

***Autorità Portuale di Venezia
Direzione Tecnica***



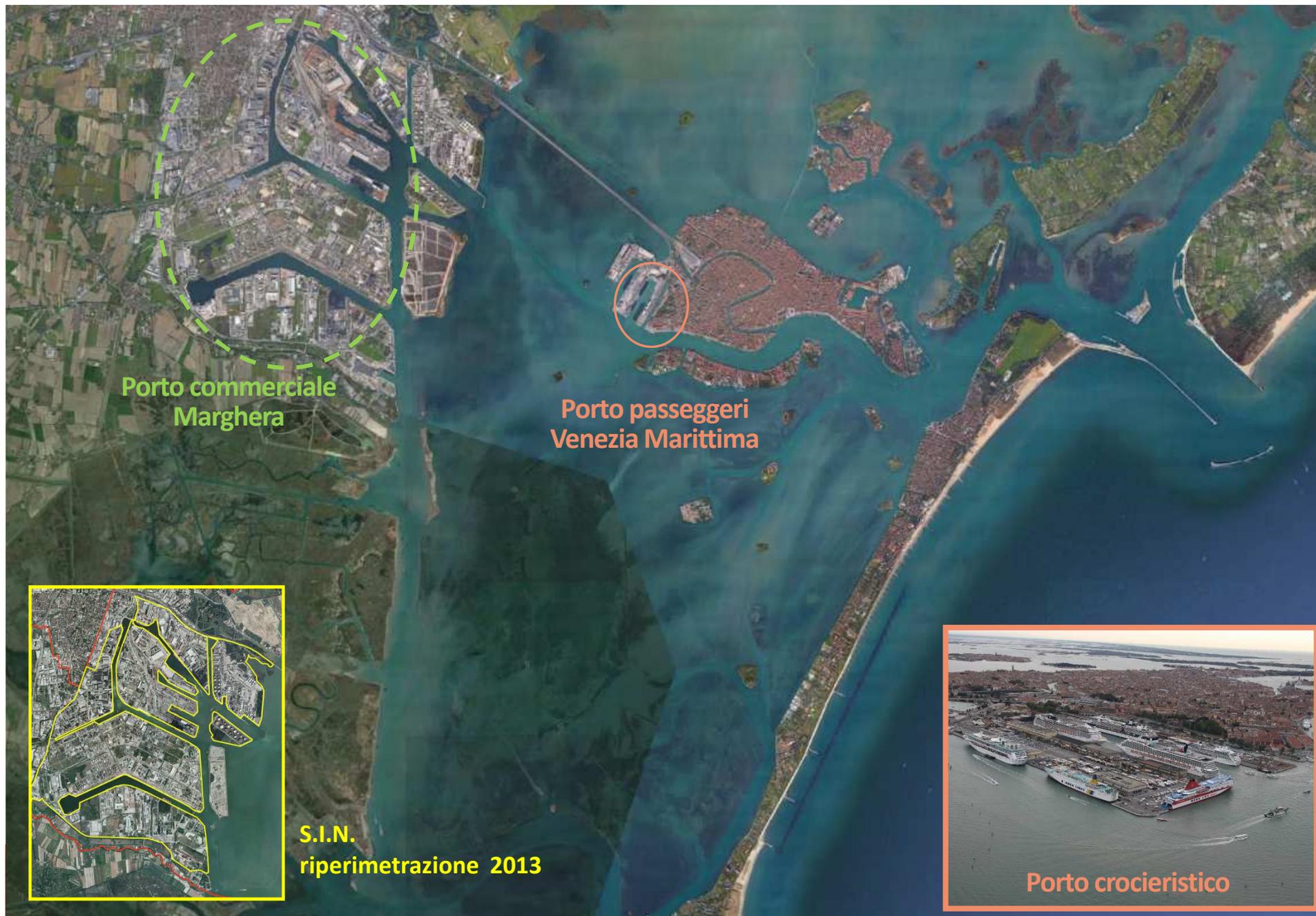
***Attività di monitoraggio e controllo
di dragaggi portuali a confronto***

Marina Minardi, Area Ambiente

Ferrara, 24 settembre 2015

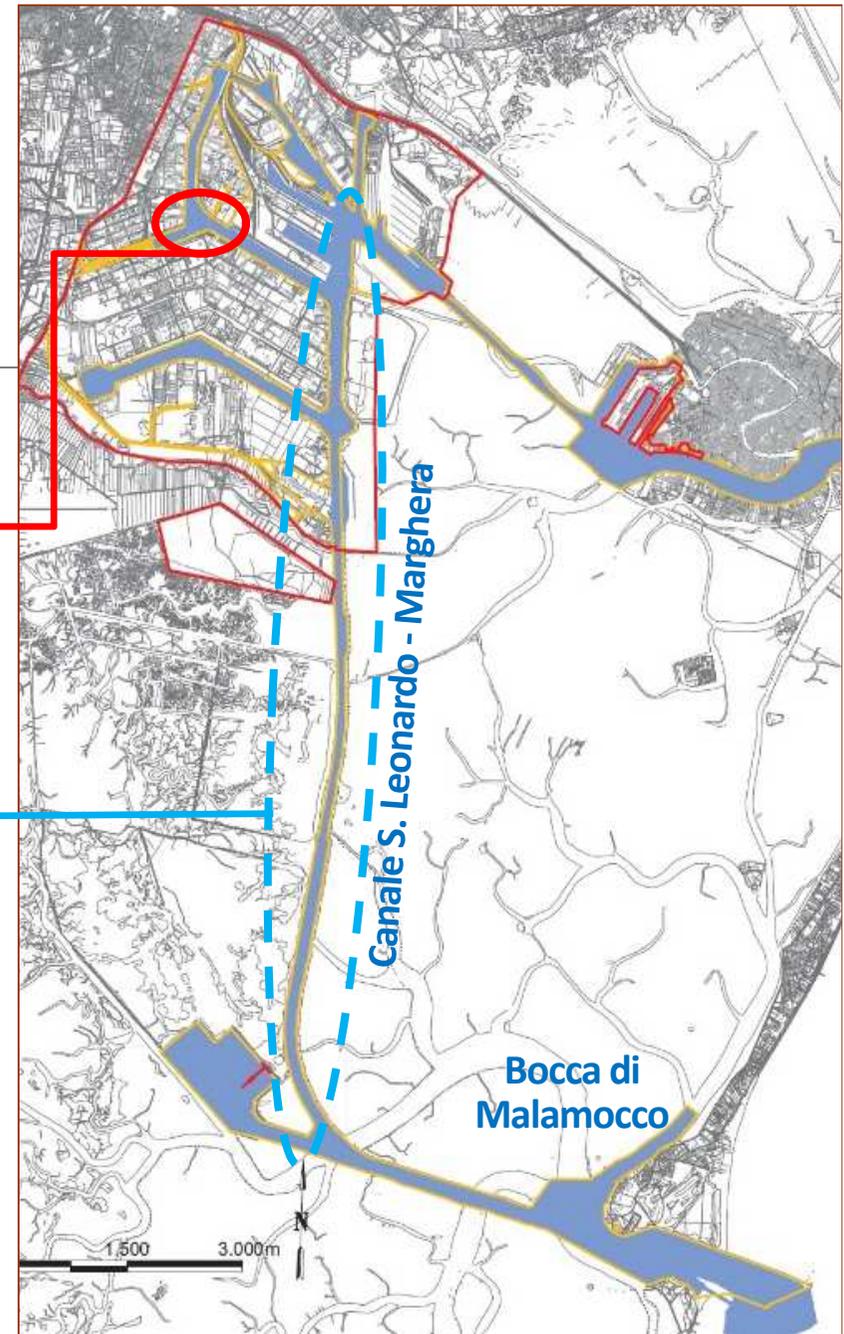


Inquadramento territoriale del Porto di Venezia



Monitoraggi di attività di escavo a confronto

- Adeguamento fondale Bacino di evoluzione Canale Industriale Ovest
- Completamento scavo dei canali portuali di grande navigazione fino a quota P.R.P.





