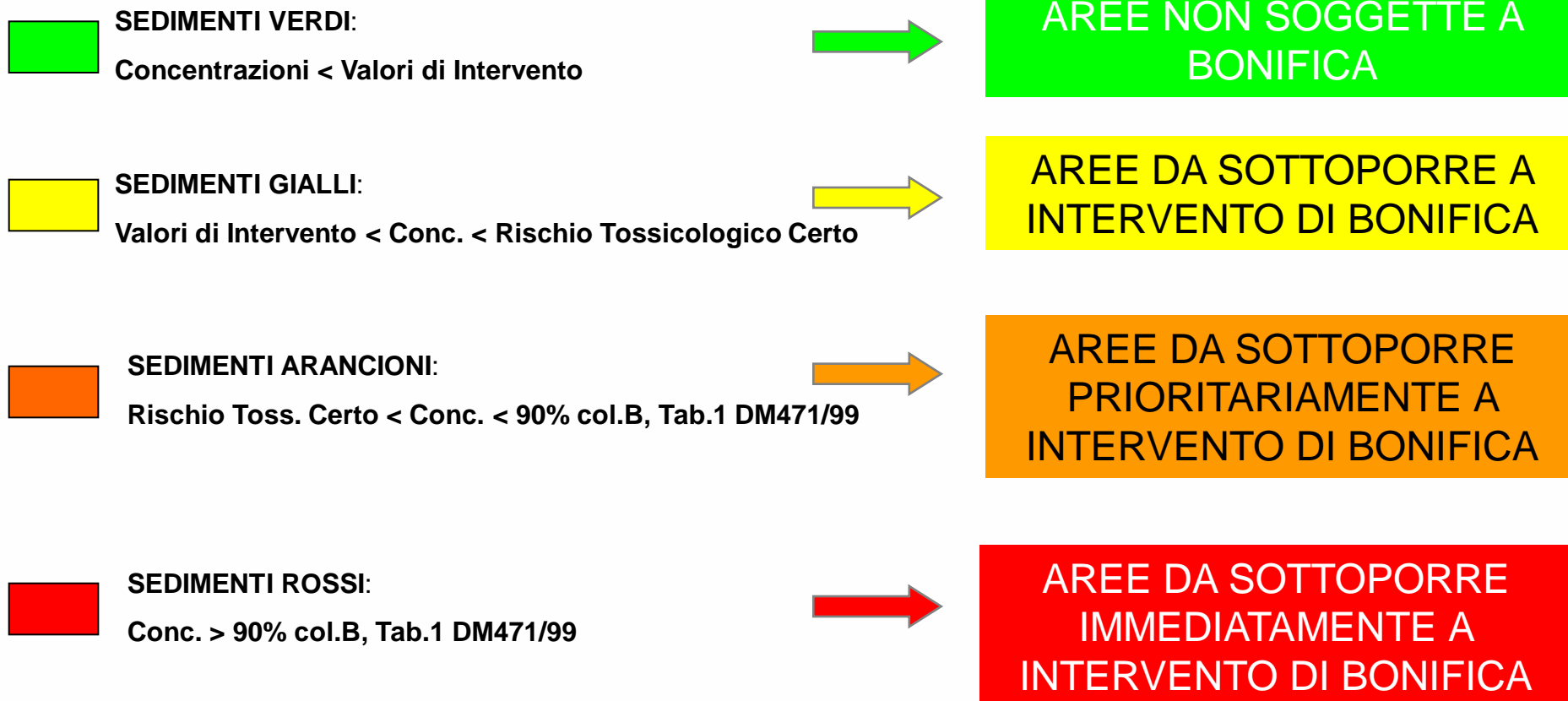
La Caratterizzazione ha evidenziato la necessita' di intervenire preventivamente **bonificando le aree interessate dai futuri lavori di costruzione della "Marina di Vigliena"**

Nei fondali indagati e' stata infatti rilevata la presenza di **sedimenti contaminati** da:

