



Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Ligure Orientale  
Porti di La Spezia e  
Marina di Carrara

Presidente: Dott. Mario Sommariva  
Segretario Generale: Ing. Federica Montaresi

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Mirko Leonardi

# PIANO REGOLATORE PORTUALE DI MARINA DI CARRARA

**CIG: 949570145B**

LIVELLO

PRP

ELABORATO

## VALUTAZIONE INTEGRATA SULLA QUALITÀ AMBIENTALE DI SEDIMENTI MARINI DA SOTTOPORRE A DRAGAGGIO NEL PORTO DI MARINA DI CARRARA

Redazione del Piano Regolatore Portuale:



Modellistica numerica di supporto:



ELABORATO <b>G.1.04</b>	SCALA	NS. RIF. PRP-MDC_G.1.04_ 23dic2022.DOCX	COMMESSA – NN. A4 MDC2023 - 27	
DATA 23 dicembre 2022	REVISIONE	REDATTORE	CONTROLLO	APPROVAZIONE

A TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETÀ DI QUESTO ELABORATO, CON DIVIETO DI RIPRODURLO,  
ANCHE IN PARTE, O DI RENDERLO NOTO A TERZI SENZA LE NECESSARIE AUTORIZZAZIONI

**All'Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Ligure Orientale  
Porti di La Spezia e Marina di Carrara  
c.a. Ing. Mirko Leonardi  
Dirigente Ufficio Tecnico e di  
Pianificazione Infrastrutturale  
p.c. Ing. Ivano Melito  
Ufficio Tecnico  
[protocollo@pec.adspmarligureorientale.it](mailto:protocollo@pec.adspmarligureorientale.it)**

**e p.c.  
Agenzia Regionale per la protezione  
ambientale della Toscana  
Ing. Marcello Mossaverre  
Direttore Tecnico ARPAT  
Dott.ssa Licia Lotti  
Responsabile Dipartimento Massa  
Carrara  
Ing. Stefano Santi  
Responsabile Settore Supporto Tecnico  
Dipartimento Massa Carrara  
[arp.at.protocollo@postacert.toscana.it](mailto:arp.at.protocollo@postacert.toscana.it)**

**OGGETTO: Trasmissione Nota Tecnica per la Valutazione integrata sulla qualità ambientale di  
sedimenti marini da sottoporre a dragaggio nel porto di Marina di Carrara.**

Facendo seguito alla nota Prot.N.0053464 del 29.09.2022 con la quale Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale ha richiesto alla Sezione per la Valutazione del Rischio Ecologico di Livorno il supporto al fine di applicare nell'elaborazione dei dati con Sediqualssoft i valori di fondo naturale dei sedimenti determinati da ARPAT per Marina di Carrara nello Studio del Maggio 2017, si trasmette la nota in oggetto.

Cordiali saluti

**Il Responsabile del Centro Nazionale per la  
caratterizzazione ambientale e la protezione della fascia  
costiera, la climatologia marina e l'oceanografia operativa  
*Ing. Maurizio Ferla***

**All'Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Ligure Orientale  
Porti di La Spezia e Marina di Carrara  
c.a. Ing. Mirko Leonardi  
Dirigente Ufficio Tecnico e di  
Pianificazione Infrastrutturale  
p.c. Ing. Ivano Melito  
Ufficio Tecnico  
[protocollo@pec.adspmarligureorientale.it](mailto:protocollo@pec.adspmarligureorientale.it)**

**e p.c.  
Agenzia Regionale per la protezione  
ambientale della Toscana  
Ing. Marcello Mossaverre  
Direttore Tecnico ARPAT  
Dott.ssa Licia Lotti  
Responsabile Dipartimento Massa  
Carrara  
Ing. Stefano Santi  
Responsabile Settore Supporto Tecnico  
Dipartimento Massa Carrara  
[arp.at.protocollo@postacert.toscana.it](mailto:arp.at.protocollo@postacert.toscana.it)**

**OGGETTO: Trasmissione Nota Tecnica per la Valutazione integrata sulla qualità ambientale di sedimenti marini da sottoporre a dragaggio nel porto di Marina di Carrara.**

Facendo seguito alla nota Prot.N.0053464 del 29.09.2022 con la quale Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale ha richiesto alla Sezione per la Valutazione del Rischio Ecologico di Livorno il supporto al fine di applicare nell'elaborazione dei dati con SediquaSoft i valori di fondo naturale dei sedimenti determinati da ARPAT per Marina di Carrara nello Studio del Maggio 2017, si trasmette la nota in oggetto.

