



Regione PUGLIA



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



Autorità Portuale di Taranto



Convenzione Sogesid S.p.A. - Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare
Regione Puglia - Autorità Portuale di Taranto del 19 Luglio 2011

INTERVENTI PER IL DRAGAGGIO DI 2,3 Mm³ DI SEDIMENTI IN AREA MOLO POLISETTORIALE E PER LA REALIZZAZIONE DI UN PRIMO LOTTO DELLA CASSA DI COLMATA FUNZIONALE ALL'AMPLIAMENTO DEL V SPORGENTE DEL PORTO DI TARANTO PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato

**RELAZIONE SULLO STATO DELLA
CONTAMINAZIONE DEI SEDIMENTI**

Elaborato

ED 004

Redatto da



IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Carlo MESSINA

GRUPPO DI LAVORO

Ing. G. ALFANO - Ing. R. GRADO
(Opere Civili, Idraulica e Impiantistica)
Geol. P. MARTINES - Geol. V. SPECCHIO
(Geologia)
Ing. F. LEO (Geotecnica, Sismica e Strutture)
Ing. A. LUCIANO (Impianti Trattamento)
Ing. M. TARTAGLINI (Opere Marittime)
Ing. B. FERRARO (Computi metrici)
Dott. C. CORSI - Biol. S. RANIA
(Caratterizzazione Ambientale dei Sedimenti)
**Arch. K. ELIA - Arch. E. CONFORTI -
Dott.ssa F. MONCADA - Geom. M. TEMPESTA**
(Elaborazioni grafiche)

**Responsabile Servizio Operativo
Bonifiche e Rifiuti :**

Ing. Enrico BRUGIOTTI

Il Responsabile del Procedimento

Project Manager :

Ing. Giuseppe ALFANO

Cod. Commessa

Codice

Nome file

PUG102

PD

ED

0

0

4

0^{rev.}

PUG102PDED004_0

Data : **Ottobre 2012**

Rev.	Data	Descrizione modifica	verificato	approvato
0	ott/2012	1 ^a Emissione		

INDICE

1. CAMPAGNE DI INDAGINE REALIZZATE NELLE AREE DI INTERESSE	2
2. CRITERI DI VALUTAZIONE DEI RISULTATI.....	6
3. CARATTERIZZAZIONE AREA A OVEST DI PUNTA RONDINELLA ANNO 2008.....	10
3.1 Risultati delle indagini granulometriche effettuate sui sedimenti	10
3.2 Risultati delle indagini chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche effettuate sui sedimenti	17
4. CARATTERIZZAZIONE DARSENA POLISETTORIALE ANNO 2008.....	26
5. CARATTERIZZAZIONE AREE CON SEDIMENTI “PERICOLOSI” ANNO 2011	34
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	44

1. CAMPAGNE DI INDAGINE REALIZZATE NELLE AREE DI INTERESSE

Nelle aree marino costiere incluse nella perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale di Taranto oggetto del presente progetto di dragaggio e realizzazione della vasca di colmata – darsena Polisettoriale e area di ampliamento del V sporgente - sono state realizzate tre campagne di caratterizzazione dei sedimenti:

- nel 2008 il Commissario delegato per l'emergenza ambientale nella Regione Puglia ha realizzato, tramite Sviluppo Italia Aree Produttive S.p.a., la caratterizzazione dell'area ad ovest di Punta Rondinella, che include le aree oggetto della presente progettazione;
- nel 2008 l'Autorità Portuale di Taranto ha realizzato la caratterizzazione di dettaglio delle aree oggetto di interventi infrastrutturali e di dragaggio, tra le quali la Darsena Polisettoriale;
- nel 2011 la Sogesid ha realizzato una serie di sondaggi puntuali, in corrispondenza di zone i cui sedimenti erano stati classificati da ISPRA come pericolosi, sulla base delle risultanze analitiche derivanti dalle precedenti campagne di indagine.

Nelle successive figure 1, 2 e 3 sono indicate le aree oggetto di indagine in occasione delle tre campagne di caratterizzazione sopra elencate.

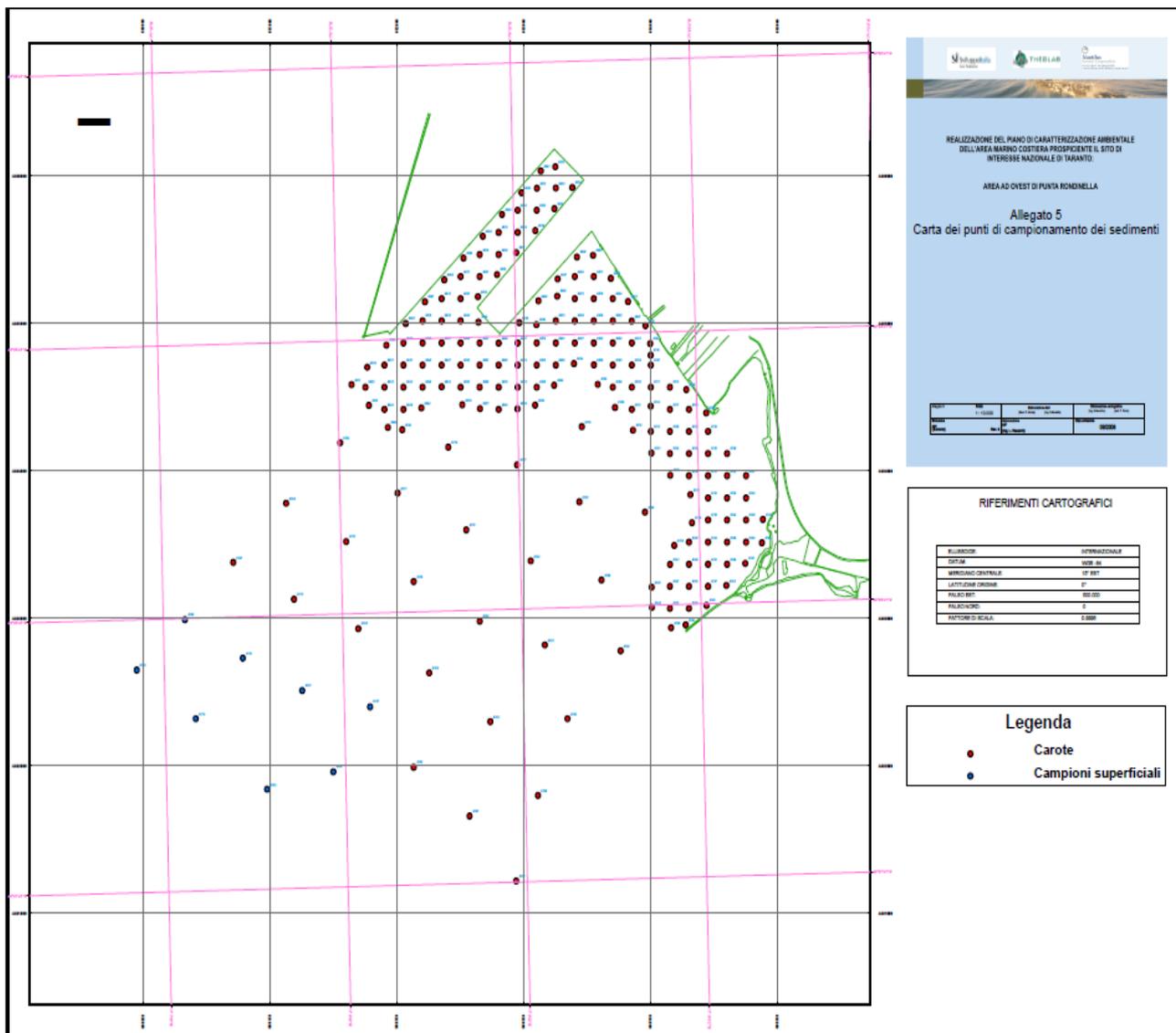


Figura 1 – Sondaggi realizzati nella prima campagna di caratterizzazione (fonte Nautilus – THEOLAB)

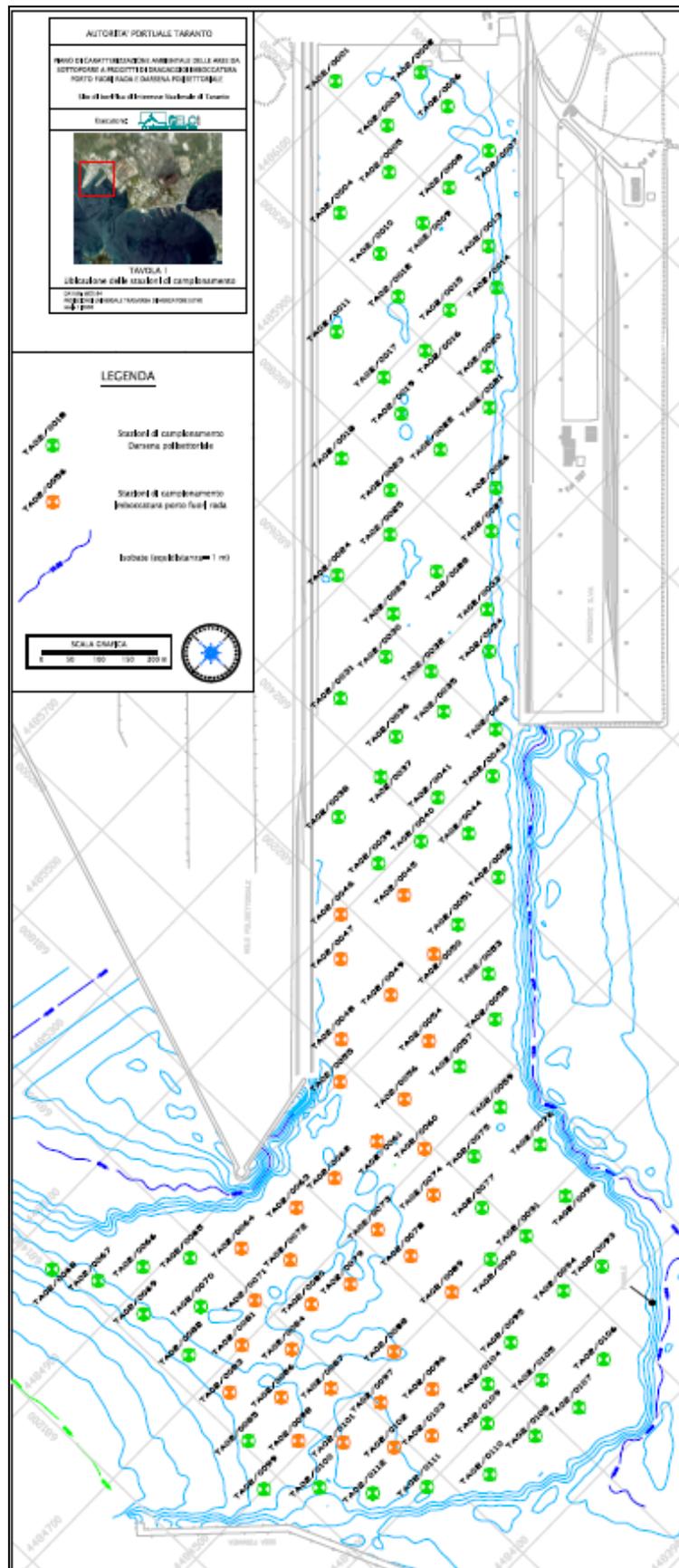


Figura 2 – Sondaggi realizzati nella seconda campagna di caratterizzazione (fonte SELC - SGS)

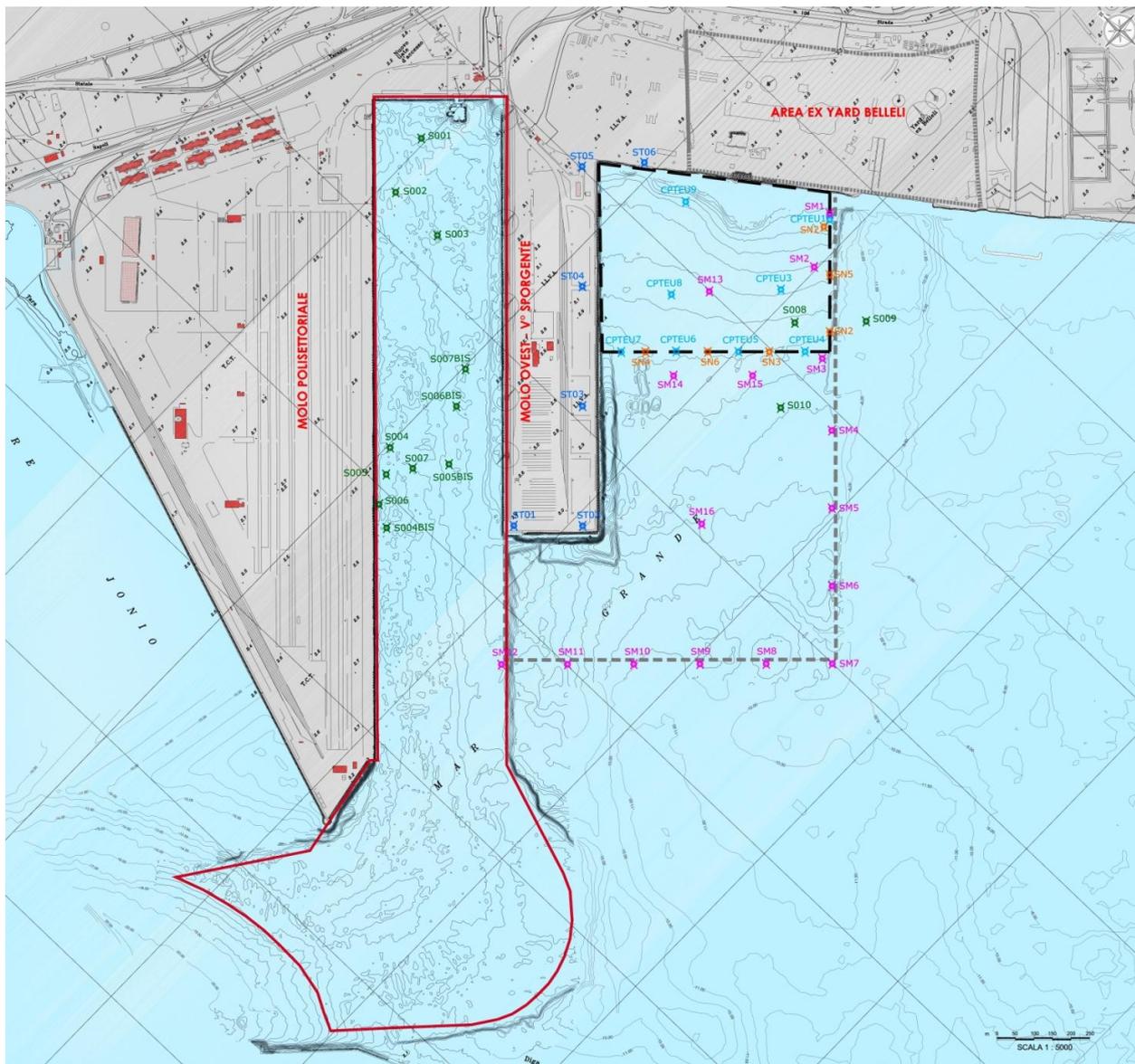


Figura 3 – Sondaggi realizzati nella terza campagna di caratterizzazione

2. CRITERI DI VALUTAZIONE DEI RISULTATI

ISPRA è stato incaricato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di elaborare i risultati relativi alla prime due campagne citate, mentre per quanto riguarda la terza campagna di caratterizzazione, Sogesid ne ha valutato i dati risultanti.

L'elaborazione di ISPRA si basa su un confronto dei valori di concentrazione delle sostanze inquinanti riscontrati nei sedimenti indagati con diverse serie di valori limite, al fine di valutare la necessità di interventi di bonifica nelle aree oggetto di indagine e di individuare le modalità di gestione dei materiali eventualmente da rimuovere in occasione di tali interventi.

Pertanto, ISPRA ha definito una serie di valori di intervento per il SIN di Taranto (rif. ICRAM doc. # CII-Pr-PU-TA-valori.intervento-01.04), a partire da riferimenti internazionali e nazionali, oltre che dai risultati delle caratterizzazioni eseguite nel sito, per prendere in considerazione le caratteristiche geochimiche e tossicologiche dei sedimenti locali. Dal confronto con i valori di intervento è possibile considerare contaminata o meno l'area di indagine, rispetto alla necessità di operare interventi di bonifica. In

Tabella 1 si riportano i valori di intervento definiti da ISPRA per il SIN di Taranto.