- **Idrocarburi Policiclici Aromatici**
- **Metalli Pesanti (Hg, Cr, Cu, Pb)**

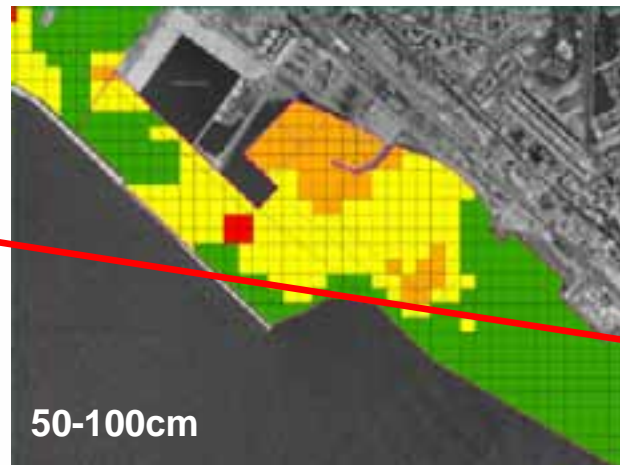
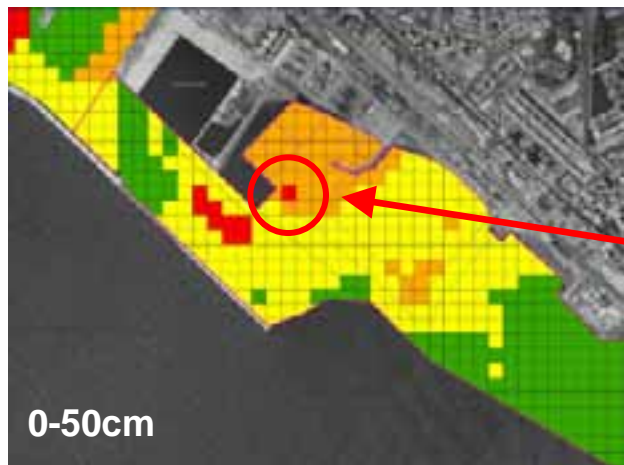
RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE

In base ai risultati analitici, l'ICRAM (ora ISPRA) ha classificato i sedimenti in 4 tipologie:



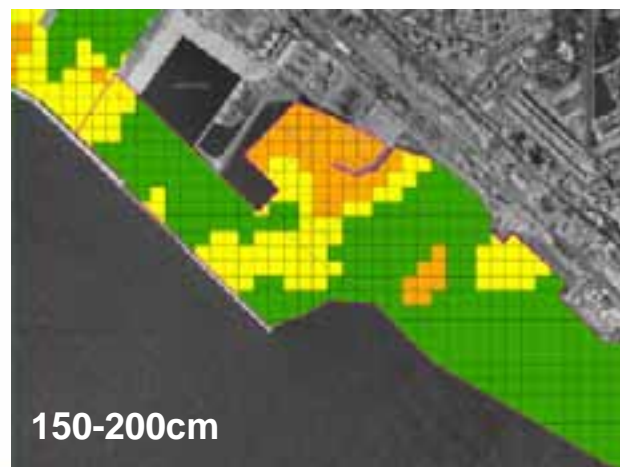
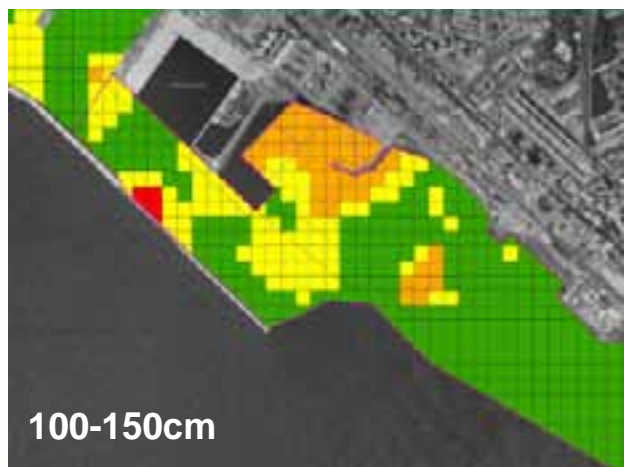
STIMA DELLE VOLUMETRIE DA BONIFICARE