Classificazione e conferimento sedimenti di dragaggio

- ❖ La gestione dei sedimenti avviene in funzione a loro caratteristiche qualitative
- ❖ Il trasporto ai siti definitivi di deposito, varia a seconda delle caratteristiche di contaminazione - Protocollo 7 aprile 1993

- Sedimenti **conformi a colonna C** –
ampliamento ed innalzamento di isole permanentemente emerse realizzate con un confinamento permanente
- Sedimenti **oltre C** al di fuori della conterminazione lagunare se pericolosi

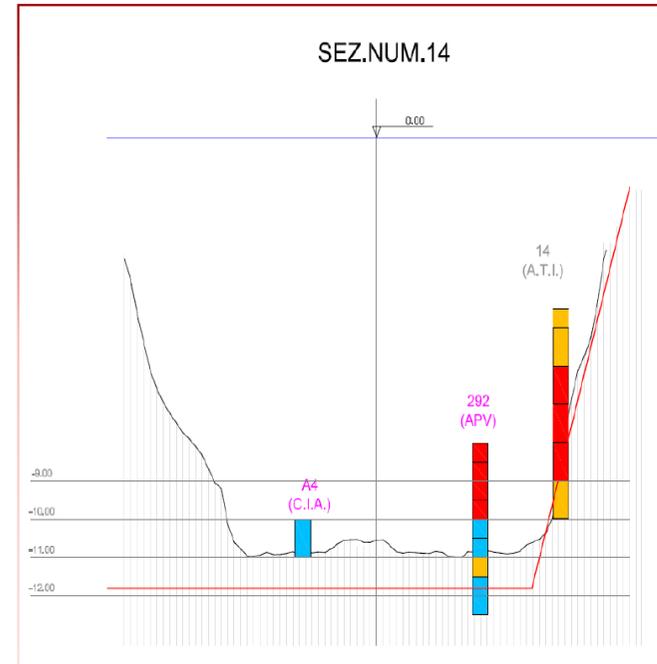
Analiti	Protocollo di Venezia			
	tab. 1 col. A	tab. 1 col. B	tab. 1 col. C	Oltre col. C
Arsenico	15	25	50	>50
Cadmio	1	5	20	>20
Cromo totale	20	100	500	>500
Mercurio	0,5	2	10	>10
Nichel	45	50	150	>150
Piombo	45	100	500	>500
Rame	40	50	400	>400
Zinco	200	400	3000	>3000
Sommatoria policiclici aromatici	1	10	20	>20
Pesticidi organoclorurati totali	0,001	0,02	0,5	>0,5
PCB	0,01	0,2	2	>2
Idrocarburi Totali	30	500	4000	>4000



Procedure di caratterizzazione e classificazione

Caratterizzazione sedimentologica (analisi granulometrica/chimica) in conformità a Protocollo 7 aprile 1993

- Esecuzione di carotaggi in continuo per tutto lo spessore del sedimento da dragare (es. -12,50 da l.m.m.)
- Prelievo campioni rappresentativi di ogni metro
- Georeferenziazione sondaggi - coordinate geografiche Gauss-Boaga
- Esecuzione di analisi chimiche (analiti da Protocollo 1993) e geotecniche tramite laboratorio accreditato
- Classificazione degli areali



CLASSIFICAZIONE AREALI

Inserimento dei punti di indagine a disposizione in un sistema GIS

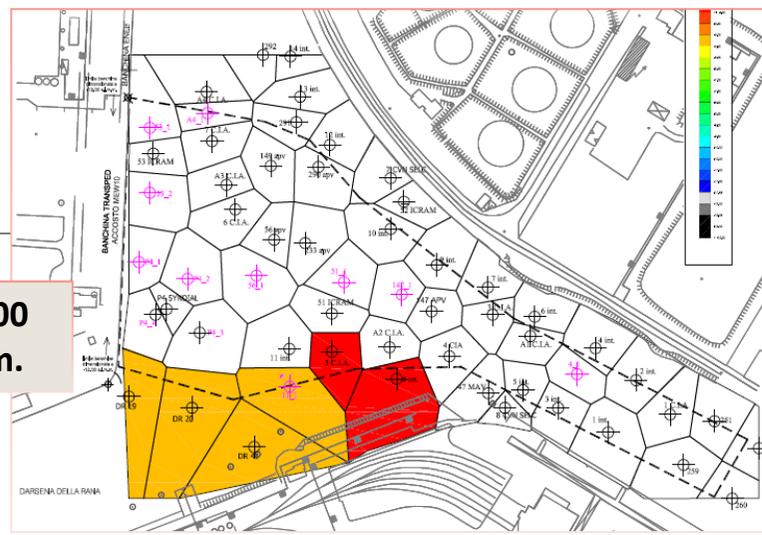
Attribuzione di un areale di pertinenza - poligono di Thiessen ad ogni punto



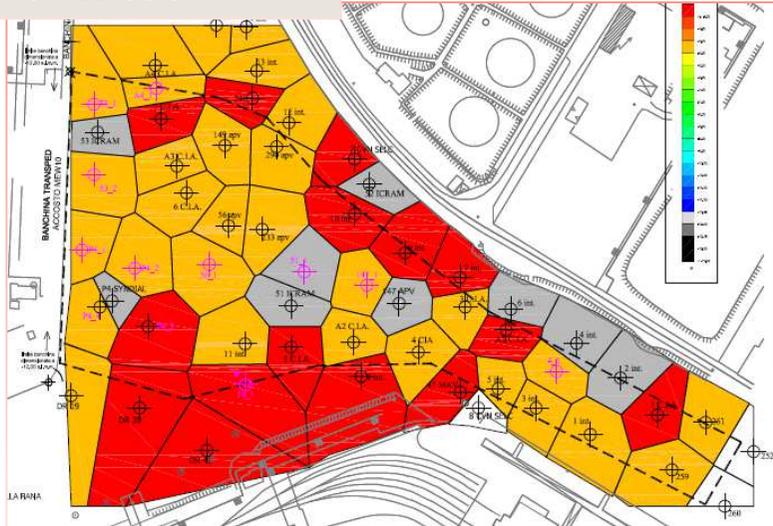
Classificazione degli areali

-  Areale entro C
-  Areale oltre C
-  Areale "dubbio"

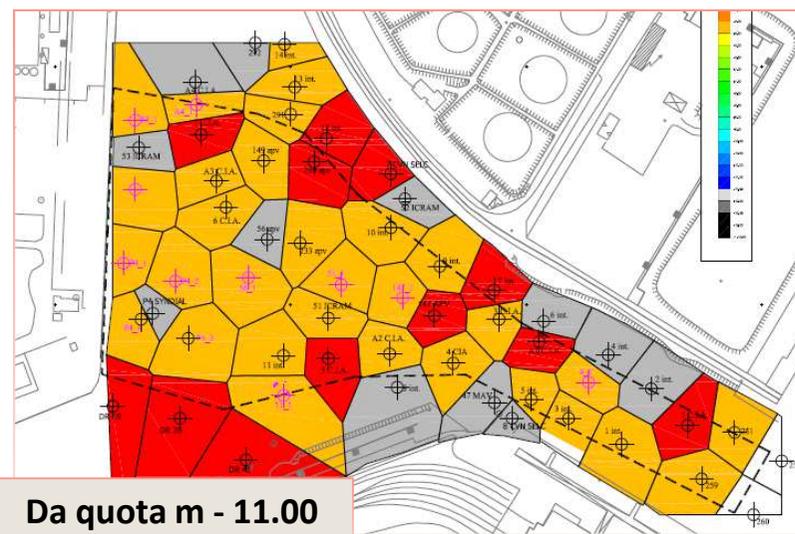
Da quota m - 9.00
a - 10.00 s.l.m.m.