NUMERO CAS		PARAMETRI	VALORI DI INTERVENTO
		Metalli	mg/kg s.s
7440-38-2		Arsenico	20
7440-43-9	PP	Cadmio	1,0
7440-47-3		Cromo totale	70 * 160 **
7439-97-6	PP	Mercurio	0,8
7440-02-0	P	Nichel	40 * 100 **
7439-92-1	P	Piombo	50
		Rame	45
		Zinco	110
		Composti Organostannici	µg /kg s.s
	PP	Tributilstagno (Σ mono, di e tributil)	70 (Sn)
		Policiclici Aromatici	µg /kg s.s.
	PP	IPA totali	4000
50-32-8	PP	Benzo(a)pirene	760
120-12-7	P	Antracene	245
206-44-0	P	Fluorantene	1500
91-20-3	P	Naftalene	390
		Pesticidi	µg /kg s.s.
309-00-2		Aldrin	5
319-84-6	PP	Alfa esaclorocicloesano	1
319-85-7	PP	Beta esaclorocicloesano	1
58-89-9	PP	Gamma esaclorocicloesano lindano	1
		DDT	5
		DDD	5
		DDE	5
60-57-1		Dieldrin	5
		Diossine e Furani	µg /kg
		Sommat. PCDD,PCDF e PCB diossina simili(T.E.)	30 X 10 ⁻³
133-63-63		PCB	µg /kg
		PCB totali	190

(*) per sedimenti con frazione pelitica ≤ 20 %

(**) per sedimenti con frazione pelitica > 20 %

Tabella 1 - Valori di intervento per il SIN di Taranto

Note alla tabella

1. Le sostanze contraddistinte dalla lettera P e PP sono, rispettivamente, le sostanze Prioritarie e quelle Pericolose Prioritarie individuate ai sensi della decisione n. 2455/2001/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 20 novembre 2001.
2. IPA totali: la sommatoria è riferita ai 16 singoli IPA ritenuti significativi sotto il profilo ambientale (Acenaftene, Acenaftilene, Antracene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, Fluorantene, Fluorene, Indeno(1,2,3-cd)pirene, Naftalene, Fenantrene e Pirene).
3. DDE, DDD, DDT: il valore è riferito alla somma degli isomeri 2,4 e 4,4 di ciascuna sostanza
4. PCB: il valore è riferito alla sommatoria di una selezione di alcuni congeneri ritenuti significativi sotto il profilo sanitario ed ambientale (28, 52, 77, 81, 95, 99, 101, 105, 110, 118, 126, 128, 138, 146, 149, 151, 153, 156, 169, 170, 177, 180, 183, 187).

5. Diossine: ai fini della sommatoria “PCDD, PCDF e PCB diossina simili (T.E.)” si riportano i PCB diossina simili ed i rispettivi fattori di tossicità equivalente.

PCB	Tossicità equivalente
77	0,0001
81	0,0001
105	0,0001
114	0,0005
118	0,0001
123	0,0001
126	0,1
156	0,0005
157	0,0005
167	0,00001
169	0,01
189	0,0001

La classificazione dei sedimenti è stata fatta anche ai fini della gestione di tali materiali, mediante un confronto dei risultati riscontrati con le C.S.C. (concentrazioni soglia di contaminazione) definite per i suoli di aree industriali e commerciali, riportate nella Colonna B della Tabella 1 dell’Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06. Ulteriore serie di limiti considerata è quella dei limiti di concentrazione per l’attribuzione della pericolosità, definiti sulla base dei criteri definiti nel D.M. 7 novembre 2008 e s.m.i., facendo specifico riferimento all’aggiornamento associato al parere ISS n. 0032074 del 23 giugno 2009 “*Criteri di classificazione dei rifiuti contenenti idrocarburi _ Integrazione del parere ISS del 05/07/2006 n. 0036565.*”

Come riportato nel “Piano di gestione dei sedimenti” predisposto da ISPRA nel settembre 2009...

...I dati acquisiti nel corso delle attività di caratterizzazione e di analisi di laboratorio sono stati elaborati con diverse tecniche appartenenti alle metodologie geostatistiche, al fine di ricostruire la variabilità spaziale dei parametri analizzati su campioni puntuali di sedimento, stimarne le caratteristiche nello spazio, valutare il grado di precisione delle stime ottenute e poter così procedere alla definizione dei volumi di intervento. Le metodologie utilizzate hanno tenuto conto della tipologia dei dati, della densità di campionamento e delle particolarità geomorfologiche delle aree indagate. In particolare sono state realizzate stime della profondità del tetto del substrato, della percentuale delle varie frazioni granulometriche, della batimetria del fondale e della concentrazione dei contaminanti. Per quanto riguarda l’andamento del tetto del substrato, costituito dalle argille plio-pleistoceniche, il suo posizionamento nello spazio è un elemento di fondamentale importanza ai fini del calcolo dei volumi di sedimento potenzialmente contaminato, in quanto esso costituisce elemento di separazione tra il substrato delle argille azzurre, per il quale è possibile escludere eventuali contributi antropici (cap. 4), e lo strato di sedimentazione recente. Tutte le rappresentazioni e le stime volumetriche si riferiscono infatti al solo strato di sedimentazione recente. Il tetto del substrato è stato ricostruito dalla elaborazione delle informazioni derivanti dall’esame dei profili stratigrafici. Il substrato è sempre presente al di sotto

dello spessore di sedimenti recenti, ma non sempre è stato intercettato dai carotaggi, pertanto le informazioni utilizzate per l'elaborazione sono costituite sia dai dati di spessore effettivo del substrato (*hard data*) che dai dati di spessore minimo che i sedimenti recenti possono assumere, cioè maggiore o uguale alla lunghezza della carota (*soft data*). Dall'analisi dei dati è emersa una elevata variabilità spaziale della profondità di immersione del tetto delle argille. Per maggiori dettagli sulle metodologie di analisi dei dati e di stima dei volumi di intervento si rimanda alle specifiche relazioni inerenti le diverse aree di indagine...

...Per quanto riguarda la granulometria, i risultati analitici sono stati utilizzati per classificare i sedimenti in considerazione delle principali classi dimensionali generalmente presenti in un sedimento marino (ghiaia, sabbia, silt, argilla).

Considerata la tipologia dei sedimenti, di natura prevalentemente fine, è stata utilizzata la classificazione di Shepard (Shepard F. P., 1954. *Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. Journal Sed. Petr.*, 24, 151-158), una classificazione di tipo ternario che tiene conto prevalentemente delle dimensioni tessiturali medio fini del sedimento (sabbia, silt, argilla). Nel caso specifico di alcuni campioni costituiti da sedimenti più grossolani, è stata utilizzata la medesima classificazione, modificata tenendo in considerazione il contributo ghiaioso (Schlee, 1973)...

...Per quanto riguarda la contaminazione, dalle elaborazioni dei risultati è stato possibile suddividere le aree in differenti colori in base al diverso grado di contaminazione. Pertanto vengono indicati con il:

- “VERDE”, i sedimenti in cui non si hanno superamenti dei valori di intervento definiti da ICRAM (ora ISPRA);
- “GIALLO”, i sedimenti per cui almeno uno dei parametri analizzati presenta concentrazioni superiori ai valori di intervento ma inferiori ai valori di concentrazione limite indicati nella col. B tab. 1 del D.Lgs. 152/06;
- “ROSSO”, ai fini della gestione, i sedimenti in cui almeno uno dei parametri analizzati presenta concentrazioni superiori ai valori di concentrazione limite indicati nella col. B tab. 1 del D.Lgs. 152/06 ma inferiori ai valori limite per la classificazione dei “pericolosi” (valori limite riportati nell’Allegato D del D.Lgs 152/2006 Parte IV - Titolo I e II);
- “VIOLA”, ai fini della gestione, i sedimenti con concentrazioni superiori ai valori limite per la classificazione dei “pericolosi” (in linea con l’Allegato D del D.Lgs 152/2006 Parte IV - Titolo I e II)...

3. CARATTERIZZAZIONE AREA A OVEST DI PUNTA RONDINELLA ANNO 2008

La campagna di caratterizzazione è stata eseguita dalle Ditte Nautilus e Theolab, che hanno prelevato 198 carote in un periodo compreso tra febbraio e agosto 2008. Gran parte delle carote prelevate nell'area della Darsena polisettoriale non ha raggiunto la profondità prevista, per la presenza di un substrato sovra consolidato che non ha permesso al carotiere utilizzato di penetrare il fondale fino alla quota voluta. Pertanto, l'elaborazione dei dati non copre l'intera area per tutti gli strati oltre i 50 cm di profondità.

1.1 Risultati delle indagini granulometriche effettuate sui sedimenti

Come riportato nel "Piano di gestione dei sedimenti" predisposto da ISPRA nel settembre 2009...

...L'area ad Ovest di Punta Rondinella è caratterizzata da una significativa variabilità nella composizione granulometrica dei sedimenti. Questi risultano prevalentemente costituiti da peliti sabbiose con una frequenza minore di sabbie pelitiche. I sedimenti sono mediamente fini, con percentuali di sabbia del 19%, mentre le frazioni fini (limo e argilla) hanno percentuali rispettivamente del 43% e 35%. Sono, inoltre, presenti aree abbastanza circoscritte con elevate percentuali di ghiaia che arrivano in alcuni casi anche al 43%.

Le caratteristiche sedimentologiche presenti nei sedimenti più superficiali tendono a mantenersi simili nei livelli sottostanti, anche se con un definito gradiente di diminuzione, fino al limite di profondità caratterizzato. Una significativa anomalia si riscontra solo all'interno della Darsena Polisettoriale dove all'aumentare della profondità corrisponde invece un incremento della frazione più grossolana...

Legenda per le Figure da 4 a 9



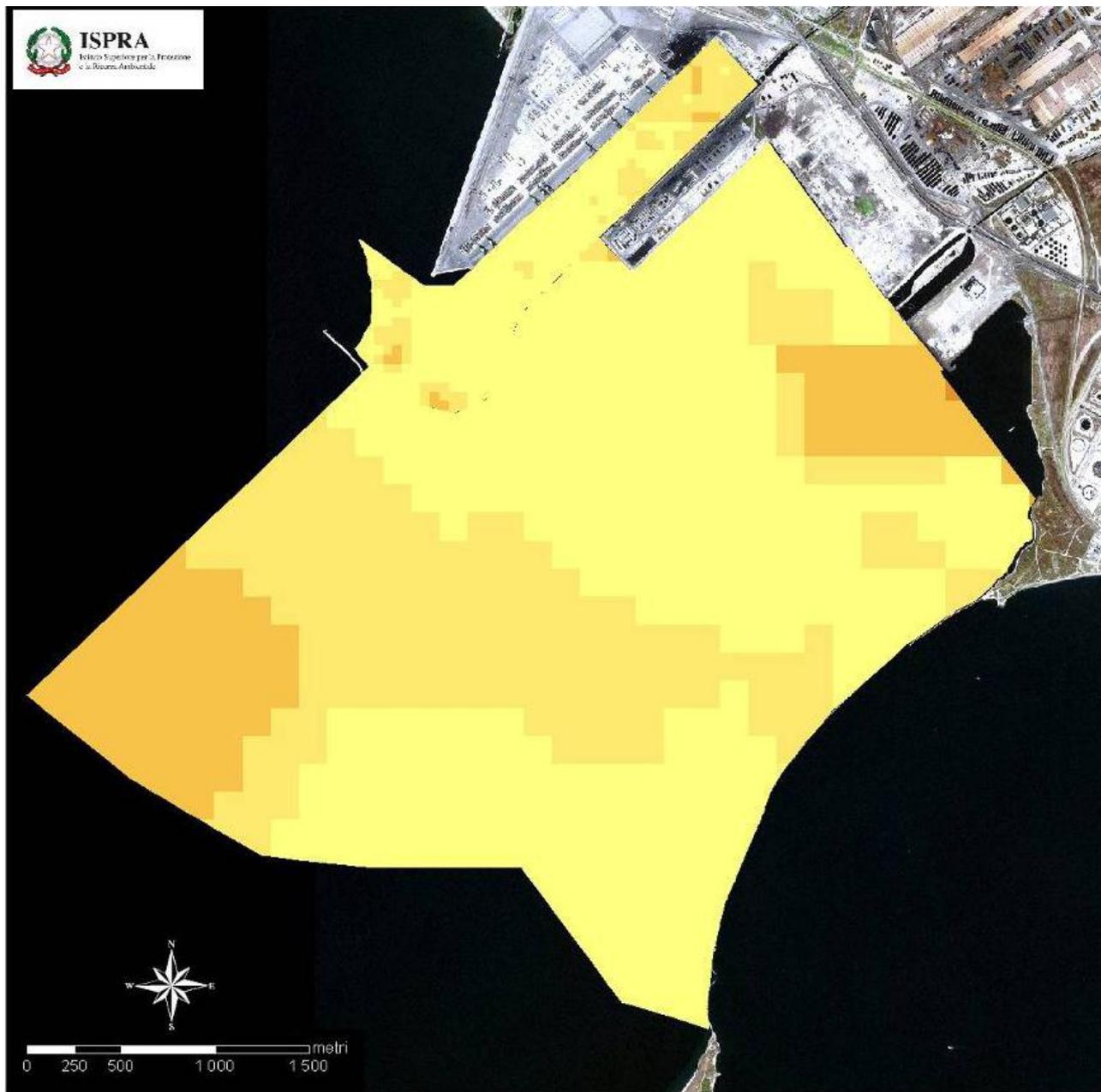


Figura 4 - Classificazione granulometrica dei sedimenti dell'area ad ovest di Punta Rondinella. Livello 0-50 cm (fonte: ISPRA)

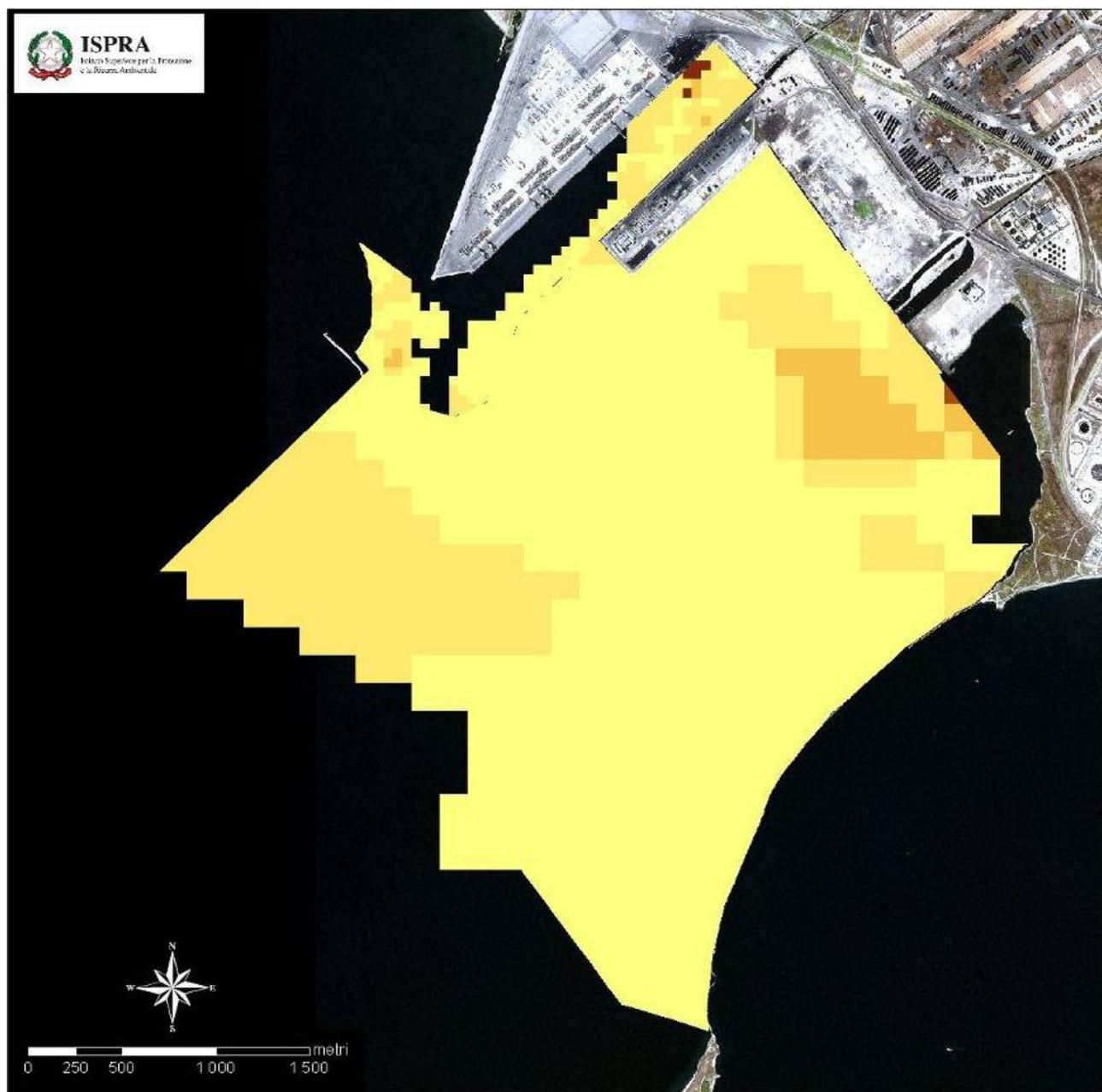


Figura 5 - Classificazione granulometrica dei sedimenti dell'area ad ovest di Punta Rondinella. Livello 50-100 cm (fonte: ISPRA)