L'intervento di bonifica interessera' i sedimenti ROSSI, ARANCI e GIALLI ricadenti nelle aree relative alle nuove opere realizzande



Il calcolo dei volumi prevede l'escavo di:

Ø 1.250 m³ ROSSI
(HOT SPOT)



Ø 60.000 m³ GIALLI e
ARANCI

PROGETTO DI BONIFICA

In base ai risultati della caratterizzazione e' stato redatto il **PROGETTO DI BONIFICA**

Nei Progetti di Bonifica si stabiliscono delle **SOLUZIONI TECNICHE** rappresentate da **METODOLOGIE** fattibili sia dal punto di vista **AMBIENTALE** che **ECONOMICO** mediante le quali si raggiungono gli **OBIETTIVI DI BONIFICA**

OBIETTIVI DI BONIFICA

SOLUZIONE TECNICA

Interrompere il flusso della contaminazione proveniente dalla falda



Realizzazione di un **DIAFRAMMA PLASTICO** impermeabile in cemento e bentonite

Rimuovere il materiale contaminato in maniera "ambientale"



Dragaggio Ambientale dell'**HOT SPOT** e dei sedimenti **GIALLI** e **ARANCIONI**

Pianificare una gestione ottimale dei sedimenti dragati



Realizzazione di una Cassa di Colmata impermeabilizzata (comma 996, L. 247/06)

Ridurre i quantitativi di rifiuti da inviare a discarica



Trattamento di Decontaminazione dei sedimenti **ROSSI** mediante tecnica del **SOIL WASHING**

REALIZZAZIONE DEL DIAFRAMMA PLASTICO

Gli studi idrogeologici dell'area hanno evidenziato come una delle sorgenti della contaminazione fosse l'acqua di falda.

Prima di procedere con la bonifica dei sedimenti, e' pertanto risultato necessario interrompere tale flusso contaminante mediante la realizzazione di un DIAFRAMMA PLASTICO.

Il **DIAFRAMMA PLASTICO** e' stato realizzato fino ad una profondita' di circa 20m dal p.c., fino cioe' a raggiungere il substrato tufaceo.



Mediante tale soluzione tecnica e' stato possibile raggiungere una **permeabilita'** minore o uguale a **$K = 10^{-9}$ m/s**.

REALIZZAZIONE DI UNA CASSA DI COLMATA

La soluzione scelta per la gestione dei sedimenti ARANCIONI e GIALLI dragati e' quella indicata dal comma 996 della L. 296/06, ovvero quella che prevede la costruzione di una **CASSA DI COLMATA IMPERMEABILIZZATA** ove confinare l'intera volumetria (60.000 m³).



Tale Cassa di Colmata e' stata realizzata mediante l'infissione di palancole metalliche dotate di **giunti impermeabili**.



E' stato cosi' possibile rispettare le prescrizioni di legge e raggiungere una **permeabilita'** minore o uguale a **$K = 10^{-9}$ m/s**

REALIZZAZIONE DI UNA CASSA DI COLMATA



La cassa di colmata realizzata ha una capacità volumetrica di invaso molto maggiore di quella richiesta dal progetto e potrà pertanto essere utilizzata anche per il contenimento dei sedimenti **NON PERICOLOSI** provenienti da altri interventi di dragaggio dei fondali del Porto di Napoli.



DRAGAGGIO AMBIENTALE

La rimozione da fondali marini di sedimenti contaminati va eseguita adottando tecniche ambientalmente compatibili, che ne minimizzino l'impatto.