Da quota m - 10.00
a - 11.00 s.l.m.m.



Da quota m - 11.00
a - 12.00 s.l.m.m.





Classificazione e calcolo dei volumi

Volumi escavo a quota m -11,80 s.l.m.m.

- Stima sulla base dei **rilievi batimetrici** e della **classificazione chimica** degli areali (desumibile da sezioni e carote)
- Il conteggio è condotto con il metodo **Digital Terrain Model** (software PDS2000): calcolo differenziale tridimensionale tra diversi piani quotati (stato di fatto e di progetto) e secondo i poligoni di Thiessen

QUOTA DI SCAVO	ENTRO C mc	OLTRE C mc	DUBBIO mc
DA m-9,00 A m-10,00 s.l.m.m.	1.107,42	1.060,05	0
DA m-10,00 A m-11,00 s.l.m.m.	19.141,31	14.197,95	3.089,98
DA m-11,00 A m-12,00 s.l.m.m.	46.014,60	12.411,79	7.543,75
TOTALE mc	66.263,33	27.669,79	10.633,73
VOLUME TOTALE mc	104.566.84		



Modalità di esecuzione dei lavori

Autorizzazione Provveditorato Interregionale Opere Pubbliche ex Magistrato alle Acque - esecuzione lavori e conferimento dei sedimenti ai sensi della legge n. 366/63

Esecuzione delle attività nel rispetto di quanto previsto dal Protocollo d'Intesa '93



Asportazione dei sedimenti secondo un *piano di dragaggio* elaborato nella progettazione esecutiva, che prevede:

- ❖ approfondimento scavo per “**lotti omogenei**”
- ❖ l’asportazione selettiva partendo dalla sommità, per strati, sino al raggiungimento della quota alla quale inizia uno strato qualitativamente diverso
- ❖ **priorità** all’asportazione selettiva dei **materiali oltre C**
- ❖ controllo degli **effetti ambientali** (aumento dei solidi sospesi)



Piano di monitoraggio

SCOPI:

- controllo effetti delle attività di dragaggio nei tratti di canale confinanti
 - valutazione risospensione dei sedimenti ed il relativo carico inquinante
-

FASI:

Fase 1 pre-intervento – *DEFINIZIONE BIANCO DI RIFERIMENTO*

Fase 2 corso d'opera – *DEFINIZIONE PARAMETRI IN TEMPO REALE*

Fase 3 post operam – *CONFRONTO CON RISULTATI PRE INTERVENTO*

Controllo del rispetto di un **VALORE SOGLIA DI CONCENTRAZIONE DI SOLIDI SOSPESI** (analogia con altri monitoraggi in corso nella laguna di Venezia) oltre il quale attivare misure di mitigazione delle attività di dragaggio:

40 mg/l con persistenza di circa 6 ore

Stima indiretta del contenuto di solidi sospesi

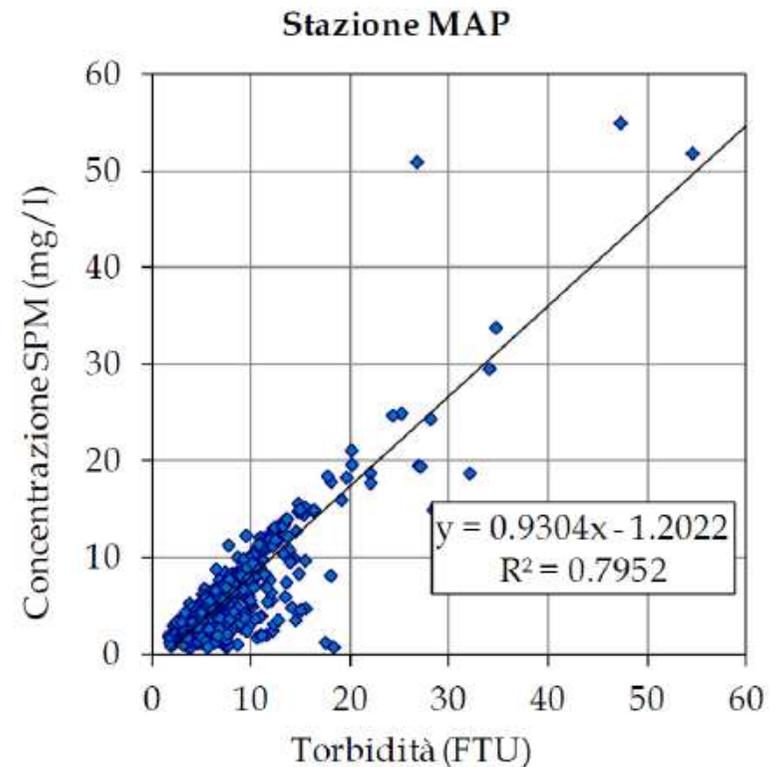
Stima della concentrazione di solidi sospesi per via indiretta a partire dalle misure torbidimetriche



La quantità di materiale in sospensione in ogni punto è calcolata dal valore medio della torbidità lungo la colonna d'acqua con correlazione NTU-mg/l definita da CORILA nell'ambito di alcuni studi condotti in aree prossime ai cantieri dei lavori per la costruzione delle opere alle bocche lagunari

Contemporaneamente

registrazione eventi estranei al cantiere tali da generare alterazioni significative della torbidità, quali transito di navi, marea, vento, ecc.



Campionamento e analisi chimica delle acque

Verifica presenza di **contaminazione** associata alla risospensione dei sedimenti scavati in particolare durante la **movimentazione dei materiali “oltre C”**

- Confronto con i limiti allo scarico nella Laguna di Venezia e nei corpi idrici del suo bacino scolante
- D.M. 30/07/99 –
- Per gli I.P.A. sommatoria si fa riferimento agli analiti previsti dalla Tab. 2, All. 5, Parte IV del D. Lgs. 152/06