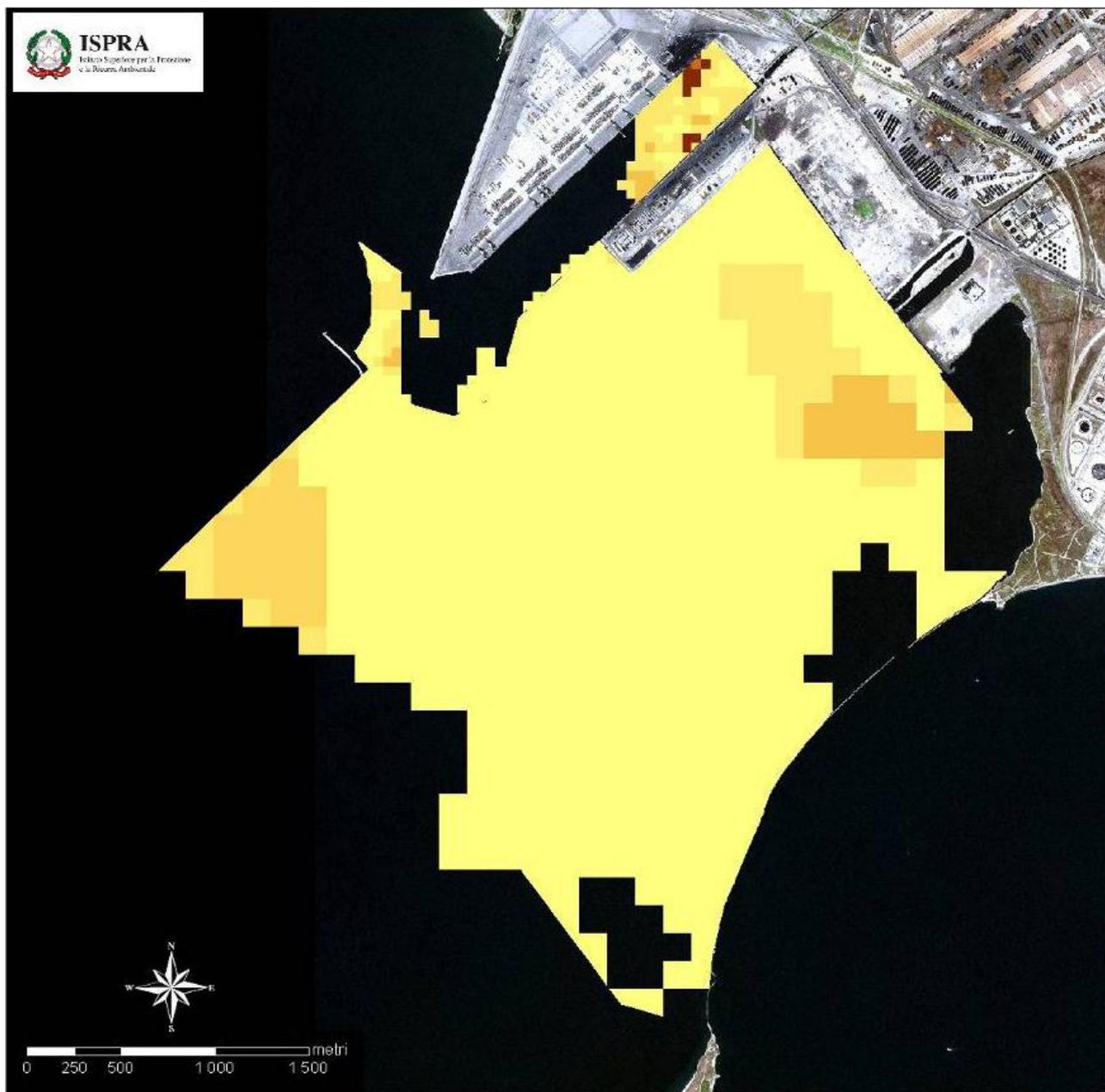


Figura 6 - Classificazione granulometrica dei sedimenti dell'area ad ovest di Punta Rondinella. Livello 100-150 cm (fonte: ISPRA)

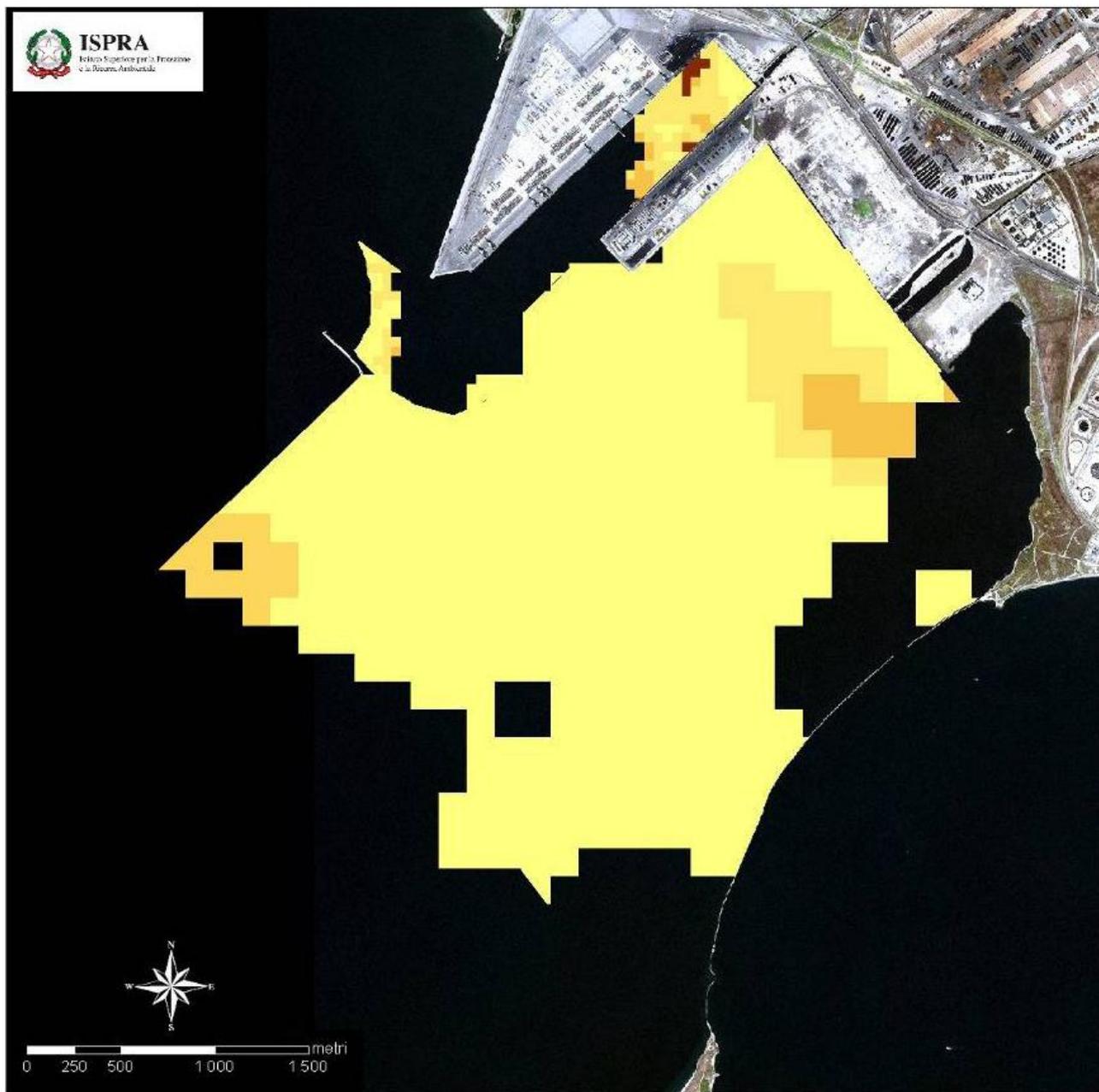


Figura 7 - Classificazione granulometrica dei sedimenti dell'area ad ovest di Punta Rondinella. Livello 150-200 cm (fonte: ISPRA)

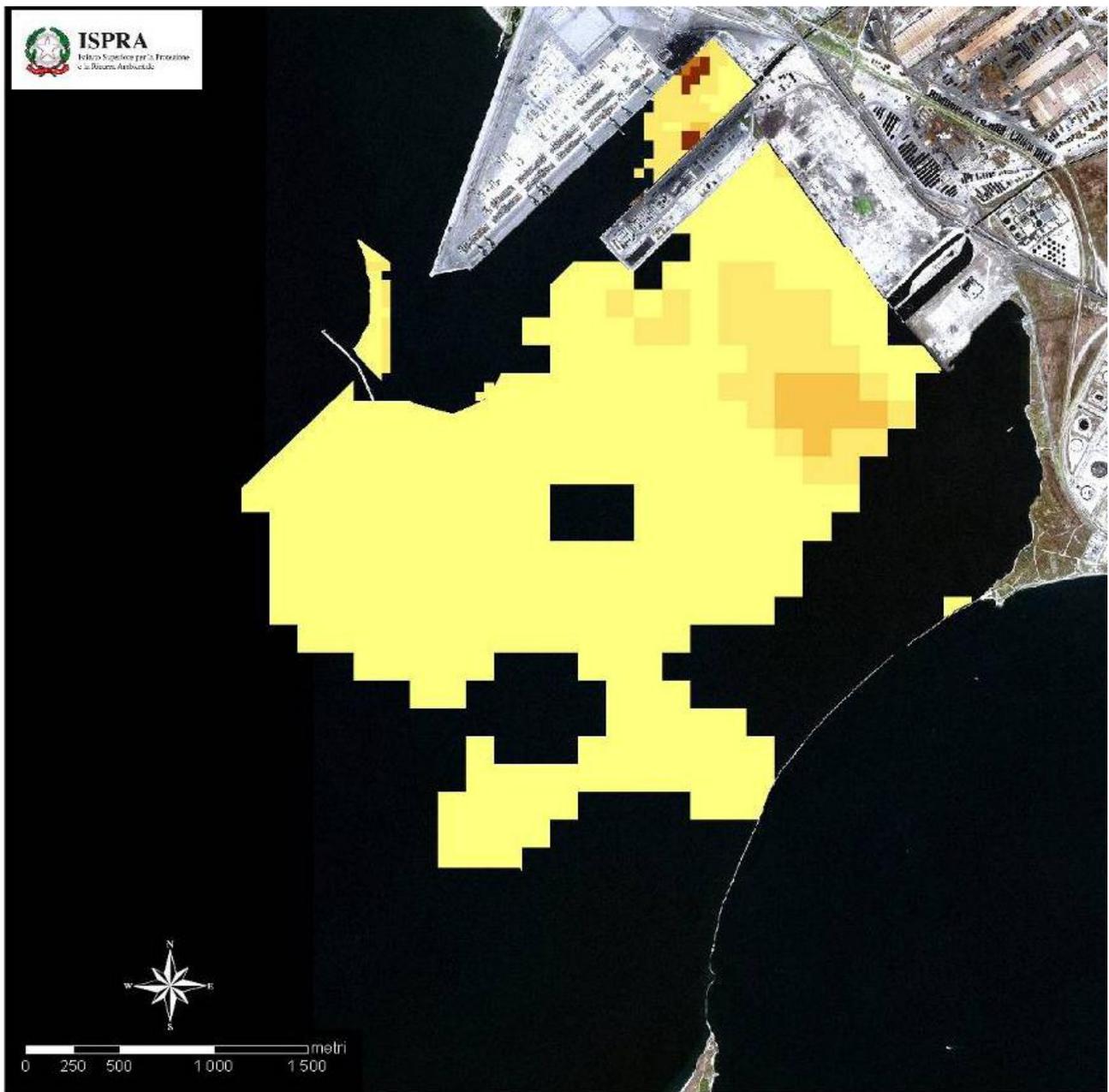


Figura 8 - Classificazione granulometrica dei sedimenti dell'area ad ovest di Punta Rondinella. Livello 200-250 cm (fonte: ISPRA)

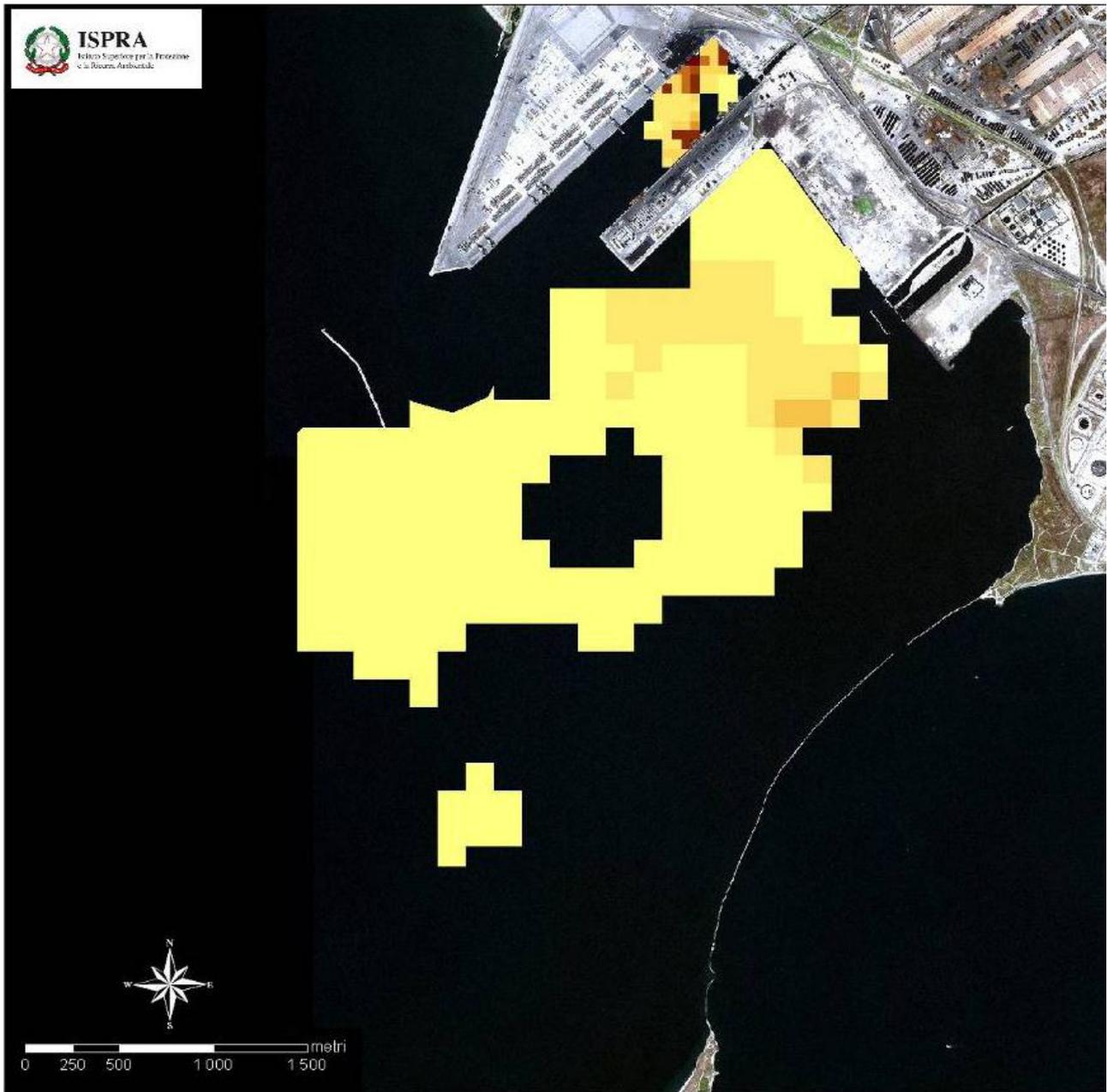


Figura 9 - Classificazione granulometrica dei sedimenti dell'area ad ovest di Punta Rondinella. Livello 250-300 cm (fonte: ISPRA)

1.2 Risultati delle indagini chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche effettuate sui sedimenti

Come riportato nel “Piano di gestione dei sedimenti” predisposto da ISPRA nel settembre 2009...

...Le indagini chimiche eseguite nell'area in esame hanno evidenziato uno stato di contaminazione rilevante dovuto principalmente alle elevate concentrazioni di composti organici, come IPA ed Idrocarburi Pesanti, e ad alcuni metalli (Mercurio, Rame e Arsenico)...