Rispetto ad un dragaggio classico, il **DRAGAGGIO AMBIENTALE** si differenzia per:

- **Elevata accuratezza e precisione nel posizionamento e nella rimozione**
- **Minimizzazione della torbidita' nella fase di scavo**
- **Prevenzione del fenomeno della perdita di materiale (spillage)**
- **Minimizzazione del contenuto d'acqua nella miscela dragata**
- **Elevato livello di automazione nelle operazioni**

DRAGAGGIO AMBIENTALE

Le tecniche di dragaggio ambientale, così come quelle tradizionali, sono riconducibili a 2 TIPOLOGIE :

DRAGAGGI IDRAULICI



DRAGAGGI MECCANICI



DRAGAGGI AMBIENTALI MECCANICI

Vengono impiegati mezzi marittimi (**PONTONI**) muniti di sistemi di ancoraggio (pali, cavi di tonneggio, etc.) ed equipaggiati con :

Escavatore idraulico a braccio rovescio con benna ecologica (**ECOBUCKET**).

La profondità di escavo è limitata dalla lunghezza del braccio dell'escavatore.



Il TRASPORTO del materiale dragato avviene per mezzo di **MOTOBETTE** di appoggio o sul **PONTONE** stesso se **AUTOCARICANTE**.

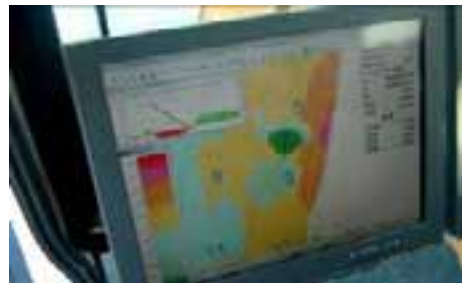


Gru con braccio a traliccio dotata di benna mordente idraulica a chiusura ermetica (**ECOGRAB**). Risulta idoneo per escavi profondi.



Innovazioni rispetto al Dragaggio meccanico tradizionale

MASSIMA SELETTIVITÀ DEL MATERIALE DA DRAGARE
che permette di rimuovere unicamente gli strati
contaminati



ECOBUCKET:

La benna scava il sedimento senza agitazione; una volta riempita, una visiera a comando idraulico chiude completamente la benna stessa.



ECOGRAB:

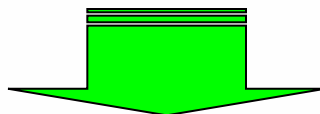
Grappo bivalente carenato anche
nella parte superiore



DRAGAGGI AMBIENTALI IDRAULICI

POMPE CENTRIFUGHE che “aspirano” il sedimento dal fondo. In caso di forte coesione tra le particelle dei sedimenti, si utilizzano DISGREGATORI.

IL DRAGAGGIO IDRAULICO TRADIZIONALE risulta NON IDONEO alla rimozione di sedimenti contaminati, a causa della elevata QUANTITÀ D’ACQUA di processo che si aggiunge con l’aspirazione e che quindi si contamina anch’essa



DRAGAGGIO IDRAULICO AMBIENTALE

UTILIZZO DI MECCANISMI CHE GARANTISCONO UNA MINORE TURBOLENZA ED UN TRASFERIMENTO DI TIPO IDRAULICO AD ALTA CONCENTRAZIONE DI SECCO



DRAGAGGIO AMBIENTALE MECCANICO

Nel caso del cantiere di bonifica di San Giovanni a Teduccio, sono state scelte **ENTRAMBE LE TIPOLOGIE DI DRAGAGGIO AMBIENTALE**.

Per quanto riguarda il DRAGAGGIO dell'HOT SPOT, a causa della:

- Ridotta Volumetria (1.250 m³)
- Livello della contaminazione elevato
- Necessita' di elevata precisione (selettivita') nell'escavo
- Necessita' di minimizzare la torbidita' e l'aggiunta di acqua

E' stata prevista l'esecuzione di un **DRAGAGGIO** di tipo **MECCANICO AMBIENTALE**



DRAGAGGIO AMBIENTALE MECCANICO

Il **DRAGAGGIO AMBIENTALE MECCANICO** e' stato realizzato mediante l'impiego di un **pontone semovente autocaricante** su cui e' stato montato un'escavatore a fune tralicciato equipaggiato con benna idraulica bivalve ecologica tipo **ECOGRAB**.