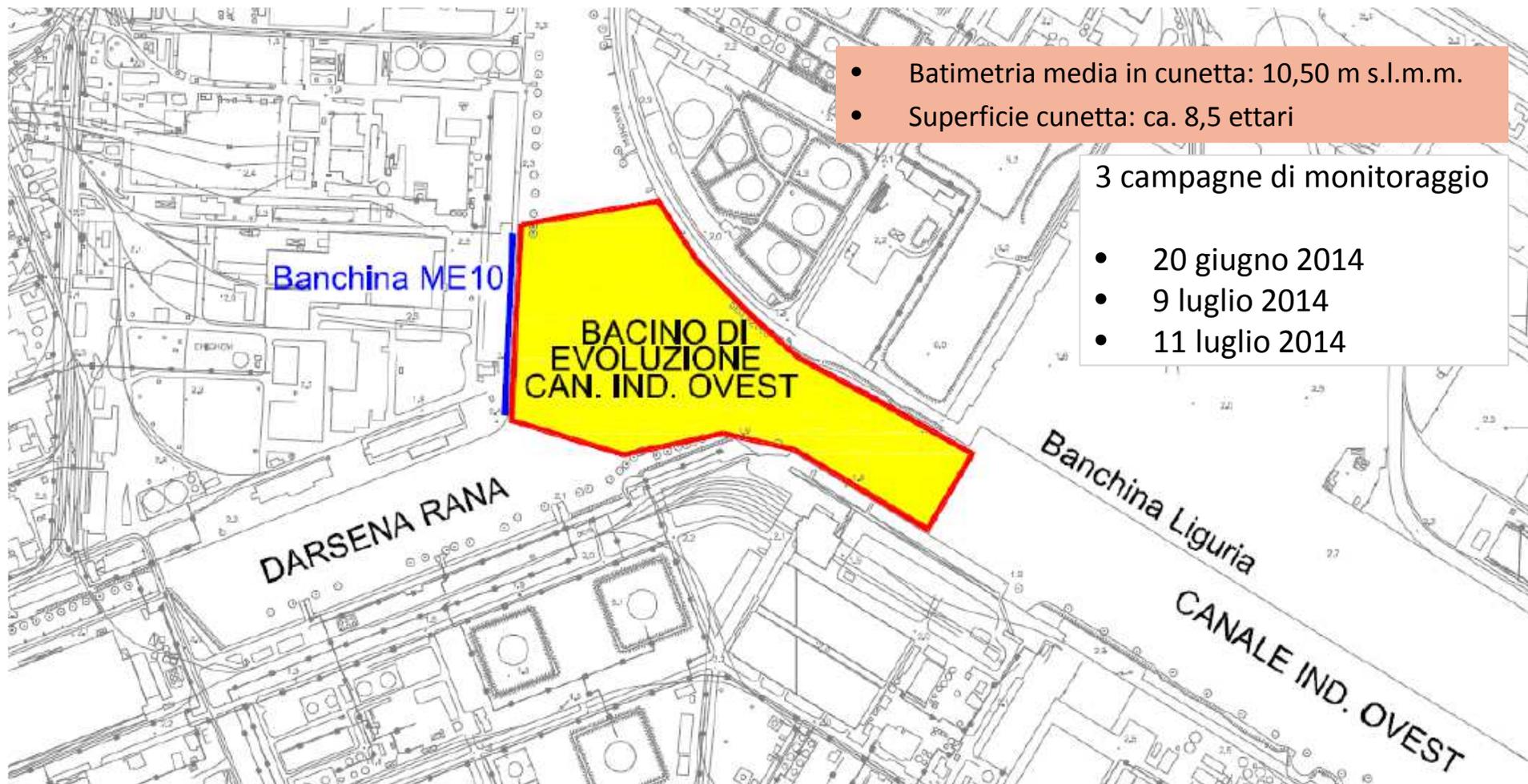
Parametro ricercato	D.M. 30/07/1999 Limiti allo scarico nella Laguna di Venezia e nei corpi idrici del suo bacino scolante		
	Sezione 1 (µg/l)	Sezione 2 (mg/l)	Sezione 3 (µg/l)
Solidi sospesi totali	-	35	-
Arsenico	-	-	10
Cadmio	-	-	5
Cromo totale	100	-	-
Mercurio	-	-	3
Nichel	100	-	-
Piombo	-	-	50
Rame	50	-	-
Zinco	250	-	-
I.P.A. Sommatoria	-	-	10
Idrocarburi totali	-	2	-

- **Controllo stato chimico iniziale dell'acqua:** assenza di scavo, punti sufficientemente lontani a monte/valle dragaggio
- **Verifica migrazione verso laguna dei contaminanti:** prelievi all'imboccatura del canale industriale in assenza di scavi al mattino e alla sera



Adeguamento fondale a quota -11,80 m s.l.m.m. del C. I. Ovest, dalla banchina Liguria alla Banchina ME10 I stralcio

PIANO DI MONITORAGGIO



Attività previste dal piano di monitoraggio

1. Esecuzione di profili verticali di torbidità a monte e a valle rispetto alla direzione di flusso della corrente di marea - **verifica del bianco**

2. Esecuzione di una **serie di profili verticali** della torbidità distribuiti lungo il canale con una equidistanza di circa 120 m a vari intervalli temporali:

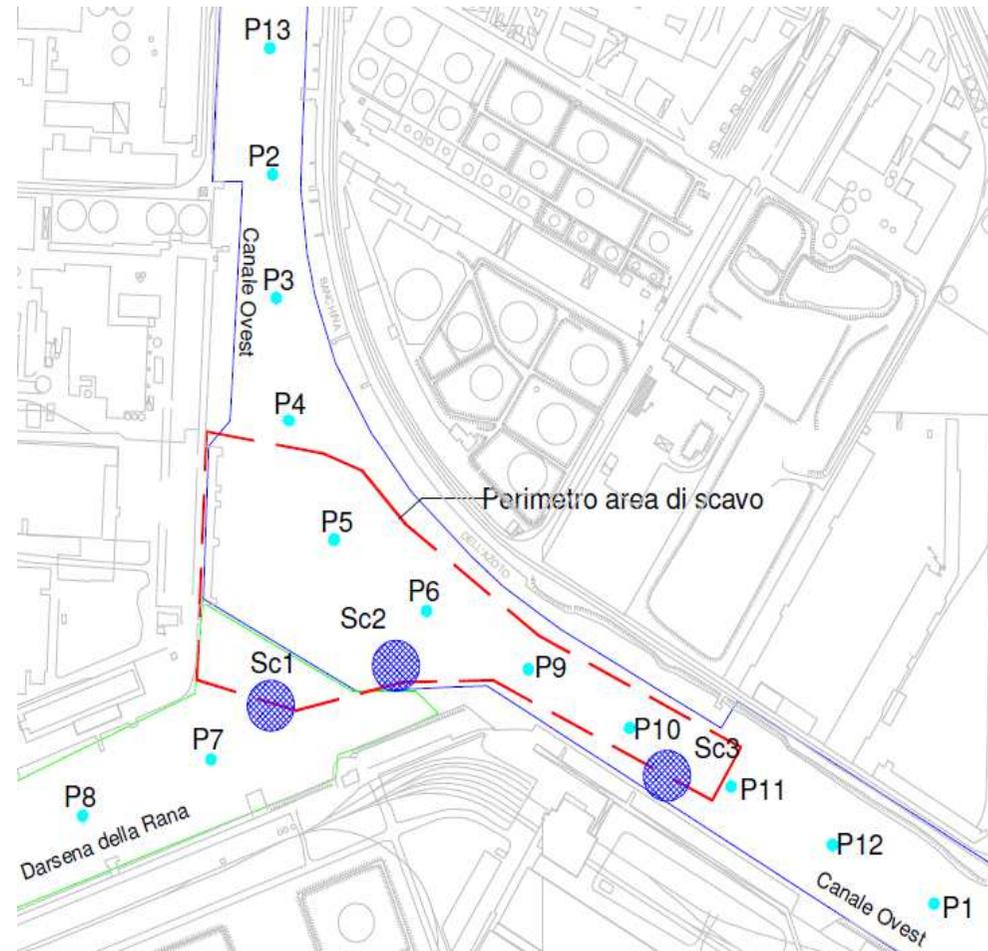
- assenza scavo al mattino,
- a circa 4 ore dall'inizio scavo,
- termine giornata di lavoro

3. **Misura in continuo** della torbidità durante il caricamento delle draghe in prossimità della zona di lavoro

4. Prelievo di 2 campioni d'acqua per **analisi chimiche** in assenza scavo (P1-P2) e di 3 campioni d'acqua ad 80 – 100 m da scavo durante riempimento draga a profondità ritenute significative sulla base del rilievo del torbidimetro