Cordiali saluti

**Il Responsabile del Centro Nazionale per la  
caratterizzazione ambientale e la protezione della fascia  
costiera, la climatologia marina e l'oceanografia operativa  
*Ing. Maurizio Ferla***

## NOTA TECNICA

# Valutazione integrata sulla qualità ambientale di sedimenti marini da sottoporre a dragaggio nel porto di Marina di Carrara



**Responsabile scientifico: David Pellegrini**

**A cura di:**

**Lorenzo Morroni**

**Maria Elena Piccione**

**Fulvio Onorati**

**Cristian Mugnai**

## PREMESSA

L'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale (ADSPMLO) ha in corso la progettazione dell'intervento di dragaggio del canale di accesso e del bacino portuale del porto di Marina di Carrara, per il mantenimento della funzionalità e della fruibilità dello scalo.

A tal fine ADSP MLO ha realizzato, tramite il supporto di Bioscience Research Center srl e contributi tecnici di Envitech srl, la caratterizzazione e la classificazione della qualità ambientale dei sedimenti marini dell'area di interesse in conformità con il D.M. 173/2016, quale riferimento normativo a supporto alla progettazione esecutiva dell'opera di dragaggio ed all'istanza di autorizzazione alla gestione dei sedimenti da presentare all'organo regionale di competenza. Le classi di qualità dei sedimenti oggetto di dragaggio sono state determinate per mezzo dei criteri di integrazione ponderata applicati tramite il software SediquaSoft® v.109, in conformità con le indicazioni di cui all'Allegato Tecnico al D.M. 173/2016.

A partire da tale elaborazione ADSP MLO ha richiesto, tramite PEC (Prot.N.0053464/2022 del 29/09/2022), il supporto di ISPRA per verificare, mediante l'elaborazione dei dati con SediquaSoft, la fattibilità dell'applicazione dei valori di fondo naturale dei sedimenti, determinati da ARPAT per Marina di Carrara nello Studio di maggio 2017\*, così come previsto dalla normativa vigente, in modo da meglio valutare eventuali differenze nelle opzioni di gestione del materiale dragato. Tale intervento è stato richiesto in analogia a quanto già avvenuto per la classificazione ambientale dei sedimenti marini caratterizzati nella medesima area di studio nell'ambito della Convenzione sottoscritta nel 2015 tra ISPRA e ADSP MLO.

## MATERIALI E METODI

### *Area di dragaggio*

Come anticipato, il Porto sarà sottoposto ad un intervento di dragaggio per riportare la profondità dei fondali nella conformazione ottimale per le attività marittime ed il transito navale. Tale dragaggio, tutt'ora in fase di progettazione, interesserà sia la rada portuale protetta dalle banchine sia la porzione antistante all'imboccatura portuale. L'area di dragaggio è stata suddivisa in 53 aree unitarie, di tipologia 1 (50x50m), 2 (100x100m) e 3 (200x200m), conformemente ai disegni di campionamento previsti dall'Allegato Tecnico al D.M. 173/2016 (Percorso I di caratterizzazione, trattandosi di aree portuali).

\* Studio per la determinazione dei valori di fondo naturale nei sedimenti e nelle acque marine costiere della Toscana - Rapporto finale aggiornato. ARPAT, maggio 2017.

Il disegno di campionamento per l'ambito portuale, predisposto da Envitech srl su indicazioni dirette della Committente, ha ricompreso l'intera superficie interessata dalle prossime operazioni di dragaggio e lo spessore di sedimenti da rimuovere per la riconfigurazione della batimetria di esercizio dell'area portuale e del canale di avamposto.