La contaminazione riguarda in modo particolare le aree oggetto della presente progettazione: darsena polisettoriale e area di ampliamento del V sporgente.

...Gli IPA totali mostrano concentrazioni molto elevate, anche superiori, in alcune aree, al limite definito nella Colonna B Allegato 5 al Titolo V alla Parte IV del D.Lgs. 152/06. In particolare i superamenti della Colonna B interessano prevalentemente i primi 2 metri di spessore di sedimento indagato... dell'area di ampliamento del V sporgente ...ed i primi 50 cm di spessore dell'area più interna della Darsena Polisettoriale...

...La massima concentrazione, pari a 1490 mg/kg s.s., è stata determinata nello strato superficiale dell'area di ampliamento del V sporgente.

Si osservano inoltre numerosi superamenti del valore di intervento che interessano, nello strato più superficiale, la quasi totalità della Darsena Polisettoriale e l'area di ampliamento del V sporgente. Negli strati più profondi emerge una maggiore localizzazione delle aree interessate ai superamenti del valore di intervento che, nello strato più profondo (200-250 cm) interessano la sola area di ampliamento del V sporgente.

Tra gli IPA determinati, il composto più critico è risultato essere il Benzo(a)pirene, il quale oltre ai numerosi superamenti della Colonna B, essenzialmente localizzati nelle aree dove è stata riscontrata la principale contaminazione legata agli IPA totali, ha evidenziato anche concentrazioni superiori al limite definito per la classificazione di pericolosità (D.M. 7 novembre 2008). Queste ultime sono localizzate nello strato più superficiale di un'area adiacente il Terminal Container, nella parte interna della Darsena Polisettoriale, e dell'area di ampliamento del V sporgente.

Rilevante è risultata essere anche la concentrazione degli Idrocarburi totali, che hanno spesso superato i 1000 mg/kg s.s. e, in alcuni casi, il superamento è risultato associato alle concentrazioni di Benzo(a)pirene superiori a 100 mg/kg s.s. individuate, portando a classificare pericoloso il sedimento corrispondente (secondo quanto indicato nel parere ISS n. 0032074 del 23 giugno 2009 “ Criteri di classificazione dei rifiuti contenenti idrocarburi _ Integrazione del parere ISS del 05/07/2006 n. 0036565 ”). I superamenti di 1000 mg/kg s.s., non associati a concentrazioni di Benzo(a)pirene superiori a 100 mg/kg s.s., sono localizzati, tra l'altro, nella parte interna della Darsena Polisettoriale, dove raggiungono lo strato 100-150 cm.

E' stata inoltre evidenziata una contaminazione legata a metalli, in particolar modo Piombo, Cadmio, Zinco, Mercurio, Rame e Arsenico. Nel dettaglio, Mercurio, Arsenico e Rame presentano superamenti del valore di intervento, che interessano gran parte dell'area indagata, almeno negli strati più superficiali. In generale i superamenti dei valori di intervento relativi ai metalli indicati interessano principalmente la Darsena Polisettoriale; dette aree vanno a ridursi, localizzandosi

nelle aree più vicine alla costa ed al Molo V, scendendo nei livelli profondi. I superamenti di Colonna B dell'Arsenico interessano lo strato 150-200 cm in un'area adiacente il Terminal Container. Tra i metalli è stato inoltre individuato un unico superamento della Colonna B per il Vanadio, localizzato nello strato più superficiale della Darsena Polisettoriale, in corrispondenza della parte interna dell'imboccatura del porto fuori rada. Sono stati inoltre osservati alcuni superamenti del valore di intervento relativamente a Nichel e Cromo, che interessano aree limitate e comunque interessate da superamenti di altri metalli.

Per quanto riguarda i composti organici, gli esiti della caratterizzazione hanno presentano diversi superamenti del valore di intervento dei PCB totali; tali superamenti interessano gli strati superficiali della parte interna della Darsena Polisettoriale e dell'area di ampliamento del V sporgente, dove si spingono fino allo strato 150-200 cm. in una parte molto ristretta e vicina alla costa. Nella medesima area sono stati evidenziati superamenti della Colonna B per i PCB totali limitatamente allo strato 100-150 cm.

Si osservano, infine, alcuni superamenti del valore di intervento relativi ai composti organostannici, tutti localizzati nello strato più superficiale della parte interna della Darsena Polisettoriale. E' risultata particolarmente rilevante la concentrazione determinata in una stazione adiacente il Molo V, essa è infatti risultata pari a 16900 µg/kg s.s., quindi maggiore di oltre due ordini di grandezza il corrispondente valore di intervento.

Nelle successive Figure da 10 a 15 è riportata la classificazione dei sedimenti per strati successivi di 50 cm, fino ai 3 m di profondità.

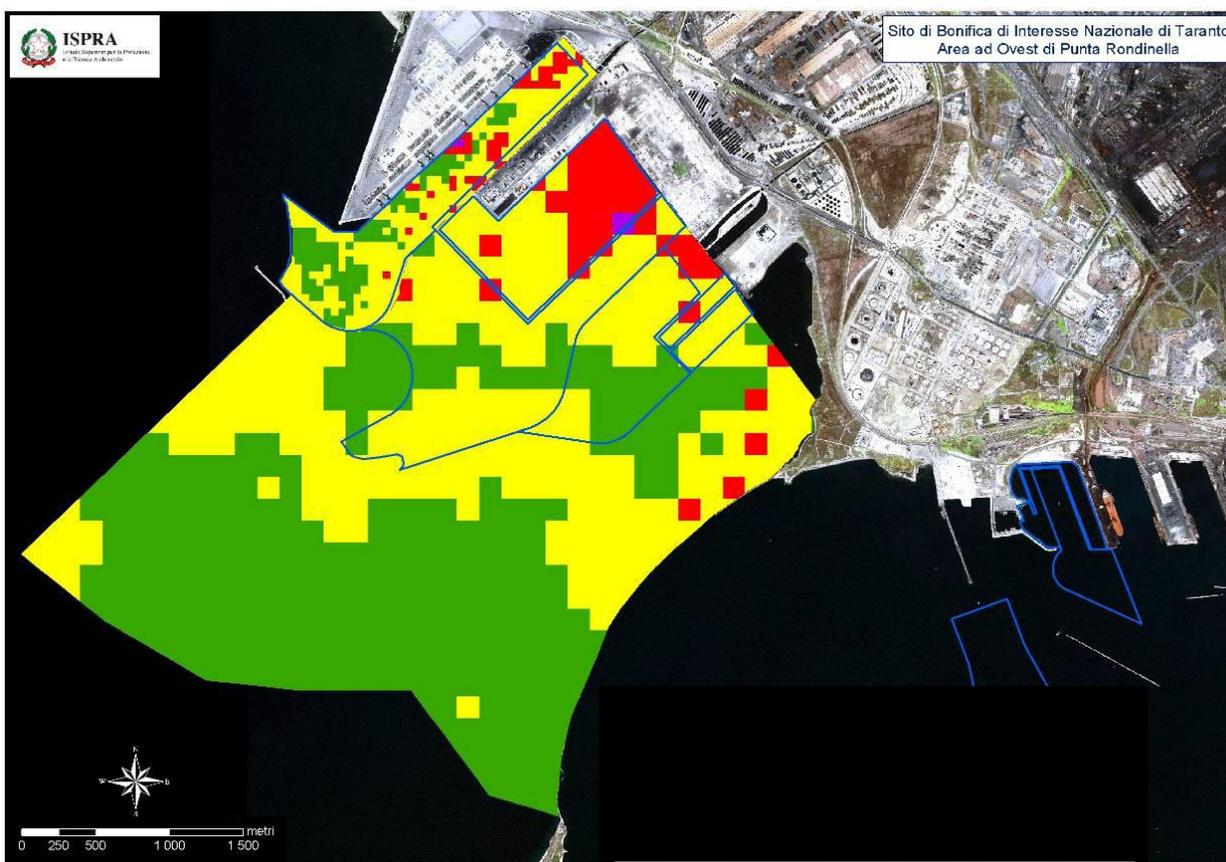


Figura 10 - Visualizzazione dei superamenti totali in Area Ovest Punta Rondinella relativi alla strato 0-50 cm (fonte ISPRA)

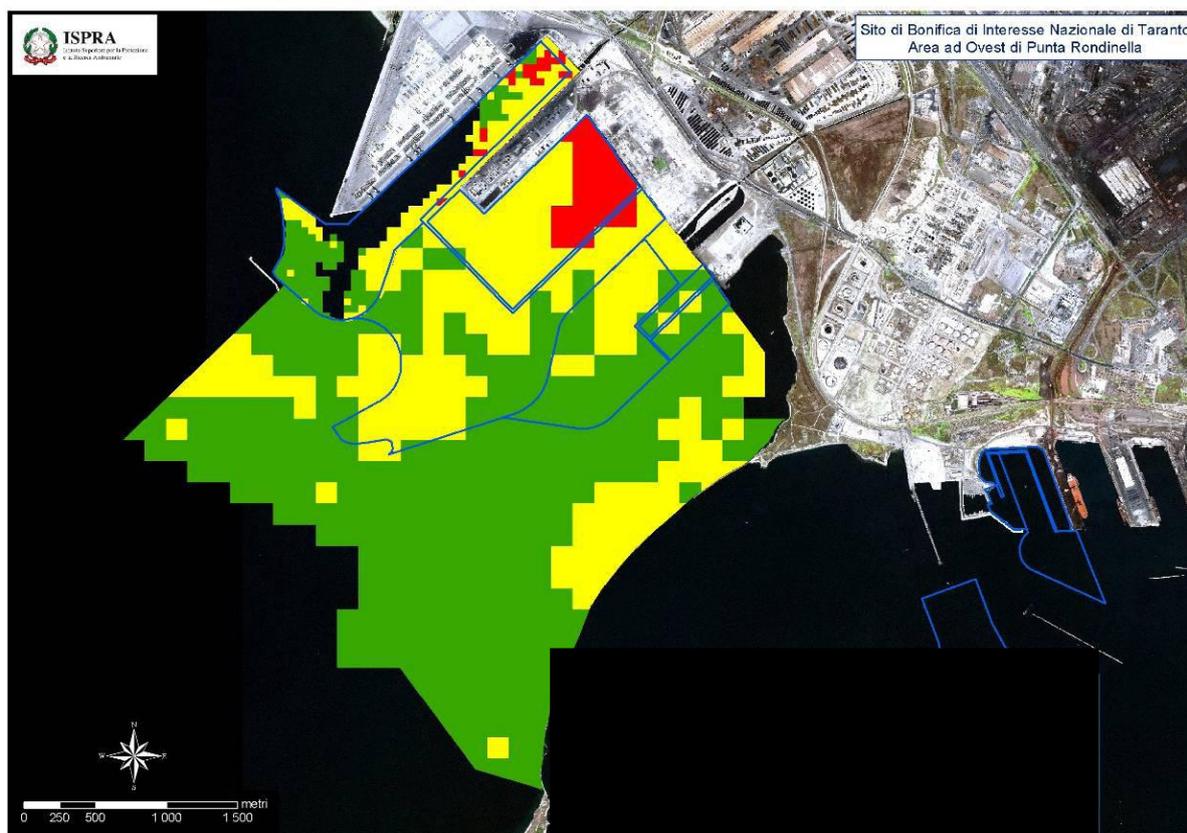


Figura 11 - Visualizzazione dei superamenti totali in Area Ovest Punta Rondinella relativi alla strato 50-100 cm (fonte ISPRA)

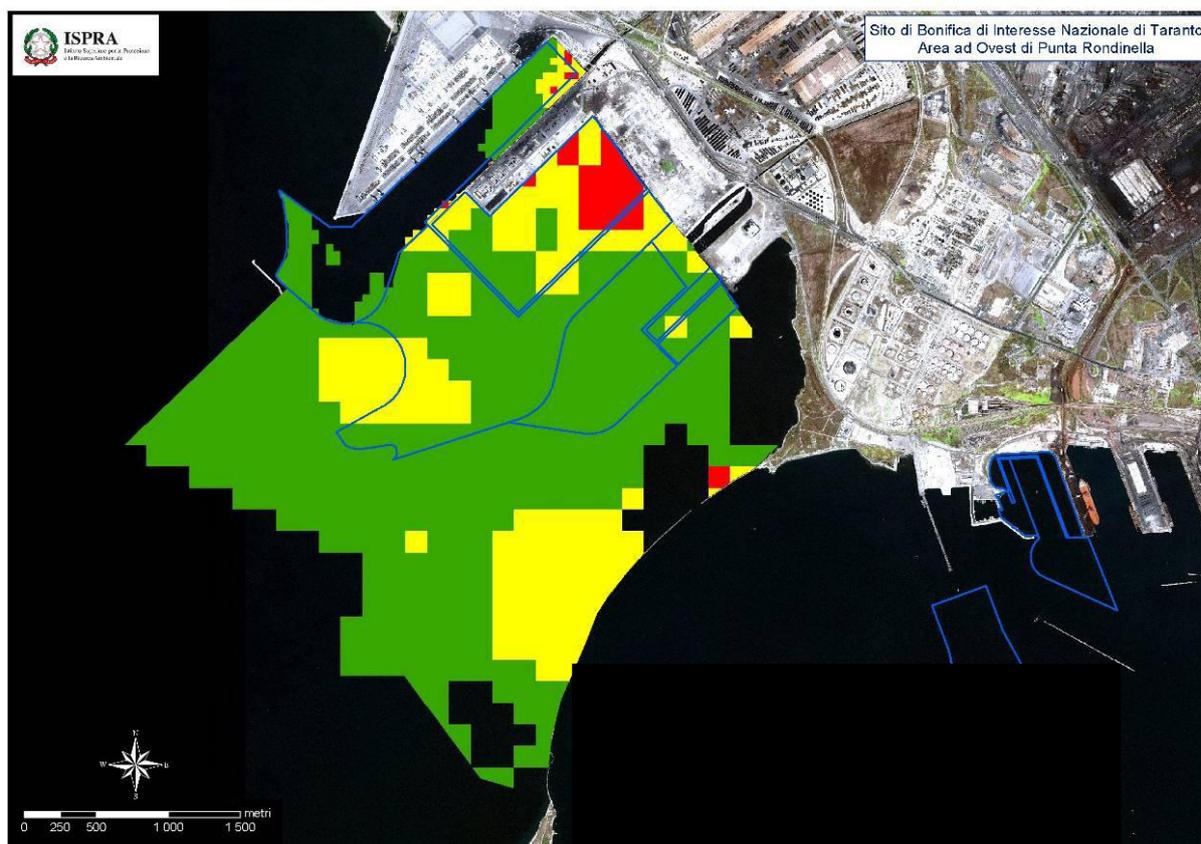


Figura 12 - Visualizzazione dei superamenti totali in Area Ovest Punta Rondinella relativi alla strato 100-150 cm (fonte ISPRA)

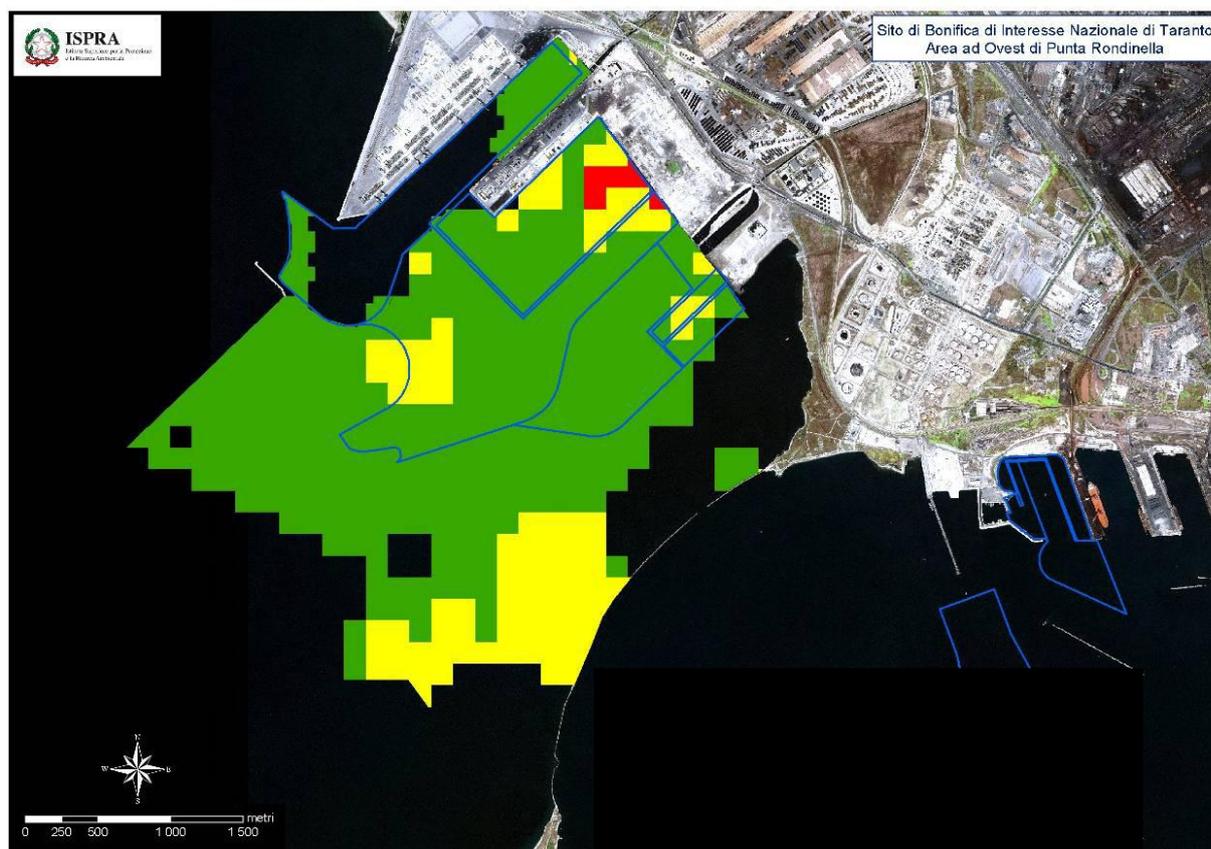


Figura 13 - Visualizzazione dei superamenti totali in Area Ovest Punta Rondinella relativi alla strato 150-200 cm (fonte ISPRA)