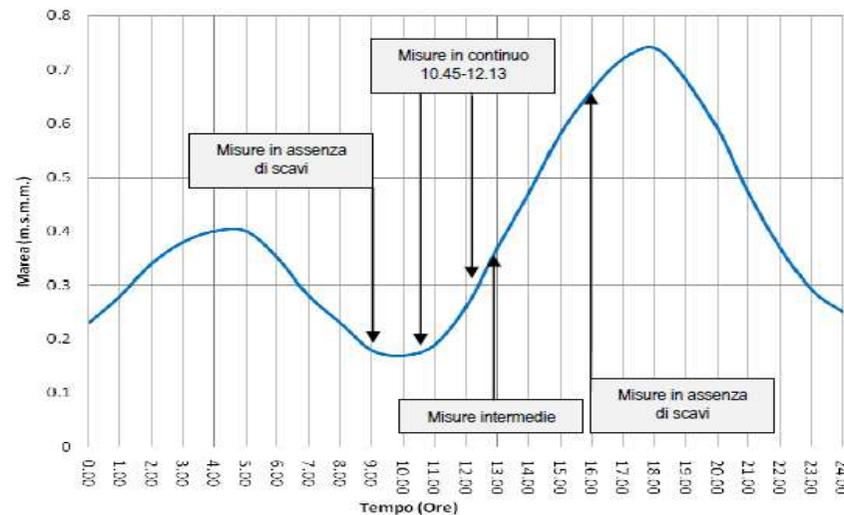
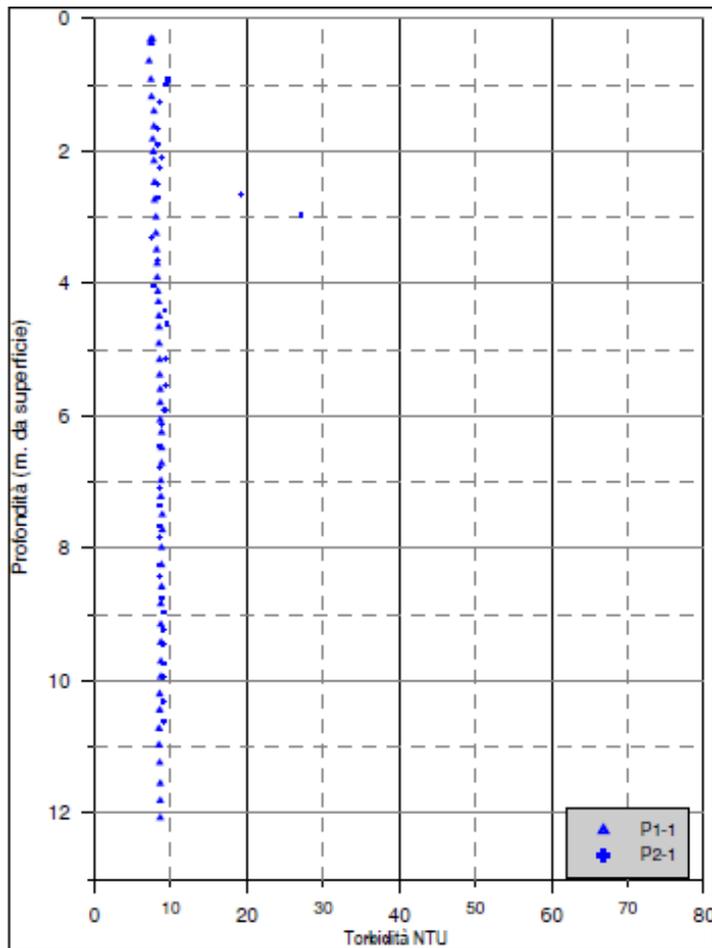
Campagna 20/06/2014

Dislocazione dei punti di misura e delle aree di scavo



Rilievo torbidità per definizione bianco locale

Profili verticali a monte e a valle rispetto alla direzione di flusso della corrente di marea, a sufficiente distanza dagli scavi



Campagna 20/06/2014

A distanza di circa 500 m dalla zona di scavo la torbidità registrata al mattino prima dell'inizio dei lavori è risultata costante pari a circa **9 NTU**

Serie profili verticali di torbidità

Campagna 20/06/2014

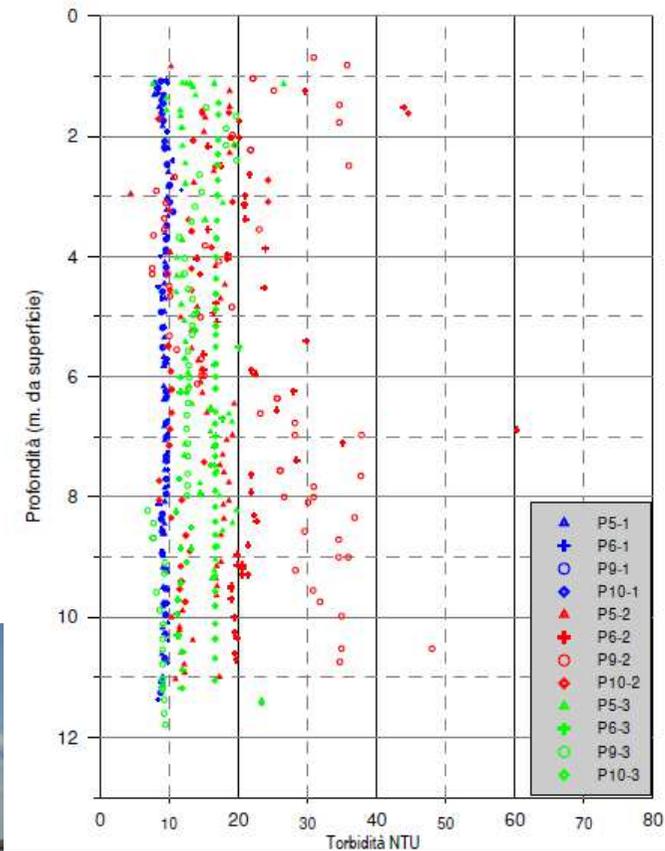
In corrispondenza dell'area
oggetto di intervento di escavo

I punti di misura sono raggruppati in 4 settori:

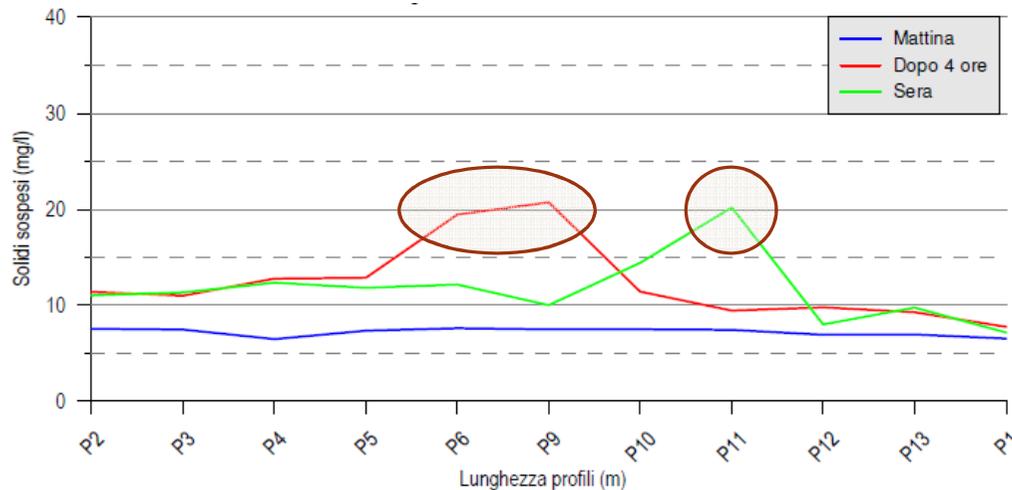
- in corrispondenza escavo
- a Nord della zona di intervento
- a Sud della zona di intervento
- in darsena della Rana

In generale:

- **prima dell'inizio dei lavori** torbidità sempre costante ca **9-10 NTU** in tutti i punti di misura
- dopo circa 4 ore **durante le operazioni di caricamento delle draghe**, torbidità molto variabile lungo la verticale e nei vari punti tra **10 e 40 NTU**
- **al termine degli scavi** diminuzione torbidità a valori tra **5 e 15 NTU**