*Criteria per la classificazione della qualità del sedimento*

Le risultanze delle analisi fisico-chimiche ed ecotossicologiche sono state elaborate applicando i criteri di integrazione ponderata di cui alle Appendici 2B e 2C dell'Allegato tecnico al D.M. 173/2016. Nello specifico i dati sono stati elaborati in un modello di analisi di rischio (Sediqualsoft 109.0®) basato su un approccio quantitativo del tipo Weight Of Evidence (WOE), in grado di integrare i risultati ottenuti da diverse tipologie di indagine (o linee di evidenza, LOEs), nella valutazione di rischio ecologico (Piva *et al.*, 2011; Benedetti *et al.*, 2012). L'attribuzione della classe di qualità ai sedimenti esaminati scaturisce dall'integrazione della classificazione ecotossicologica e chimica, ottenuta attraverso l'applicazione dei criteri di integrazione ponderata (Tabella 1) ed è collegata alle relative opzioni di gestione del materiale dragato (Figura 1).

Tabella 1 - classificazione della qualità dei sedimenti risultante dall'applicazione dei criteri di integrazione ponderata (HQ= *hazard quotient*;  $HQ_c$  =quoziente di pericolo chimico), Tab. 2.7 del D.M. 173/16

Classe di pericolo ecotossicologico elaborato per l'intera batteria ( $HQ_{Batteria}$ )	Classificazione chimica	Classe di Qualità del materiale
<b>Assente</b>	$HQ_c (L2) \leq$ Trascurabile	<b>A</b>
	Basso $\leq HQ_c (L2) \leq$ Medio	<b>B</b>
	$HQ_c (L2) =$ Alto	<b>C</b>
	$HQ_c (L2) >$ Alto	<b>D</b>
<b>Basso</b>	$HQ_c (L1) \leq$ Basso	<b>A</b>
	$HQ_c (L1) \geq$ Medio e $HQ_c (L2) \leq$ Basso	<b>B</b>
	Medio $\leq HQ_c (L2) \leq$ Alto	<b>C</b>
	$HQ_c (L2) >$ Alto	<b>D</b>

Medio	HQ <sub>c</sub> (L2) ≤ Basso	C
	HQ <sub>c</sub> (L2) ≥ Medio	D
≥ Alto	HQ <sub>c</sub> (L2) ≤ Basso	D
	HQ <sub>c</sub> (L2) ≥ Medio	E

### OPZIONI DI GESTIONE



Figura 1 – Opzioni di gestione compatibili con la classificazione di qualità del materiale

Tale Classificazione viene ottenuta nel presente studio dall'integrazione della caratterizzazione chimica dei sedimenti (LOE-1) e della caratterizzazione ecotossicologia mediante una batteria di saggi (LOE-2).

Per quanto riguarda il modulo relativo alla caratterizzazione chimica dei sedimenti (LOE-1), il modello prevede che ai vari composti chimici analizzati venga assegnato un “peso” diverso a seconda della loro inclusione nella lista delle sostanze prioritarie o pericolose e prioritarie identificate dalla Direttiva 2008/105/CE. I valori misurati sono poi confrontati con dei livelli di riferimento che derivano da riferimenti sia normativi che di carattere scientifico. Nell’elaborazione dei dati sulla caratterizzazione chimica dei sedimenti di Marina di Carrara, i valori di riferimento utilizzati sono stati i livelli L1 e L2 nazionali riportati dall’allegato tecnico al D.M 173 del 2016, che costituiscono i riferimenti normativi attuali in materia di dragaggi portuali (Tabella 2). Il conseguente giudizio chimico, diviso in 5 classi, è stato successivamente integrato con quello ecotossicologico nell’integrazione ponderata per permettere la classificazione finale dei sedimenti.