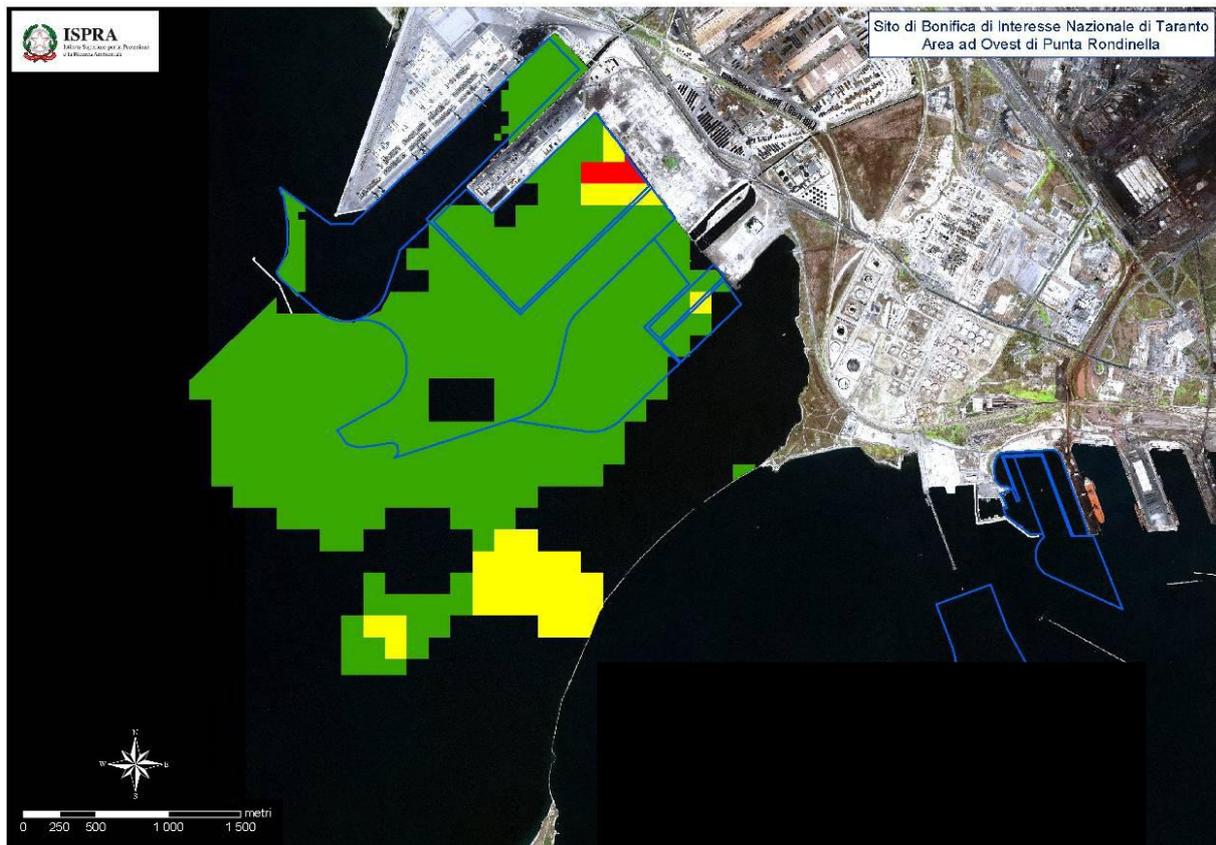


Figura 14 - Visualizzazione dei superamenti totali in Area Ovest Punta Rondinella relativi alla strato 200-250 cm (fonte ISPRA)

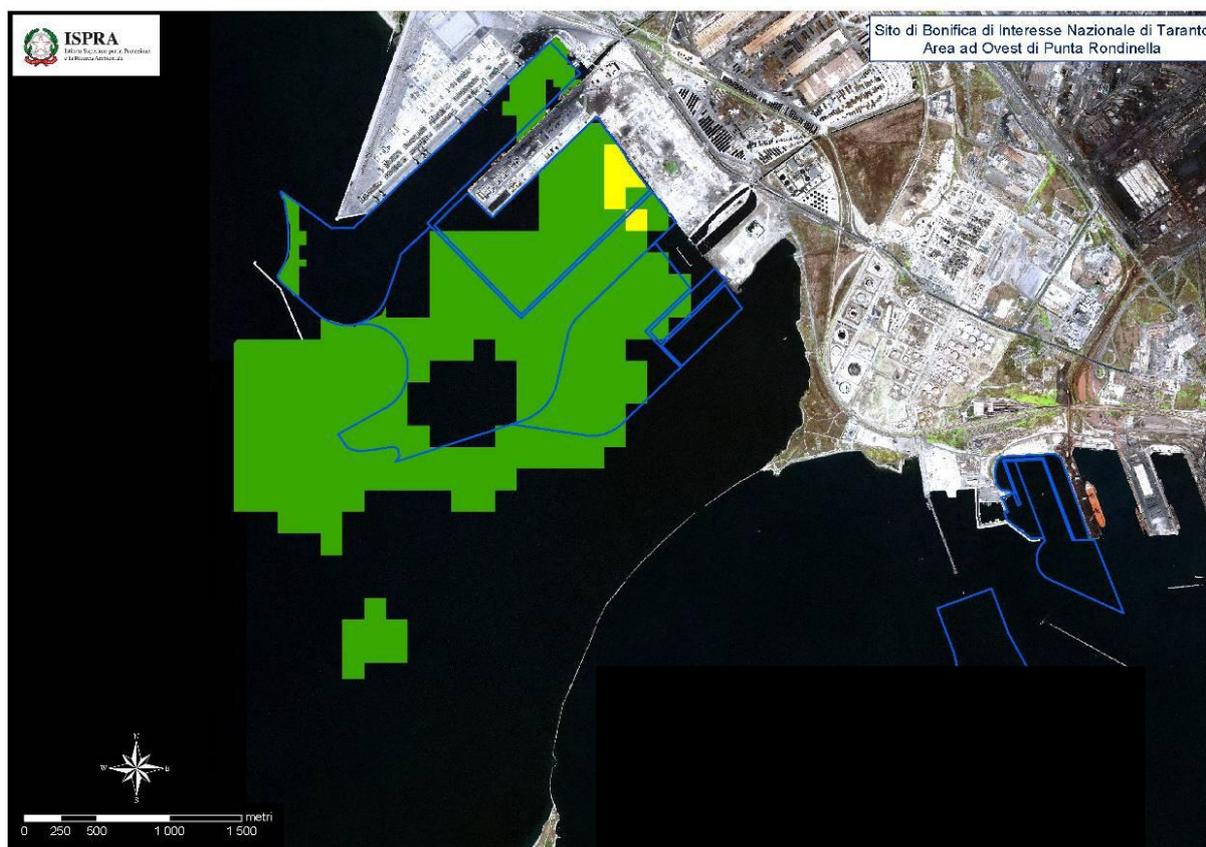


Figura 15 - Visualizzazione dei superamenti totali in Area Ovest Punta Rondinella relativi alla strato 250-300 cm (fonte ISPRA)

Dall'osservazione dei risultati delle indagini microbiologiche, effettuate sui sedimenti afferenti allo strato 0-50 cm, non si evincono particolari situazioni di inquinamento microbiologico. Infatti, non è stata rilevata la presenza di organismi patogeni, quali la Salmonella, e le concentrazioni di streptococchi fecali e spore di clostridi solfito riduttori non danno evidenza di contaminazione di origine fecale né recente né pregressa.

*Ad eccezione dell'area della Darsena Polisettoriale, le risultanze dei saggi biologici (organismi utilizzati: *V. fischeri*, *Brachionus plicatilis*; matrici indagate con almeno un organismo: elutriato, fase solida) non hanno evidenziate situazioni di particolare criticità; tutti i campioni, infatti, risultano sostanzialmente privi di tossicità acuta o con tossicità trascurabile, ad eccezione del profondo campione prelevato a ridosso della radice del Molo V, per il quale è stata rilevata tossicità elevata.*

*Per quanto concerne l'area della Darsena Polisettoriale, tutti i saggi biologici (organismi utilizzati: *V. fischeri*, *Brachionus plicatilis*, *Corophium orientale*, *Dunaliella tertiolecta*; matrici indagate con almeno un organismo: elutriato, fase solida, sedimento tal quale) presentano effetti di tossicità più o meno evidenti, più intensi nella parte interna della darsena, a ridosso dello scarico industriale.*

Tuttavia, sono presenti anche alcuni campioni per i quali più che di effetti tossici si può parlare di una situazione di biostimolazione, che potrebbe essere attribuibile sia alla presenza in concentrazioni relativamente basse di contaminanti che innescano una reazione di crescita come risposta ad una condizione di stress, sia all'arricchimento in nutrienti della matrice analizzata per via del processo stesso di elutrazione che favorisce la solubilizzazione di nitrati e fosfati.

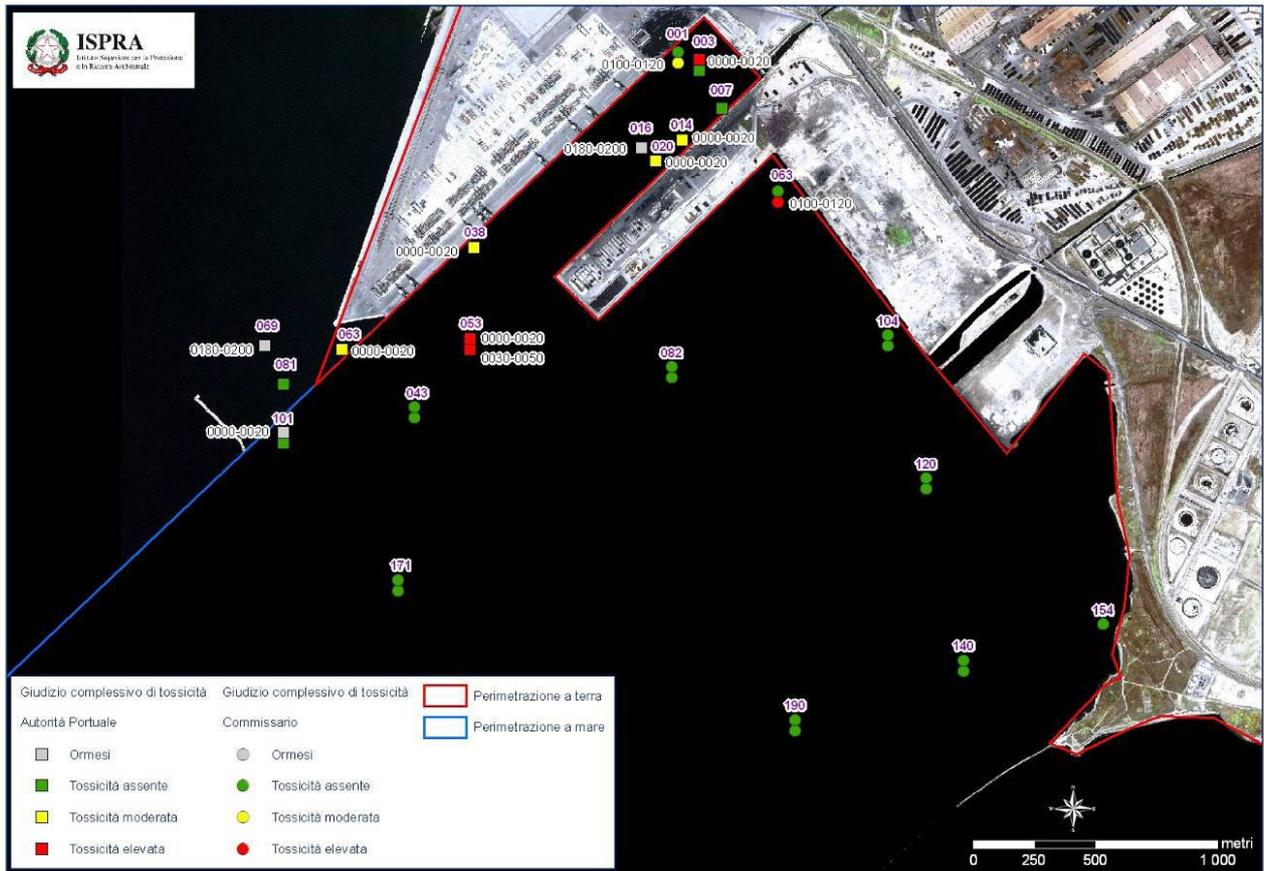


Figura 16 - Giudizio sintetico di tossicità dei campioni prelevati nell'area ad ovest di Punta Rondinella (fonte ISPRA)

4. CARATTERIZZAZIONE DARSENA POLISETTORIALE ANNO 2008

La campagna di caratterizzazione è stata eseguita dalle Ditte SELC e SGS, che hanno prelevato 112 carote in un periodo compreso tra agosto e dicembre 2008. Anche in questa seconda campagna, parte delle carote prelevate nella Darsena Polisettoriale sono risultate significativamente più corte di quanto previsto.

Per quanto riguarda la caratterizzazione granulometrica e le indagini microbiologiche e ecotossicologiche, la campagna eseguita nella Darsena Polisettoriale ha confermato quanto riscontrato in occasione della precedente campagna, rispetto alla quale ha previsto un infittimento dei punti di campionamento.

Analogamente, per quanto riguarda le determinazioni chimiche, è emerso uno stato di contaminazione già riscontrato in occasione della campagna precedente. A tal proposito si riporta la valutazione del "Piano di gestione dei sedimenti" predisposto da ISPRA nel settembre 2009

...In particolare, è stato evidenziato uno stato di contaminazione rilevante principalmente legata alle elevate concentrazioni di composti organici, quali IPA ed Idrocarburi pesanti.

Le aree maggiormente impattate risultano essere adiacenti i punti di attracco del Terminal Container e del Molo V, nonché la parte più interna della Darsena, adiacente la costa.

Come già discusso nella parte relativa ai risultati delle indagini chimiche eseguite sull'intera area ad Ovest di Punta Rondinella, gli IPA totali mostrano concentrazioni estremamente elevate, anche superiori al limite definito nella Colonna B Allegato 5 al Titolo V alla Parte IV del D.Lgs. 152/06. I superamenti della Colonna B interessano prevalentemente lo strato superficiale in corrispondenza dell'area adiacente la parte centrale del Terminal Container e ad essa antistante ed adiacente il Molo V, nonché piccole aree della parte più interna della Darsena; detti superamenti raggiungono lo strato 100-150 cm alla radice del Molo V. Per gli IPA totali sono inoltre stati evidenziati numerosi superamenti del valore di intervento che raggiungono lo strato 150-200 cm in corrispondenza di una ristretta area, interna alla Darsena ed adiacente la costa, ma che nello strato superficiale interessano quasi interamente l'area indagata.

Tra gli IPA determinati, il composto più critico è risultato essere il Benzo(a)pirene, per il quale, oltre a diffusi superamenti del valore di intervento e numerosi superamenti della Colonna B, essenzialmente localizzati nelle aree dove è stata riscontrata la principale contaminazione legata agli IPA totali, è stato evidenziato il superamento del limite definito per la classificazione di pericolosità (D.M. 7 novembre 2008). I sedimenti pericolosi sono localizzati nello strato più superficiale dell'area adiacente il settore centrale del Terminal Container, dove è stata determinata la massima concentrazione, pari a 263 mg/kg, s.s.