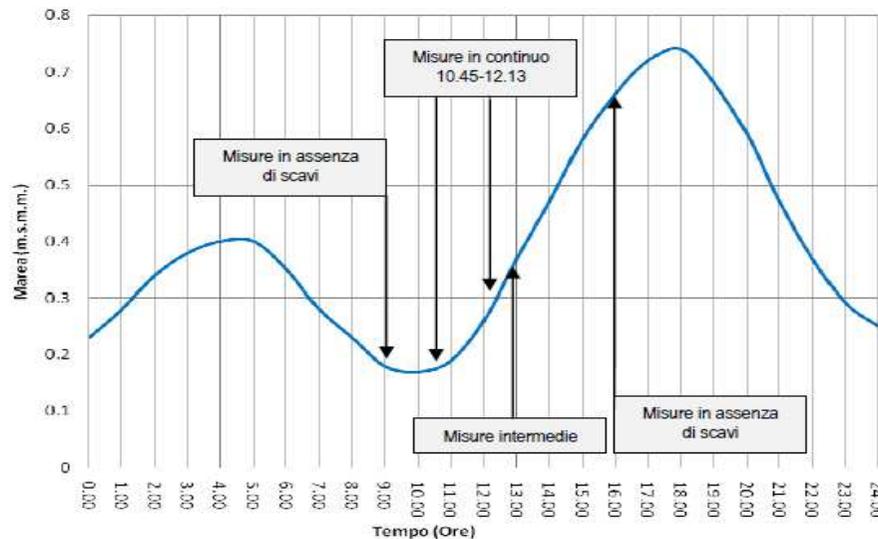


Profili longitudinali solidi sospesi



Campagna 20/06/14
Profilo longitudinale solidi sospesi
lungo il canale Industriale Ovest

- nella giornata solidi sospesi compresi tra 10 e 15 mg/l
- lievi incrementi nelle aree immediatamente prospicienti alla zona di escavo
- concentrazione solidi sospesi a valle delle aree di scavo, simile a fine giornata ed al mattino

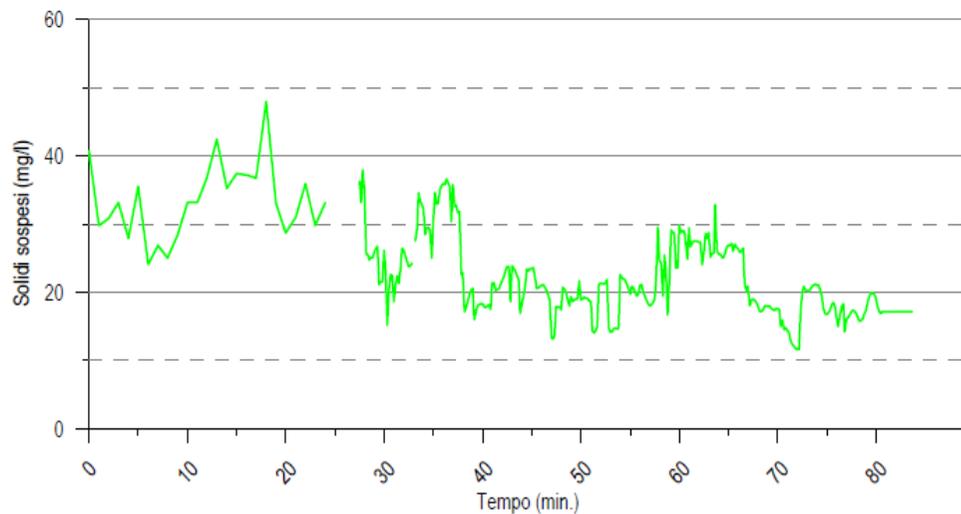


Si può pertanto ritenere che la migrazione dei sedimenti per effetto della corrente di marea sia limitata all'intorno dell'area di scavo

Misura in continuo in prossimità scavo

Campagna 20/06/14

Monitoraggio in continuo a 100 m dalla zona di scavo a valle rispetto al flusso di marea



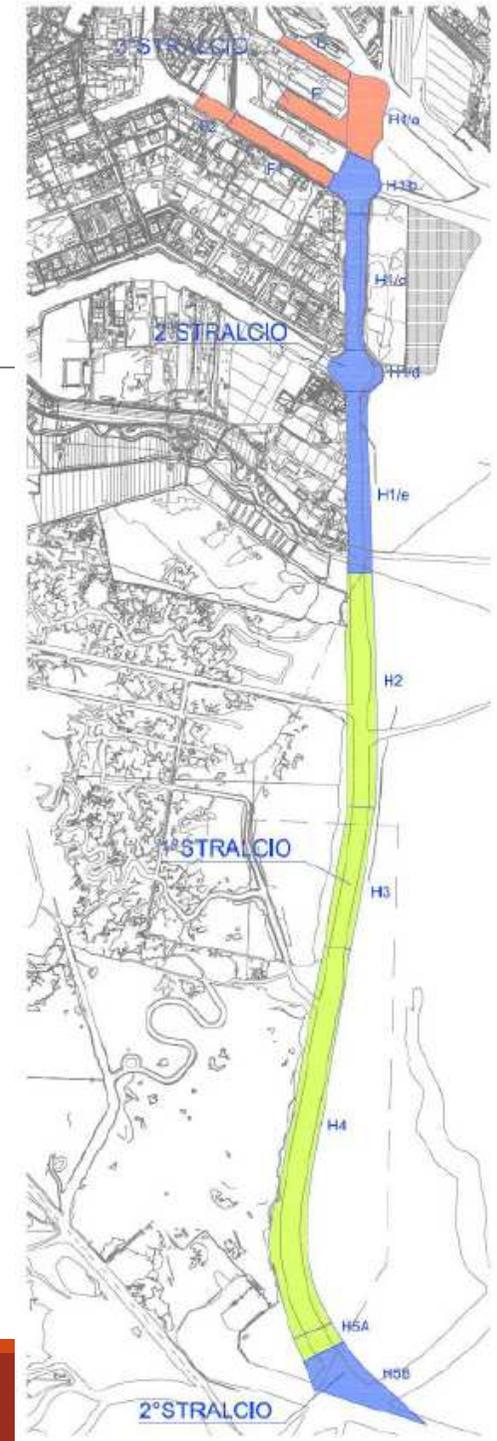
- Torbidità compresa tra 30 e 50 NTU nei primi 40 min
- **Incrementi non costanti** della concentrazione di solidi sospesi
- Superamento della soglia dei 40 mg/l riscontrato solo per un **breve periodo**

- ❖ **Incremento limitato alla zona di lavoro**
- ❖ **Prsistenza limitata al periodo di riempimento delle draghe**

PIANO DI MONITORAGGIO

OPERAZIONI DI COMPLETAMENTO SCAVO DEI CANALI PORTUALI DI GRANDE NAVIGAZIONE SINO ALLA QUOTA PREVISTA DA P.R.P.

10 campagne della durata di 8 ore
Marzo – Ottobre 2012



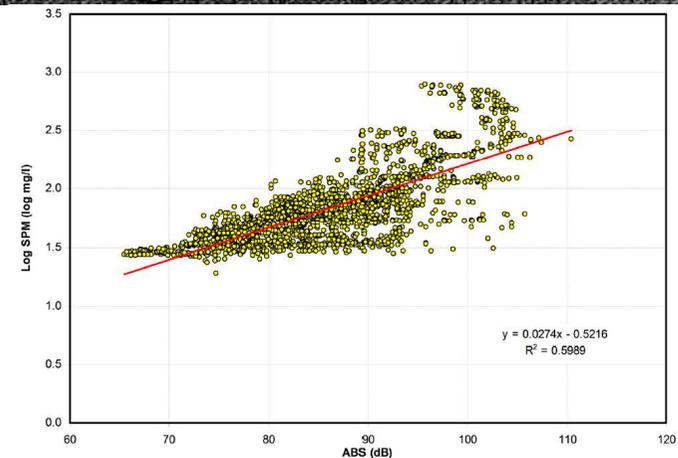
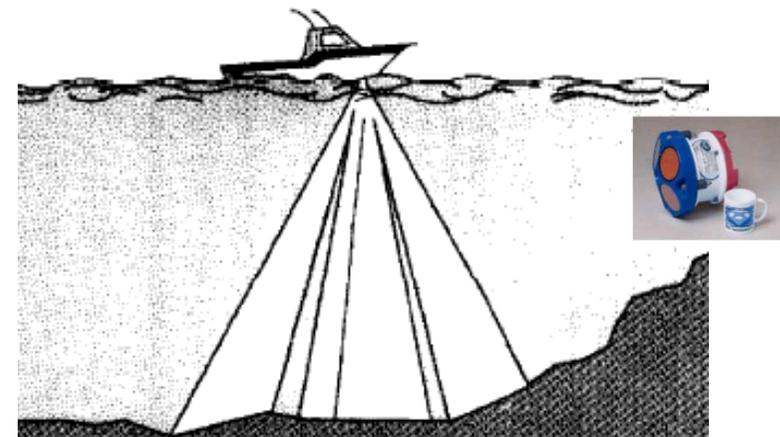
Misure indirette del contenuto di solidi sospesi