Questa attrezzatura ha permesso di ottenere i seguenti vantaggi operativi ed ambientali:

- Elevata selettivita' e precisione di rimozione
- Torbidita' indotta non rilevabile
- Limitata aggiunta d'acqua
- Produzioni compatibili con quelle di trattamento

Il sedimento dragato e caricato sul pontone e' stato poi scaricato dall'escavatore di bordo direttamente all'interno dei cassoni dei camion preposti al trasporto presso l'impianto di trattamento ubicato all'interno del cantiere.

Ai fini della **MITIGAZIONE** dell'impatto ambientale e della diffusione della torbidita', e' stato utilizzato un sistema di **PANNE GALLEGGIANTI** fino al fondale.



TRATTAMENTO DI DECONTAMINAZIONE

Nel caso del cantiere di bonifica di San Giovanni a Teduccio, la tecnica di trattamento impiegata e' stata quella di **SOIL WASHING**, operata mediante impianto mobile.

Tale scelta e' stata presa in relazione ai seguenti fattori:

- Elevato contenuto di sabbia (75-85%)
- Contaminazione prevalente nell'Hot Spot dovuta a Metalli pesanti
- Possibilita' concreta di riutilizzo in colmata della frazione lavata



RISULTATI DEL SOIL WASHING

Nel caso del cantiere di bonifica di San Giovanni a Teduccio, l'applicazione del trattamento di **SOIL WASHING** mediante l'impiego di un impianto mobile, e' risultata molto appropriata in quanto ha comportato una riduzione della quantita' di sedimento da conferire in discarica pari a circa l'85%.

Tutta la sabbia lavata e' stata interamente riutilizzata come materiale di riempimento della cassa di colmata.

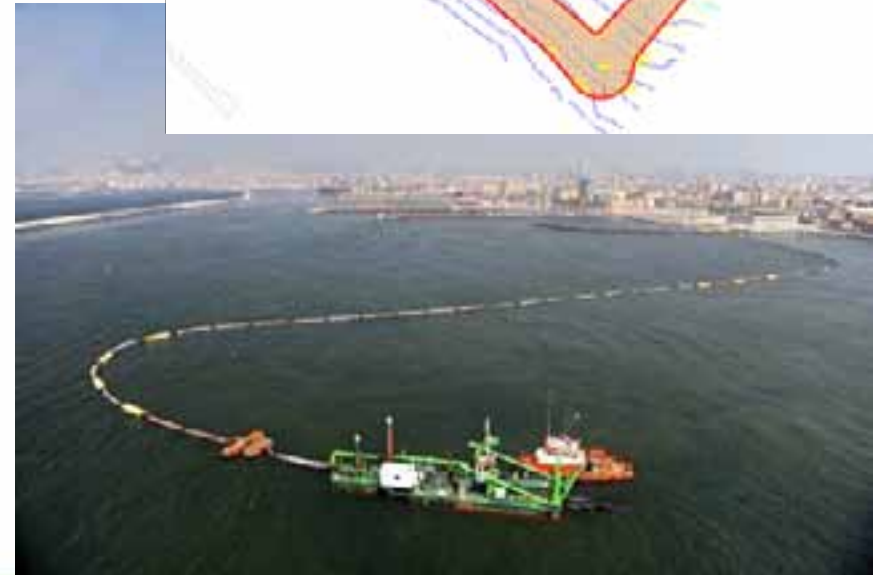


DRAGAGGIO AMBIENTALE IDRAULICO

Per quanto riguarda il **DRAGAGGIO** dei sedimenti ARANCIONI e GIALLI invece si e' propeso per uno di tipo **IDRAULICO AMBIENTALE** per i seguenti motivi:

- Volumetria Estesa (60.000 m³)
- Livello della contaminazione minore
- Possibilita' di refluire direttamente in colmata

Il **DRAGAGGIO** e' stato eseguito mediante draga idraulica ambientale aspirante refluyente "**VLAANDEREN XVI**".