Gli Idrocarburi totali hanno evidenziato concentrazioni estremamente elevate, anche superiori a 1000 mg/kg s.s. In un campione, inoltre, la concentrazione superiore a 1000 mg/kg s.s. è risultata associata a concentrazioni di Benzo(a)pirene superiori a 100 mg/kg s.s., con conseguente classificazione di pericolosità dei sedimenti corrispondenti. I superamenti di 1000 mg/kg s.s., non associati a concentrazioni di Benzo(a)pirene superiori a 100 mg/kg s.s., sono localizzati nella parte interna della Darsena Polisettoriale e nell'area antistante la parte terminale del Molo V, dove raggiungono lo strato 100-150 cm

Per quanto riguarda i metalli, Arsenico, Zinco, Piombo, Mercurio, Rame, Cadmio e Nichel presentano superamenti del valore di intervento; Arsenico e Vanadio presentano inoltre un superamento del limite della Colonna B Allegato 5 al Titolo V alla Parte IV del D.Lgs. 152/06.

I superamenti del valore di intervento relativi all'Arsenico, nello strato più superficiale, risultano abbastanza diffusi in tutta l'area indagata. Detti superamenti raggiungono lo strato 150-200 cm, dove interessano un'area ristretta adiacente la diga foranea antistante il Molo Polisettoriale.

Lo Zinco ha evidenziato numerosi superamenti del valore di intervento principalmente distribuiti nella parte interna della Darsena e lungo il Molo V fino a raggiungere l'imboccatura della Darsena.

I superamenti raggiungono lo strato 100-150 cm dove risultano localizzati nell'area adiacente la costa ed il Molo V. Anche il Piombo presenta superamenti del valore di intervento, che appaiono diffusi nello strato superficiale e che nello strato più profondo, 100-150 cm, si localizzano nell'area adiacente la costa e la radice del Molo V.

Il Mercurio mostra, nello strato superficiale, superamenti isolati del valore di intervento distribuiti lungo la Darsena. I superamenti raggiungono lo strato 50-100 cm, dove risultano localizzati nell'area antistante il Molo V.

Il Rame ed il Cadmio presentano superamenti puntuali del valore di intervento che, nello strato superficiale, interessano l'area adiacente la costa ed il Molo V, nonché limitatamente al Rame l'imboccatura della Darsena, e che raggiungono lo strato 100-150 cm, dove risultano localizzati nella sola parte interna della Darsena, adiacente la costa ed il Molo V.

Il Nichel mostra superamenti puntuali del valore intervento che, nello strato superficiale interessano l'area adiacente il terminal Container e l'imboccatura della Darsena e raggiungono lo strato 100-150 cm nella sola area direttamente antistante il Molo V.

Arsenico e Vanadio presentano in un unico campione superamenti del limite della Colonna B, che per l'Arsenico è localizzato in un'area adiacente il Terminal Container nello strato 150-200 cm, mentre per il Vanadio nell'area direttamente antistante il Molo V nello strato più superficiale. Gli esiti della caratterizzazione hanno inoltre evidenziato superamenti del valore di intervento per i PCB totali, che interessano il primo metro di sedimento indagato e che sono essenzialmente localizzati nell'area compresa tra il Molo V ed il Terminal Container.

Infine, per i composti organostannici sono emersi alcuni superamenti del valore di intervento tutti localizzati in corrispondenza di aree di attracco lungo il Molo V ed il Terminal Container. Di particolare rilievo la massima concentrazione determinata nel livello 0-20 cm di un'area adiacente il Molo V e pari a 16,9 mg/kg s.s, maggiore del corrispondente valore di intervento di oltre 3 ordini di grandezza.

Sono riportate nel seguito le carte contenenti l'elaborazione complessiva e le risultanti superfici da bonificare per l'area della Darsena Polisettoriale (dalla alla), rappresentate in strati consecutivi di sedimento di spessore di 50 cm fino alla profondità di 3 m, o meno nel caso in cui la contaminazione si arresti prima di tale quota.



Figura 17 - Darsena Polisetoriale - Visualizzazione dei superamenti totali relativi allo strato 0-50 cm (fonte ISPRA)



Figura 18 - Darsena Polisetoriale - Visualizzazione dei superamenti totali relativi allo strato 50-100 cm (fonte ISPRA)

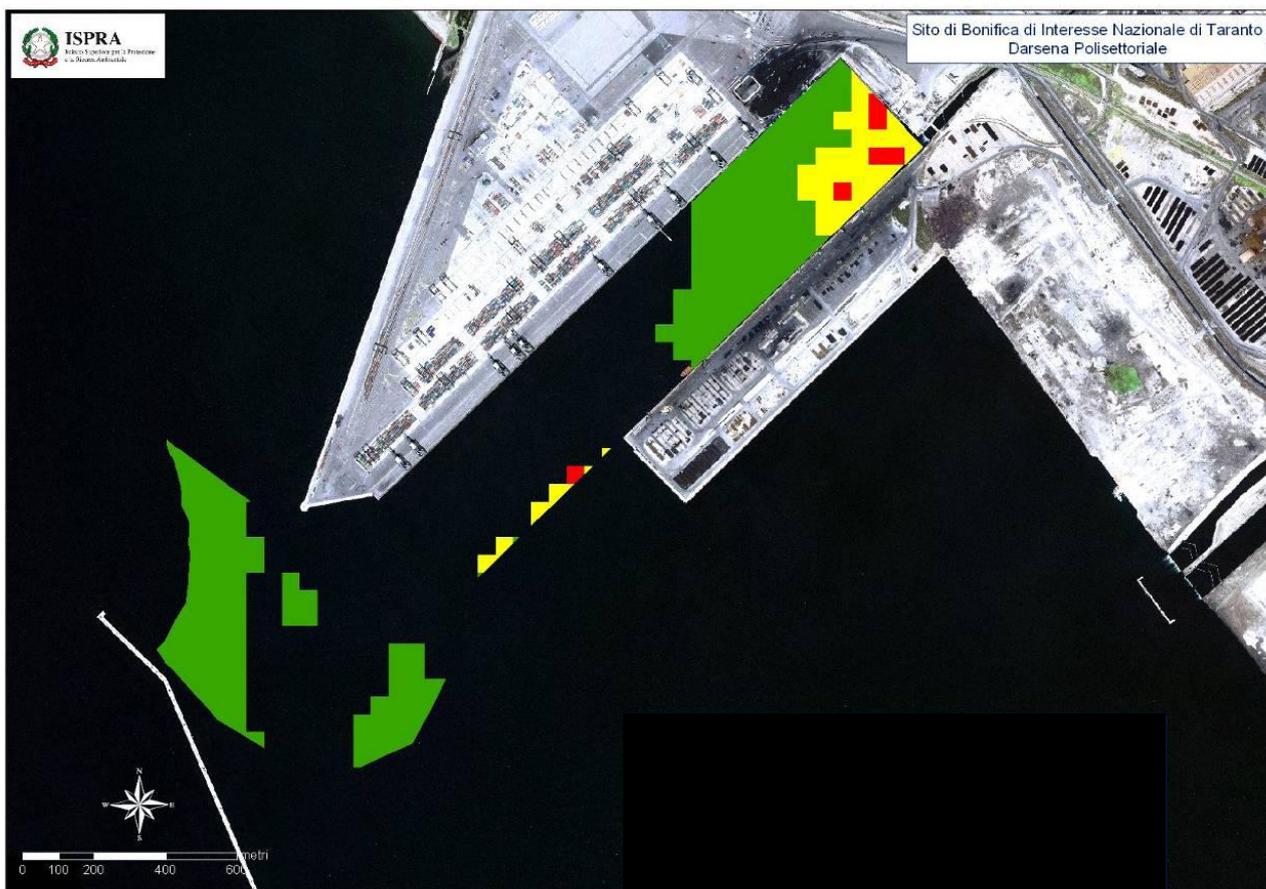


Figura 19 - Darsena Polisetoriale - Visualizzazione dei superamenti totali relativi allo strato 100-150 cm (fonte ISPRA)



Figura 20 - Darsena Polisettoriale - Visualizzazione dei superamenti totali relativi allo strato 150-200 cm (fonte ISPRA)

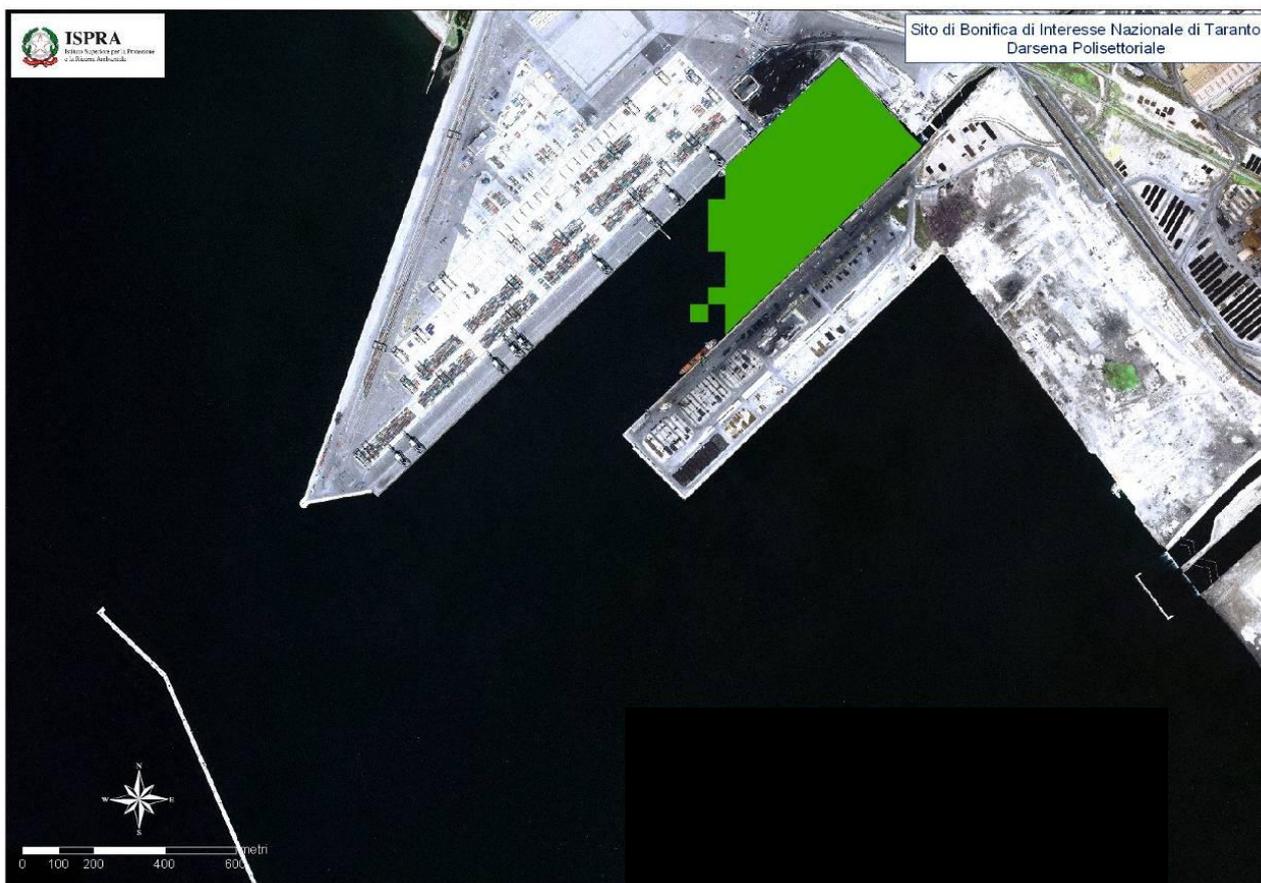


Figura 21 - Darsena Polisetoriale - Visualizzazione dei superamenti totali relativi allo strato 200-250 cm (fonte ISPRA)



Figura 22 - Darsena Polisettoriale - Visualizzazione dei superamenti totali relativi allo strato 250-300 cm (fonte ISPRA)

L'elaborazione di ISPRA ha portato alla quantificazione dei volumi di sedimento classificati come verdi, gialli, rossi e viola, strato per strato, al fine di definire le modalità di gestione di tali materiali in fase di rimozione degli stessi dalla sede di origine. Nella Tabella 2 sono riportati i relativi valori.

Volume di sedimento (m ³)	Limiti Intervento ICRAM < concentrazioni < col B 152/06	Col. B 152/06 < concentrazioni < 50 mg/kg PCB s.s.	Concentrazioni > 50 mg/kg PCB s.s.
0-50 cm	236 819	46 481	1 987
50-100 cm	92 131	21 605	0
100-150 cm	16 281	2 315	0
150-200 cm	186	0	0
200-250 cm	0	0	0
250-300 cm	0	0	0
TOTALI	345 417	70 400	1 987
		417 804	

Tabella 2 - Darsena Polisettoriale - Volumi di sedimento (fino alla profondità di 3 m) con concentrazioni superiori ai valori di intervento (fonte ISPRA)

5. CARATTERIZZAZIONE AREE CON SEDIMENTI “PERICOLOSI” ANNO 2011

Nell'ottobre 2011 l'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (I.A.M.C.) del CNR di Napoli ha realizzato una campagna di indagini ambientali e geotecniche per conto della Sogesid S.p.A., che era stata incaricata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di predisporre la presente progettazione. Tali indagini, propedeutiche alla progettazione, sono state eseguite nelle aree interessate dagli interventi in esame. In particolare, per quanto riguarda le indagini ambientali, sono stati eseguiti alcuni sondaggi in corrispondenza delle aree già classificate da ISPRA come “viola”. In fase di carotaggio, analogamente a quanto accaduto nelle precedenti campagne di indagine, in alcuni punti di campionamento non è stato possibile effettuare alcun prelievo e in altri la carota è risultata significativamente più corta di quanto previsto, per la presenza di un substrato sovra consolidato molto vicino alla quota del fondale marino.

Pertanto è stato possibile eseguire le determinazioni analitiche esclusivamente in sei punti, per un totale di 30 campioni.

Dei sondaggi andati a buon fine, tre sono localizzati nella parte più interna della Darsena Polisettoriale (S001, S002 e S003), uno si trova a metà altezza della Darsena, in prossimità del molo container (S004) e due (S008 e S009) sono ubicati rispettivamente all'interno e all'esterno dell'area di ampliamento del V sporgente (vedi

Figura 3 – Sondaggi realizzati nella terza campagna di caratterizzazio).

I campioni di sedimento esaminati hanno presentato uno stato di contaminazione particolarmente significativa in corrispondenza di alcuni dei sondaggi effettuati, principalmente dovuta alla presenza di elevate concentrazioni di alcune sostanze organiche e, in minor misura, di elementi metallici.

Tale situazione è stata riscontrata da un confronto dei risultati delle indagini eseguite con i valori di intervento definiti da ISPRA (ex ICRAM) per il SIN di Taranto (rif. ICRAM doc. # CII-Pr-PU-TA-valori.intervento-01.04), che permettono di individuare la necessità di interventi di bonifica nelle aree oggetto di indagine.

Analogamente alle elaborazioni svolte da ISPRA in occasione delle precedenti campagne di caratterizzazione eseguite nelle aree d'interesse, la valutazione dei risultati della presente campagna è stata effettuata confrontando i valori di concentrazione rilevati per i parametri analizzati con i valori d'intervento sopra citati, con i limiti della colonna B della Tabella 1, All. V, Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e con i limiti di pericolosità definiti nell'All. D alla Parte IV del D.Lgs. 152/2006.

In particolare, per quanto riguarda i limiti di pericolosità relativi alla presenza di idrocarburi, si è fatto riferimento al citato parere espresso dall'Istituto Superiore di Sanità del 05/07/2006 n. 0036565 e alla sua integrazione Protocollo n. 32074 del 23/06/2009, predisposta sulla base del 30° e 31° ATP della direttiva 67/548/CEE e s.m.i., secondo cui:

...il materiale contenente "Idrocarburi Totali" è da considerarsi pericoloso solo se la concentrazione degli stessi è maggiore di 1000 mg/kg s.s. e contiene almeno uno degli Idrocarburi Policiclici Aromatici, classificati dalla UE "Carc. Cat. 1" oppure "Carc. Cat. 2" in base all'Allegato 1 direttiva 67/548/CEE aggiornato al 29° ATP recepito con DM 28/02/2006, in concentrazione superiore a quella indicata in Tabella. Detta concentrazione andrà riferita al peso secco dell'intero campione di rifiuto.