Monitoraggio di torbidità sonda turbidimetrica e di intensità/direzione della corrente con **correntometro acustico**

- Determinazione dell'**estensione del plume** di torbidità generato dai dragaggi
- Determinazione della **concentrazione di sedimenti** all'interno del plume stesso

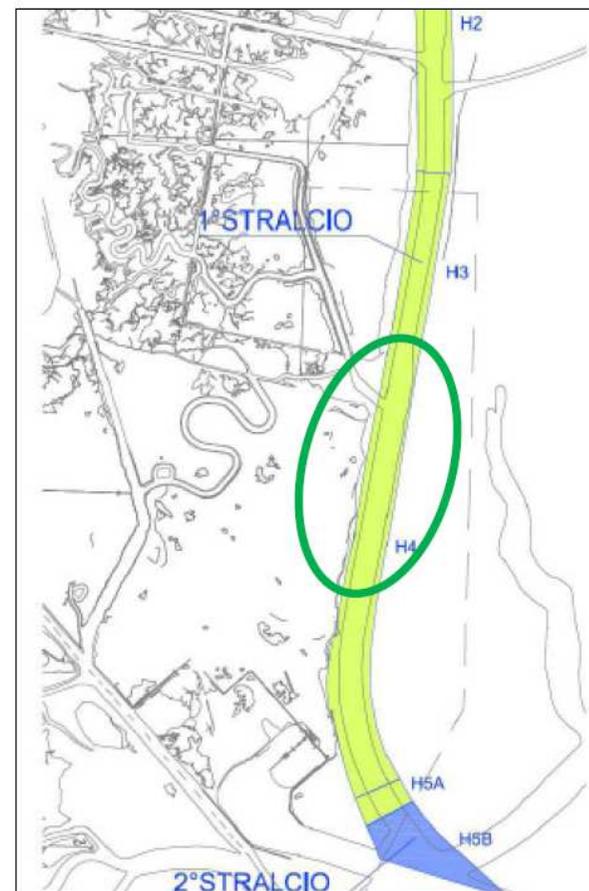
- Esecuzione di **trasetti continui**
- Rilevazione intensità dell'eco (EI) di ritorno emesso dalle particelle in sospensione - **stima solidi sospesi**
- Superiore **definizione del plume** mediante il segnale di back-scatter del correntometro acustico
- **Campagne di taratura** per correlazione tra misure dirette ed indirette di solidi sospesi effettuate con sistema doppler, turbidimetro e analisi di laboratorio (in tutte le condizioni 100 campioni).

Relazione tra valori logaritmici di solidi sospesi totali (da turbidimetro) e valori di backscatter acustico



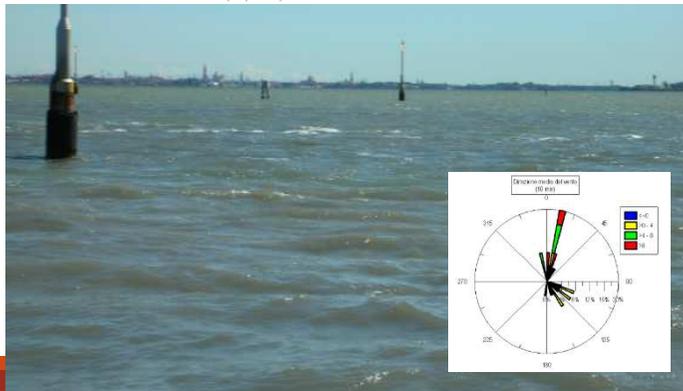
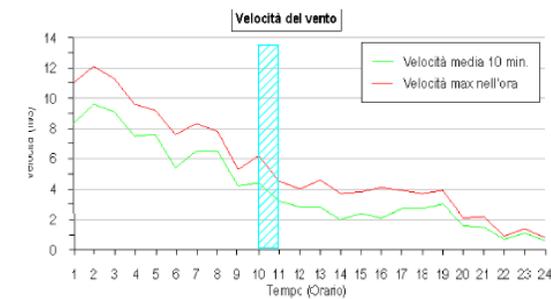
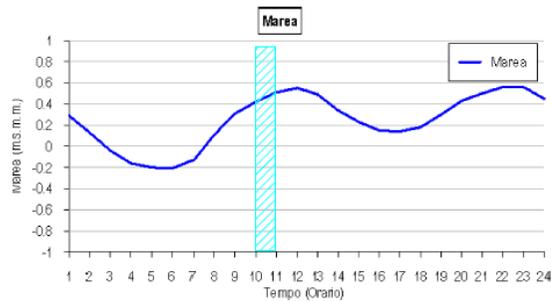
Attività previste nelle campagne di monitoraggio

- Definizione **bianco locale** – mediante rilevazioni in punti non influenzati da scavi in canale e/o basso fondale
- Misure di **torbidità** lungo **profili verticali**
- **Misure con ADCP su percorsi** lungo il tratto di canale interessato
- Prelievo di campioni d'acqua per la taratura della sonda di torbidità
- **Redazione di mappe di contenuto solidi sospesi**
- **Controllo dei fattori ambientali in grado di mascherare la torbidità generata con il dragaggio quali:**
 1. transito navi mercantili
 2. correnti di marea
 3. vento forte