DRAGAGGIO AMBIENTALE IDRAULICO

La “**VLAANDEREN XVI**”, di proprietà della SIDRA, è una draga idraulica stazionaria aspirante refluyente, sulla quale è stato montato per l'occasione un sistema “ambientale” di copertura mobile della testa dragante che consente:

- di ridurre la torbidità negli specchi acquei circostanti
- di ridurre la quantità d'acqua aggiunta



La tipologia di materiale (incoerente e sabbioso) ha permesso di ottenere produzioni medie elevate (per il tipo di mezzo) pari a circa **2.500 m³/giorno** (in situ) e di ultimare l'intervento in circa 25 giorni.

DRAGAGGIO AMBIENTALE IDRAULICO



REFLUIMENTO IN COLMATA



Il refluo della miscela dragata è stato effettuato direttamente all'interno della cassa di colmata impermeabilizzata, mantenendo la portata al di sotto di una certa soglia e mediante una tubazione posizionata in modo da incrementare il percorso della miscela e favorire la sedimentazione naturale delle particelle.

Inoltre, il setto di separazione tra i due comparti della vasca è stato utilizzato come stramazzo al fine di ottenere in uscita dalla vasca un'acqua completamente chiarificata, anche in relazione all'elevato contenuto di frazione sabbiosa intorno all'80-85%.

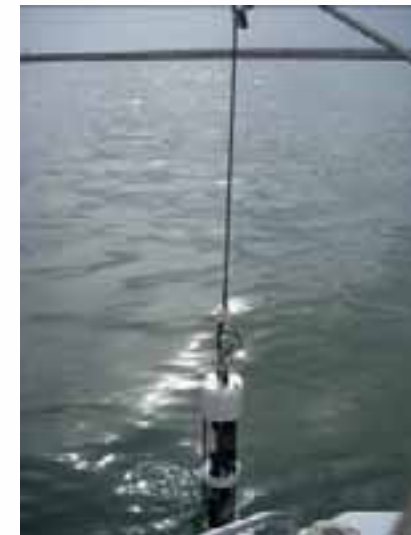
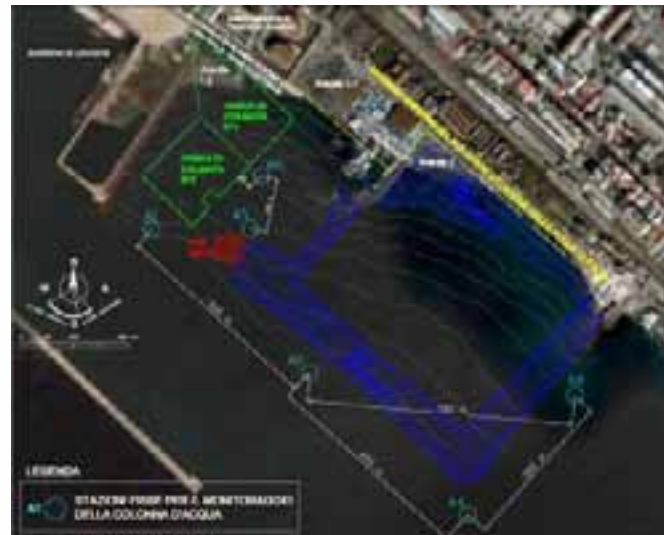


MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il monitoraggio delle operazioni di dragaggio e' stato effettuato mediante l'esecuzione di campagne *ante operam*, in corso d'opera e *post operam*, sia per quanto riguarda la fase di escavo meccanico che per quella di escavo idraulico.

Tali campagne hanno previsto la registrazione dei parametri di: **Torbidita'**, **Conducibilita'**, **Temperatura**, **Ossigeno Disciolto**, **pH**, **Redox**, e **Profondita' di Registrazione**.

Sono state impiegate n. **6 STAZIONI FISSE** e n. **1 STAZIONE MOBILE**, tutte dotate di **SONDE MULTIPARAMETRICHE**.



I **livelli di torbidita'** registrati sono risultati mediamente pari a circa **1/3** di quelli registrati *ante operam* in condizioni di mare **POCO MOSSO**.