Numero d'Indice	Numero CAS	Nome sostanza	Valore limite	Sinonimo
601-032-00-3	50-32-8	Benzo[a]pirene	100 mg/kg	Benzo [def] crisene
601-041-00-2	53-70-3	Dibenzo[ah]antracene	100 mg/kg	
601-034-00-4	205-99-2	Benzo[e]acefenantrilene	1000 mg/kg	Benzo[e]fluorantene
601-049-00-6	192-97-2	Benzo[e]pirene	1000 mg/kg	
601-035-00-X	205-82-3	Benzo[j]fluorantene	1000 mg/kg	
601-036-00-5	207-08-9	Benzo[k]fluorantene	1000 mg/kg	
601-033-00-9	56-55-3	Benzo[a]antracene	1000 mg/kg	
601-048-00-0	218-01-9	Crisene	1000 mg/kg	Benzo[a]fenantrene

Tabella 3 - Limiti di pericolosità per IPA markers di cancerogenicità (fonte: I.S.S.).

...in attesa di specifiche metodiche di riferimento, gli Idrocarburi Totali (THC) sono indicativamente da considerare come sommatoria di Idrocarburi leggeri ($C \leq 12$) e di Idrocarburi pesanti ($C > 12$).

Non si condivide l'ipotesi di considerare pericoloso un rifiuto contenente idrocarburi in concentrazione superiore al 3% (30.000 mg/kg)...

Sulla base di quanto sopra riportato, i campioni oggetto di indagine sono stati classificati secondo i criteri adottati da ISPRA (vedi paragrafo 2). In questa occasione, però, non è stata eseguita l'elaborazione geostatistica, ma unicamente una valutazione dei dati puntuali basata sul confronto dei valori di concentrazione riscontrati nei campioni esaminati con le serie di valori limite sopra citate: valori di intervento, C.S.C. e limiti di pericolosità.

Nelle Figure da 23 a 28 sono rappresentati i punti di campionamento, per strati successivi di 50 cm e fino alla profondità di 3 m, colorati in funzione della valutazione della qualità dei sedimenti analizzati, effettuata in base ai criteri sopra citati. Tale rappresentazione riguarda esclusivamente i 30 campioni effettivamente sottoposti alle determinazioni analitiche, per i quali è stato possibile effettuare una valutazione qualitativa.

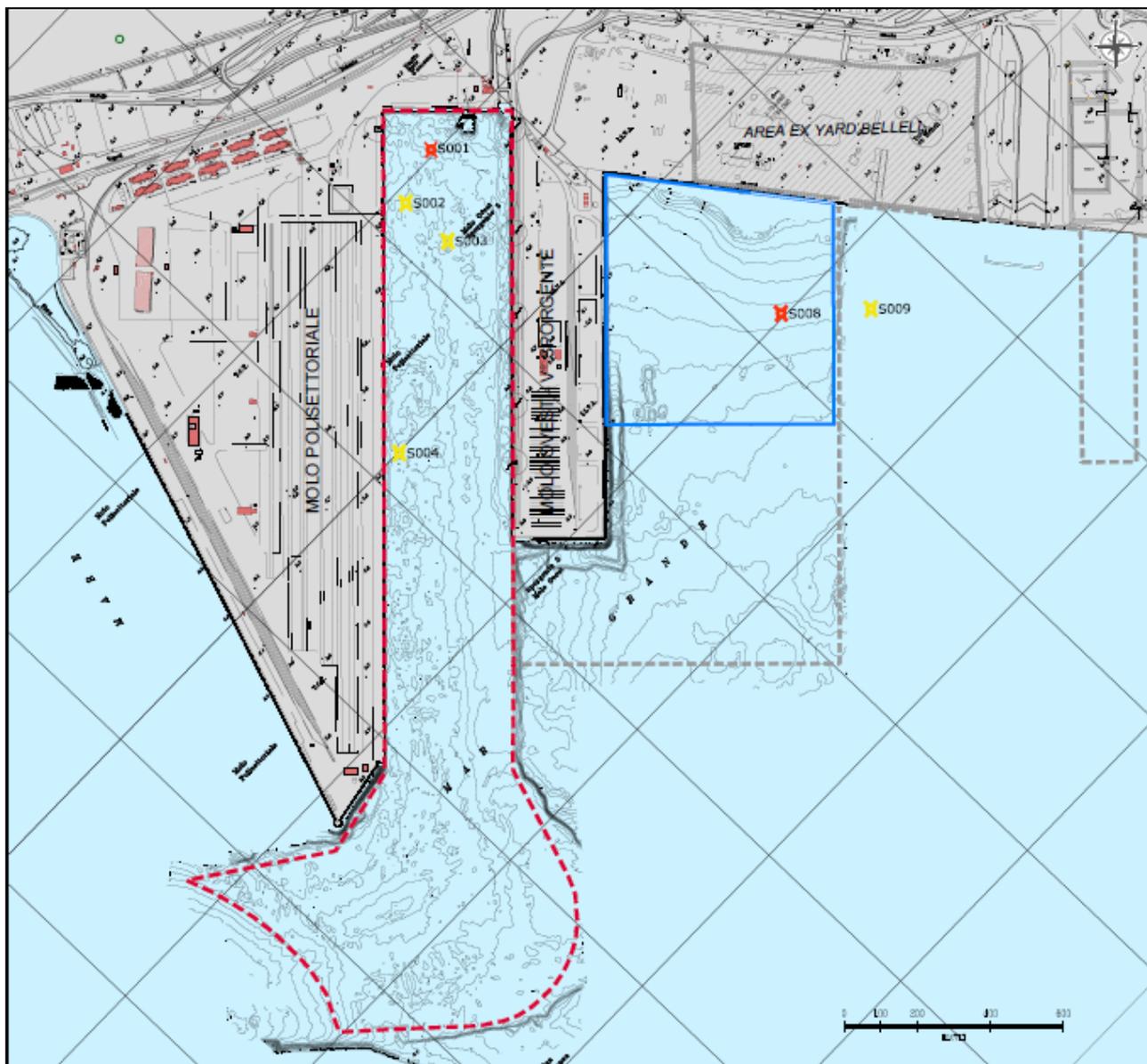


Figura 23 - Visualizzazione dei superamenti totali relativi allo strato 0-50 cm

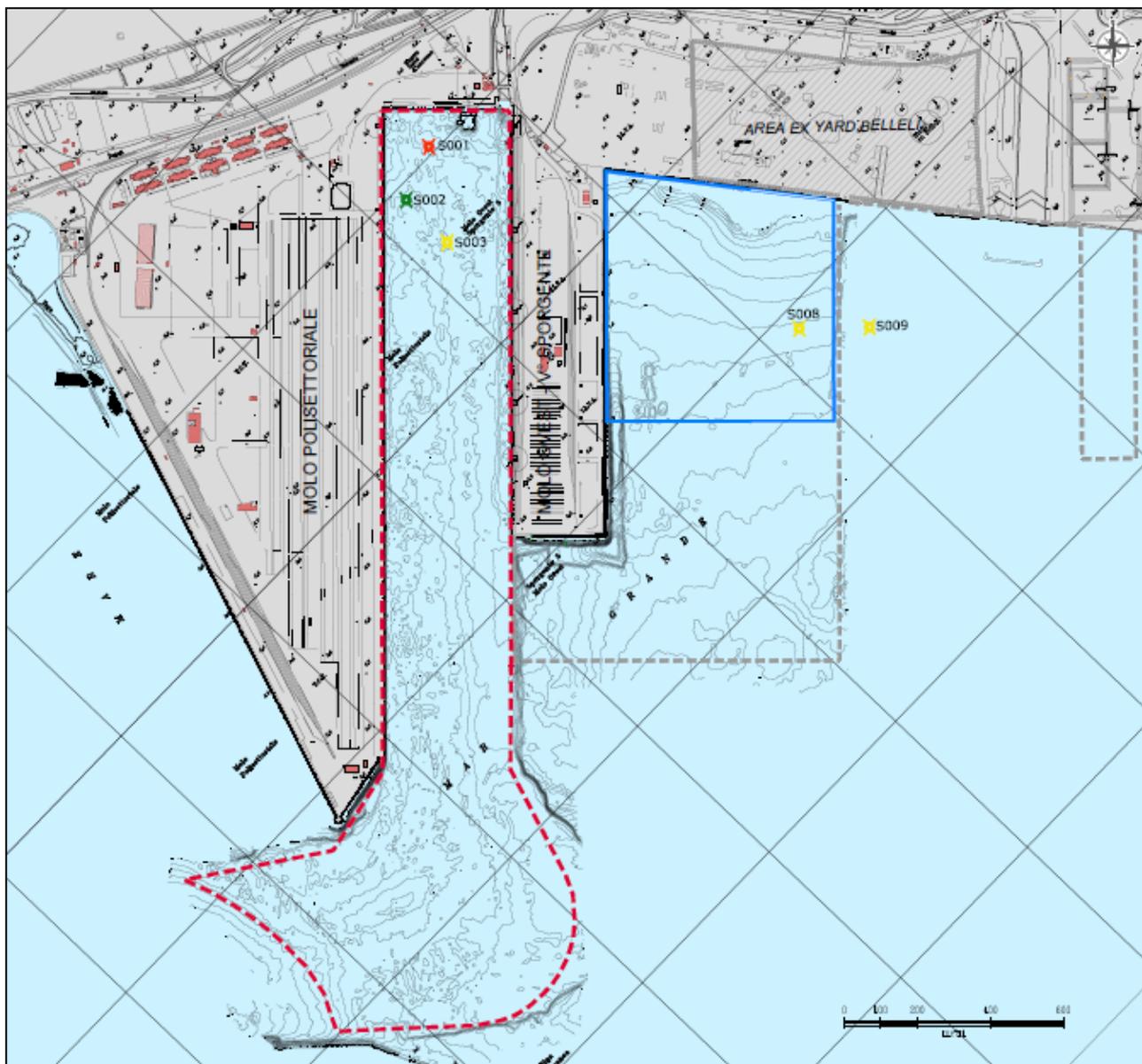


Figura 24 - Visualizzazione dei superamenti totali relativi allo strato 50-100 cm

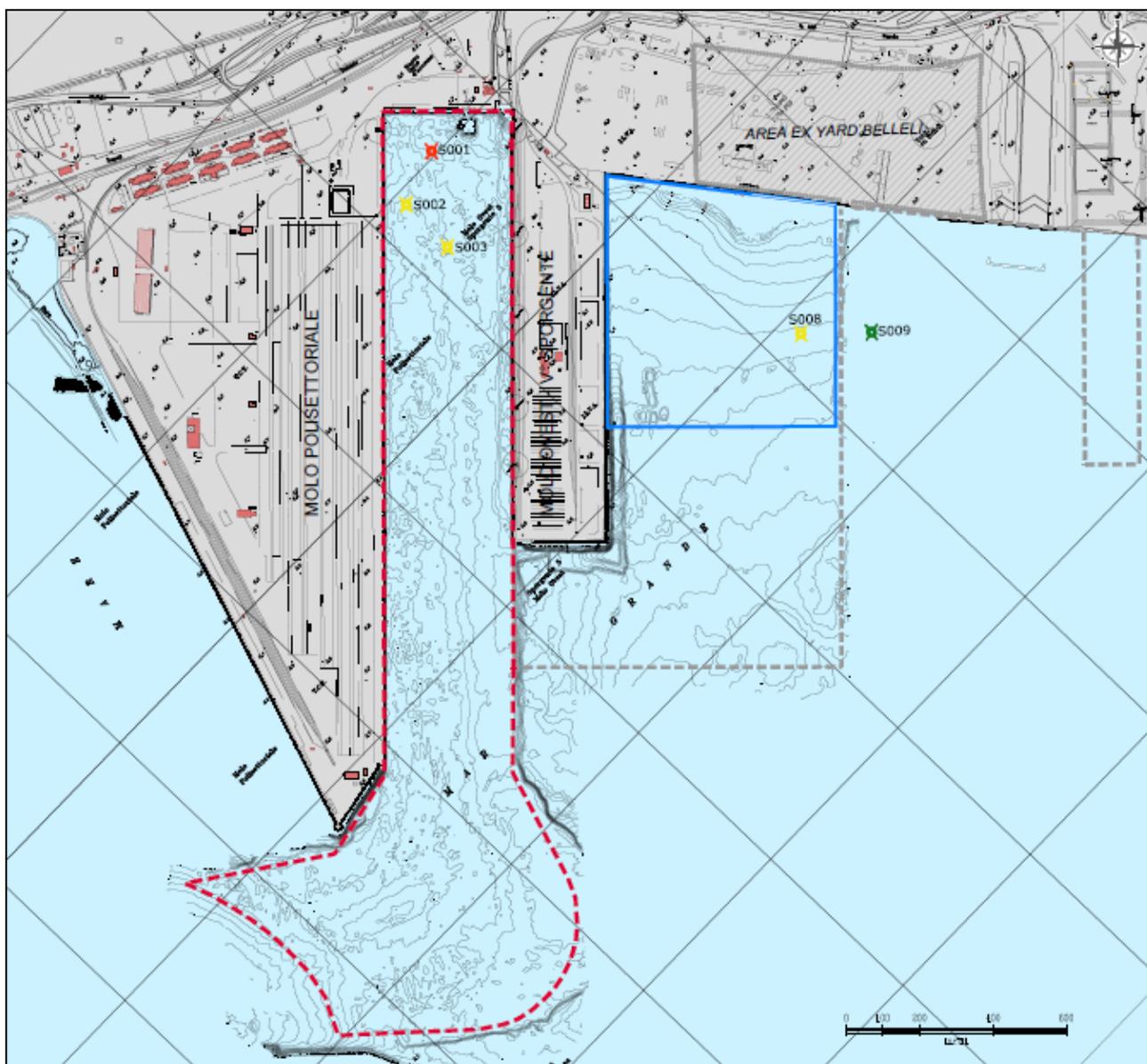


Figura 25 - Visualizzazione dei superamenti totali relativi allo strato 100-150 cm

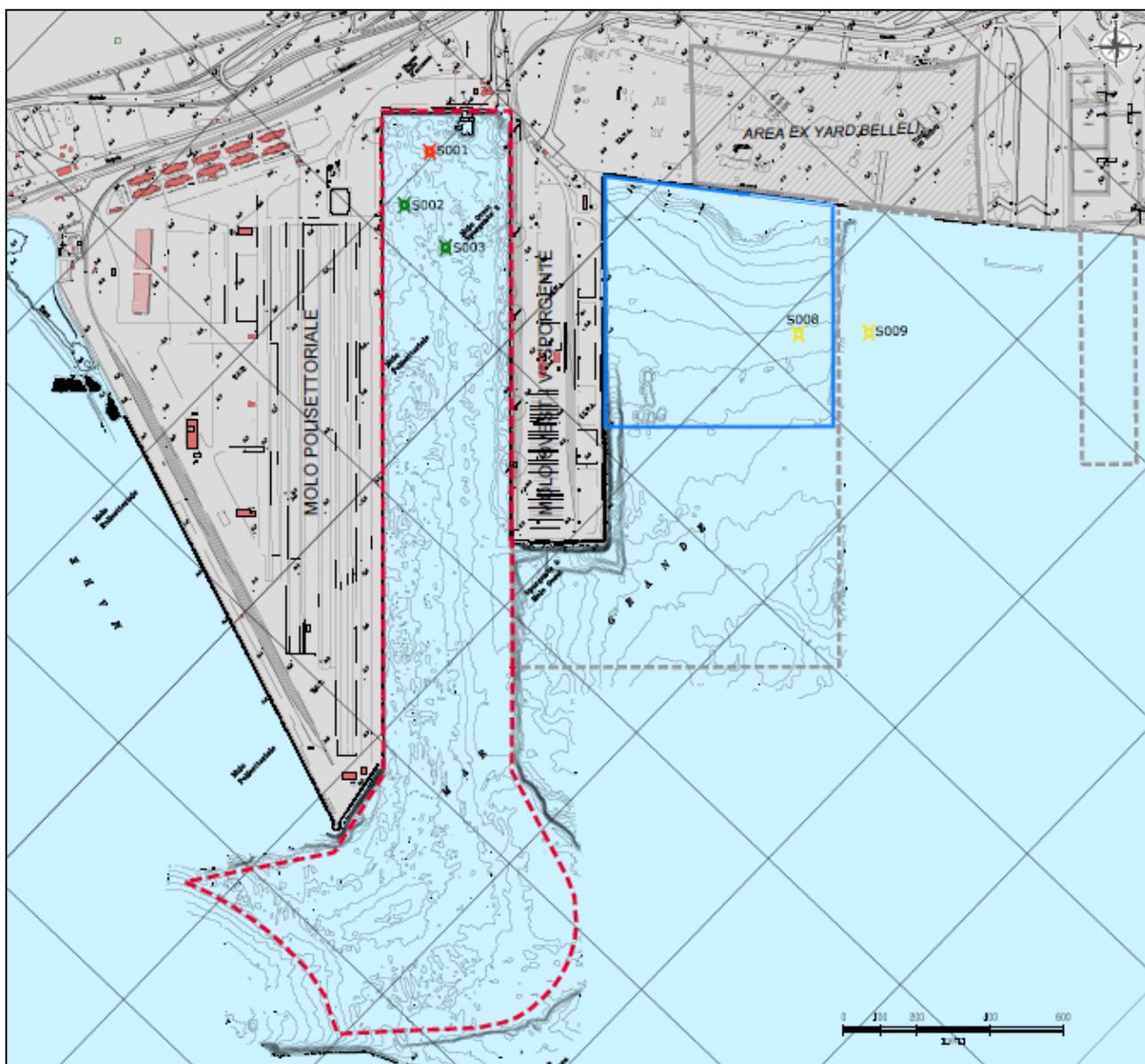


Figura 26 - Visualizzazione dei superamenti totali relativi allo strato 150-200 cm