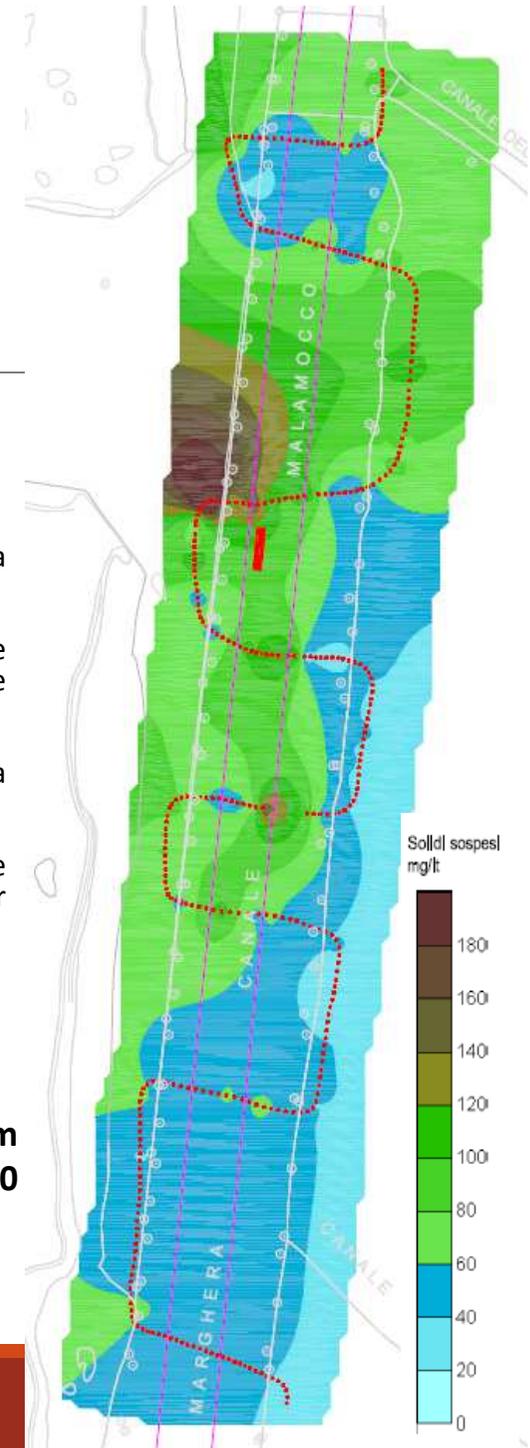
Campagna di monitoraggio 16 luglio 2012

Settore H4 10.00 – 11.00



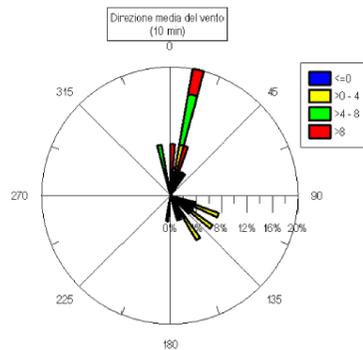
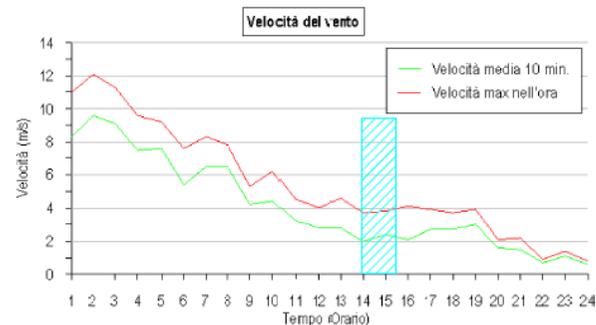
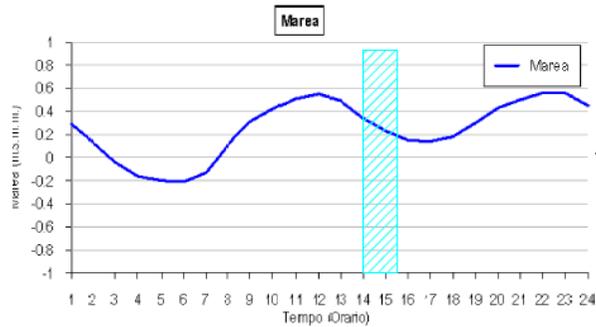
- Misure con **marea crescente** presso una zona di scavo
- 1 nave in partenza/4 navi in arrivo
- Campo della velocità è generalmente diretto da sud a nord
- Valori di fondo di solidi sospesi nella parte meridionale del settore controllato tra **40 - 60 mg/l** in superficie e **60 - 120 mg/l** nei livelli intermedi e profondità
- In prossimità scavo incremento concentrazione fino a **180 mg/l**
- Impossibile definire l'estensione del plume di torbida e l'eventuale dispersione sedimenti in bassi fondali per **elevata torbidità di fondo**

Distribuzione solidi sospesi a quota – 2 m
Monitoraggio 10.00 – 11.00



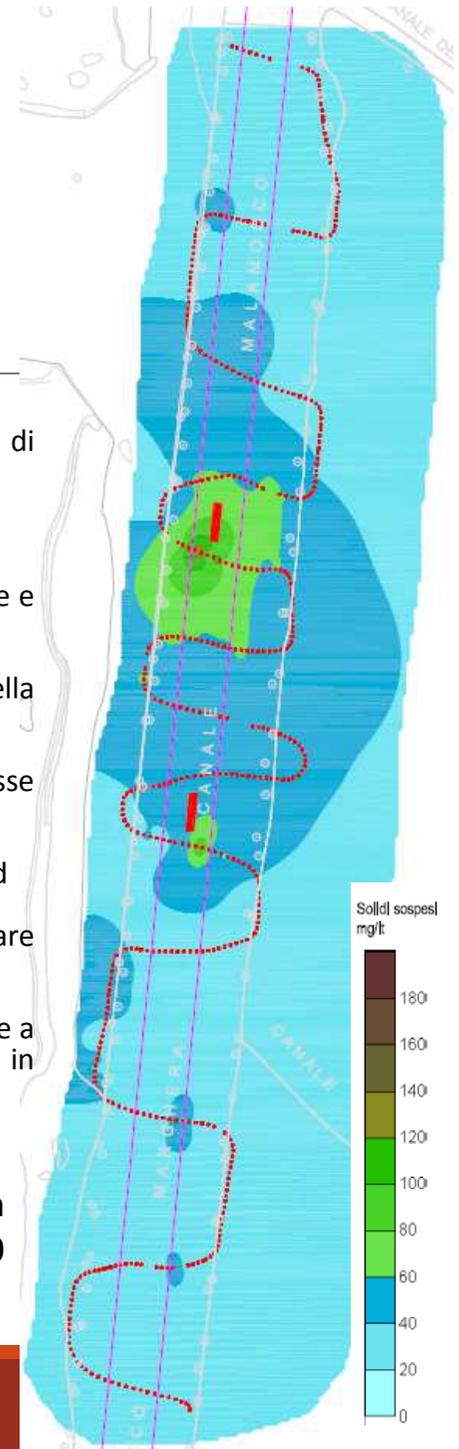
Campagna di monitoraggio 16 luglio 2012

Settore H4 14.00 – 15.30



- Misure in fase di **marea decrescente** presso due zone di scavo
- 3 navi in arrivo
- Valori di fondo solidi sospesi tra **20-40 mg/l** in superficie e **40-60 mg/l** in profondità
- In prossimità aree di scavo incremento della concentrazione a **140 mg/l**
- Estensione plume di torbida fino a circa 160 m lungo asse canale in superficie ed a circa 200 m in profondità
- Campo della velocità generalmente diretto da nord a sud
- La migrazione dei solidi sospesi non sembra interessare zone a basso fondale
- Minor contenuto in solidi rispetto al mattino imputabile a **vento intenso** e prolungato da N/E e al **traffico navale** in ingresso.

**Distribuzione solidi sospesi a quota – 2 m
Monitoraggio 14.00 – 15.30**

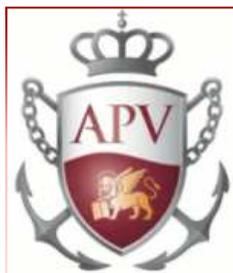




Conclusioni

- ❖ Apprezzabile **aumento della concentrazione** dei solidi sospesi durante i monitoraggi presso aree di scavo
- ❖ **Rapida riduzione** entro una distanza di 100 e 200 m
- ❖ **Incrementi non costanti** del materiale in sospensione visibili dai monitoraggi in continuo
- ❖ Rapida riduzione al termine delle operazioni di scavo
- ❖ **Superamento occasionale** e per tempi ridotti della soglia dei **40 mg/l**
- ❖ I risultati delle analisi su campioni d'acqua non hanno evidenziato valori anomali
- ❖ La diffusione della torbidità non va ad interessare le zone a basso fondale poste in adiacenza all'area di scavo
- ❖ Nel secondo monitoraggio rappresentato **diffuso incremento** di solidi sospesi in zone non interessate dagli scavi in occasione di **forti e persistenti venti** provenienti dai quadranti nord-orientali
- ❖ Valori di fondo e concentrazioni di solidi sospesi durante gli scavi molto differenti nei due casi, ad indicare una **differente incidenza dei fattori ambientali** (marea, vento e transiti navi) in grado di determinare variazioni di torbidità tali da influire sui monitoraggi

Non sono stati evidenziati incrementi della concentrazione dei solidi sospesi legati alle attività di scavo, tali da richiedere l'adozione di misure di mitigazione durante l'esecuzione dei lavori



***Autorità Portuale di Venezia
Direzione Tecnica***

Grazie per l'attenzione

Area Ambiente

dr.ssa Marina Minardi – marina.minardi@port.venice.it

dr.ssa Marta Citron – marta.citron@port.venice.it

Si ringrazia Hidrosoil s.r.l. per la gentile collaborazione