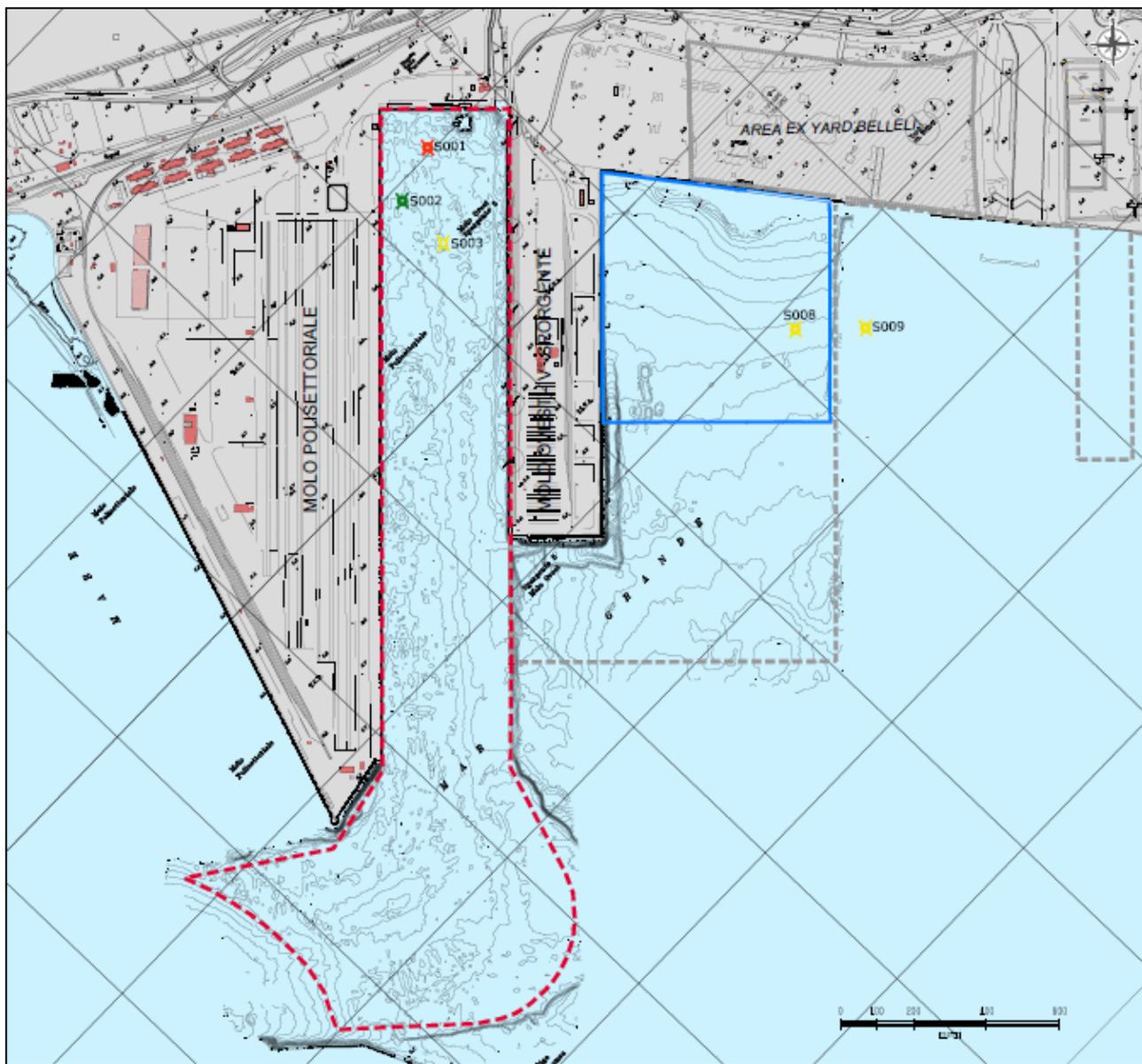


Figura 27 - Visualizzazione dei superamenti totali relativi allo strato 200-250 cm

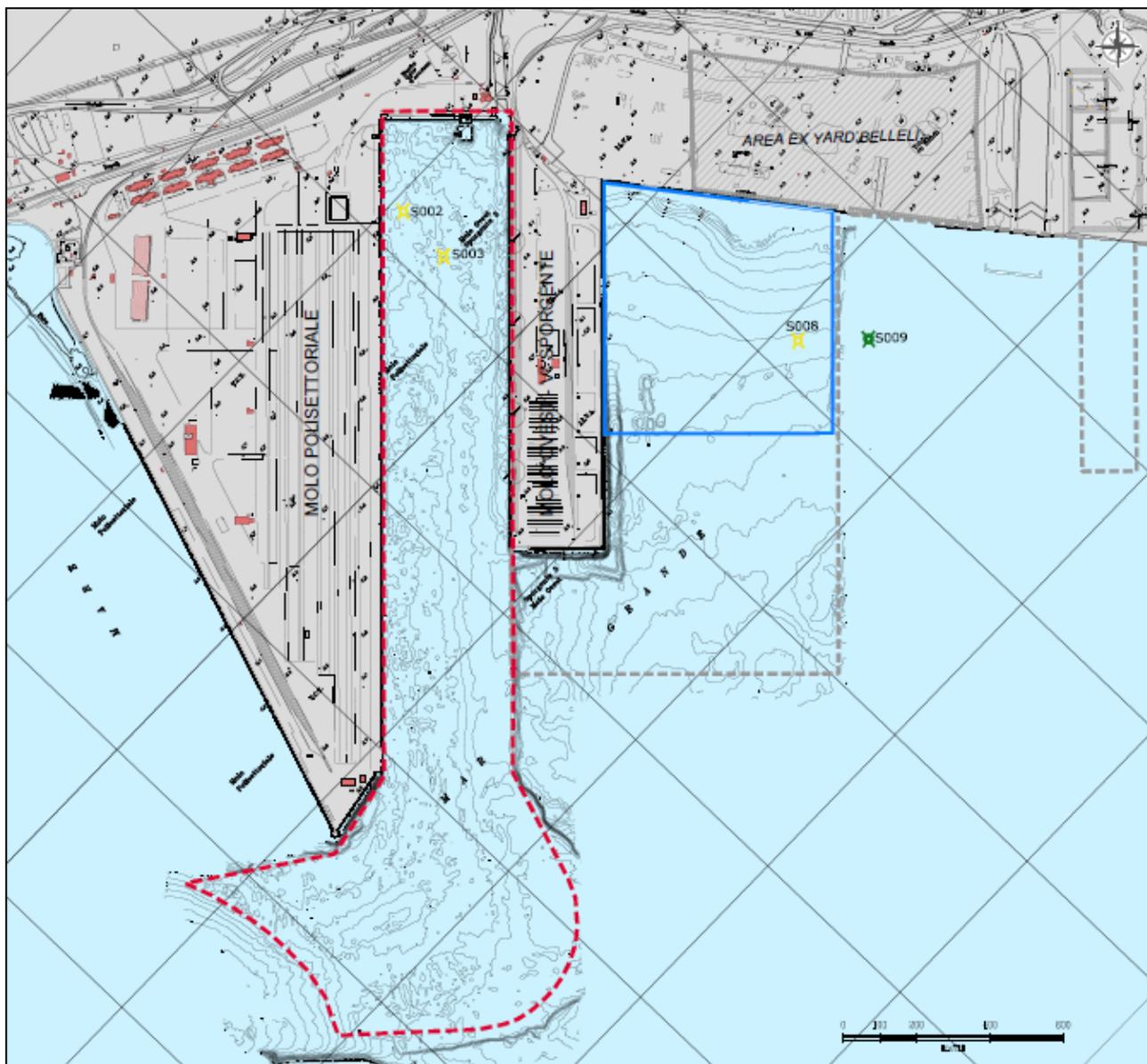


Figura 28 - Visualizzazione dei superamenti totali relativi allo strato 250-300 cm

Tutti i campioni prelevati in corrispondenza del sondaggio **S001**, prossimo allo scarico ILVA, sono stati classificati come **“rossi”**, in quanto la concentrazione in essi rilevata per il parametro idrocarburi pesanti (C>12) è superiore al limite di colonna B (750 mg/kg s.s.), essendo compresa tra 829 e 3804 mg/kg s.s.; in ogni caso, laddove superiore ai 1000 mg/kg s.s., le concentrazioni rilevate per gli Idrocarburi Policiclici Aromatici markers di cancerogenicità analizzati sono risultate inferiori ai relativi limiti di pericolosità (vedi Tabella 1). Relativamente ai suddetti parametri, il campione più contaminato risulta essere quello ricavato dal livello 150-200 cm per il quale si hanno le massime concentrazioni di idrocarburi pesanti e di IPA riscontrate nel sondaggio in esame (benzo (a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(k,j) fluorantene, indeno(1,2,3-c,d)pirene e IPA totali superano tutti i limiti di colonna B). Per quanto riguarda i PCB, il valore di concentrazione rilevato è compreso tra il valore di intervento e il limite di colonna B in tutti i campioni. I metalli pesanti

analizzati si mantengono tutti ben al di sotto dei rispettivi limiti di colonna B, superando i valori di intervento in tutti i livelli analizzati, ad eccezione del campione più profondo (200-250 cm). In particolare superano i rispettivi valori d'intervento Zn (nei livelli 0-50 cm, 50-100 cm, 100-150 cm e 150-200 cm), Pb (nei livelli 100-150 cm e 150-200 cm), As, Cd, Cu, V (tutti in corrispondenza del livello 100-150 cm) e Cr totale (nel livello 50-100 cm).

Il sondaggio **S002** risulta contaminato esclusivamente da IPA, che presentano concentrazioni comprese tra valori d'intervento e limiti di colonna B nei livelli 0-50 cm (benzo(b)fluorantene, indeno(,2,3-c,d)pirene, dibenzo(a,h)antracene e benzo(g,h,i)perilene), 100-150 cm (indeno(,2,3-c,d)pirene) e 250-300 cm (indeno(,2,3-c,d)pirene, dibenzo(a,h)antracene e benzo(g,h,i)perilene). Tali campioni sono pertanto classificati come **"gialli"**. I livelli 50-100 cm, 150-200 cm e 200-250 cm risultano non contaminati, in quanto non presentano parametri con concentrazioni superiori ai valori d'intervento e sono classificati come **"verdi"**. I metalli pesanti non risultano superare i rispettivi valori d'intervento in alcun livello del sondaggio in esame.

Per quanto riguarda il sondaggio **S003**, il livello più superficiale (0-50 cm) risulta essere quello maggiormente contaminato, in quanto presenta concentrazioni di idrocarburi pesanti (C>12), di alcuni IPA (benzo(a)antracene, benzo(k,j)fluorantene, indeno(1,2,3-c,d)pirene, dibenzo(a,h)antracene, benzo(g,h,i)perilene e IPA totali) e di PCB compresi tra valori d'intervento e limiti di colonna B. I rimanenti livelli presentano una situazione analoga per i parametri indeno(,2,3-c,d)pirene (livelli 50-100 cm e 100-150 cm), benzo(g,h,i)perilene (livello 50-100 cm), PCB (livello 200-250 cm) e etilbenzene (livelli 200-250 cm e 250-300 cm). I metalli pesanti analizzati non risultano superare i rispettivi valori d'intervento in alcun livello del sondaggio in esame. Pertanto tutti i campioni esaminati rientrano in classe **"gialla"**, ad eccezione del livello 150-200 cm, che risulta incontaminato e pertanto **"verde"**.

In corrispondenza del sondaggio **S004** è stato analizzato il solo livello superficiale (0-50 cm), che presenta concentrazioni di alcuni IPA (indeno(,2,3-c,d)pirene, dibenzo(a,h)antracene e benzo(g,h,i)perilene), etilbenzene, diclorometano e cloruro di vinile comprese tra valori d'intervento e limiti di colonna B, mentre i risultati relativi a tutti gli altri parametri si mantengono al di sotto dei valori di intervento. Tale campione risulta classificato come **"giallo"**.

Il sondaggio **S008**, in corrispondenza del livello superficiale 0-50 cm, presenta la situazione più gravosa riscontrata nell'intera campagna di indagini, evidenziando una elevata presenza di idrocarburi pesanti (C>12), la cui concentrazione è risultata pari a 2857 mg/kg s.s. e di IPA, tra i quali le concentrazioni di alcuni dei markers di cancerogenicità analizzati superano ampiamente i limiti di colonna B, pur mantenendosi al di sotto dei rispettivi limiti di pericolosità (benzo(a)antracene con 41,566 mg/kg s.s., benzo(k,j)fluorantene con 41,238 mg/kg s.s., benzo(a)pirene con 16,626 mg/kg s.s., dibenzo(a,h)antracene con 20,101 mg/kg s.s.), così come le concentrazioni dei rimanenti IPA rilevati (benzo(b)fluorantene con 36,572 mg/kg s.s., indeno(1,2,3-c,d)pirene con 43,010 mg/kg s.s., benzo(g,h,i)perilene con 22,511 mg/kg s.s.); anche i PCB presentano un valore di concentrazione compreso tra limite di colonna B e limite di pericolosità (5,515 mg/kg s.s.). Dei rimanenti analiti, pirene, crisene ed etilbenzene tra i composti organici e arsenico, cadmio, mercurio, piombo, rame e zinco tra i metalli pesanti presentano concentrazioni comprese tra valori d'intervento e limiti di colonna B. Il campione 0-50 cm è pertanto da

considerarsi classificato come **“rosso”**. Tutti gli altri livelli analizzati sono risultati di classe **“gialla”** grazie alla presenza di concentrazioni comprese tra valori d'intervento e limiti di colonna B per indeno(1,2,3-c,d)pirene, dibenzo(a,h)antracene, benzo(g,h,i)perilene (livelli 50-100 cm e 100-150 cm), etilbenzene (livelli 100-150 cm e 200-250 cm), triclorometano (livello 100-150 cm), cloruro di vinile (livelli 100-150 cm, 150-200 cm e 200-250 cm) e, tra i metalli pesanti, per arsenico (in tutti i livelli) e vanadio (livello 150-200 cm).

Dei campioni prelevati in corrispondenza del sondaggio **S009**, i livelli 0-50 cm, 50-100 cm, 150-200 cm e 200-250 cm presentano valori di concentrazione compresi tra valori d'intervento e limiti di colonna B per indeno(1,2,3-c,d)pirene (livello 50-100 cm), etilbenzene (livelli 0-50 cm, 150-200 cm e 200-250 cm), tricloroetano (livelli 50-100 cm e 150-200 cm) e arsenico (livello 50-100 cm), risultando pertanto classificati come **“gialli”**. I i livelli 100-150 cm e 250-300 cm non presentano alcun superamento dei valori d'intervento per i parametri analizzati, risultando pertanto di classe **“verde”**.

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dalle campagne di caratterizzazione eseguite nelle aree della Darsena Polisettoriale e di ampliamento del V sporgente è emerso uno stato di generale contaminazione dei fondali marini, in particolar modo dovuto alla presenza significativa di idrocarburi, di IPA e di alcuni metalli pesanti. La classificazione dei sedimenti eseguita nel 2009 da ISPRA può considerarsi confermata dalla più recente campagna eseguita da Sogesid, seppur relativa a un numero limitato di punti di campionamento. In quest'ultima, a differenza delle precedenti, non è stato superato il limite di pericolosità per nessuno dei campioni analizzati, ma sono stati rilevati valori di concentrazione molto elevati per idrocarburi totali e alcuni IPA, che si avvicinano a tale limite, in corrispondenza delle aree già classificate "viola".

Si conferma pertanto lo stato di compromissione dei fondali delle aree interessate dalla presente progettazione, che necessitano di interventi di bonifica per l'intero strato più superficiale (0-50 cm) e, nelle aree più interne della Darsena Polisettoriale e dell'area di ampliamento del V sporgente, rispettivamente fino a 2 e 3 m di profondità.