#### *Elaborazioni ISPRA sulla classificazione della qualità del sedimento*

In aggiunta alla classificazione della qualità dei sedimenti da dragare, effettuata secondo i criteri sopra descritti, ISPRA ha effettuato ulteriori elaborazioni con una versione di Sediqualsoft appositamente realizzata con valori soglia modificabili.

Si è proceduto con elaborazioni successive dei dati di caratterizzazione chimica (LOE1) ed ecotossicologica (LOE2) forniti da ADSP MLO, variando i livelli chimici di riferimento. In particolare oltre ai valori soglia nazionali L1 ed L2 (Tabella 2), sono stati utilizzati anche i valori di fondo naturale (L1) definiti da ARPAT nel Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Massa Carrara (Tabella 3) e i valori di fondo naturale regionali (L1) relativi alla costa Toscana (Tabella 4) (per entrambi i riferimenti si veda lo “Studio per la determinazione dei valori di fondo naturale nei sedimenti e nelle acque marine costiere della Toscana Rapporto finale aggiornato”, ARPAT, 2017). Ciò è stato possibile in riferimento a quanto riportato nel paragrafo 2.4.2 dell’allegato tecnico al D.M 173 del 2016: “I valori di riferimento L1 relativi al gruppo degli “Elementi in tracce” possono essere sostituiti su base locale dai valori corrispondenti al cosiddetto “fondo naturale” e inseriti nei Piani di gestione dei bacini idrografici”. Nello specifico sono stati definiti e confrontati 6 diversi scenari di classi di qualità del materiale utilizzando come limiti chimici:

1. L1 ed L2 nazionali
2. L1 ed L2 nazionali + L1 locale per sabbie litorali nel SIN di Massa Carrara solo nei campioni sabbiosi con pelite <50%

3. L1 ed L2 nazionali + L1 locale per sabbie litorali nel SIN di Massa Carrara solo nei campioni sabbiosi con pelite <25%
4. L1 locale regionale - L2 nazionale
5. L1 locale regionale - L2 nazionale + L1 locale per sabbie litorali nel SIN di Massa Carrara solo nei campioni sabbiosi con pelite <50%
6. L1 locale regionale - L2 nazionale + L1 locale per sabbie litorali nel SIN di Massa Carrara solo nei campioni sabbiosi con pelite <25%

Negli scenari da 1 a 3 sono stati utilizzati come base i valori L1 di riferimento nazionale, mentre da 4 a 6 L1 sono stati sostituiti con il valore regionale, lasciando L2 nazionale. In entrambi i casi è stato applicato L1 locale per sabbie litorali nel SIN di Massa Carrara solo nei campioni sabbiosi prevalenti, con soglia di pelite <50% (scenario 2 e 5) e <25% (scenario 3 e 6). Le sostituzioni riguardano esclusivamente i parametri chimici soggetti a variazione locale e riportati nelle Tabelle 3 e 4.

Durante l'impostazione dei livelli chimici, nei casi in cui L1 locale risulta più alto di L2 nazionale, L2 è stato impostato cautelativamente uguale a L1. Questo ha riguardato, in particolare, Ni e Cr, utilizzando L1 per sabbie litorali nel SIN di Massa Carrara, mentre per As e Ni L2 è stato impostato uguale a L1 considerando L1 locale a scala regionale.

Tabella 2 – Livelli chimici di riferimento nazionali.

PARAMETRO	L1	L2
<b>Elementi in tracce</b>	<b>[mg kg<sup>-1</sup>] p.s.</b>	
Arsenico	12	20
Cadmio	0,3	0,80
Cromo	50	150
Cr VI	2	2
Rame	40	52
Mercurio	0,3	0,80
Nichel	30	75
Piombo	30	70
Zinco	100	150
<b>Contaminanti organici</b>	<b>[µg kg<sup>-1</sup>] p.s.</b>	
Composti organostannici	5 <sup>(1)</sup>	7,7 <sup>(2)</sup>
Σ PCB <sup>(3)</sup>	8	60
Σ DDD <sup>(4)</sup>	0,8	7,8
Σ DDE <sup>(4)</sup>	1,8	3,7
Σ DDT <sup>(4)</sup>	1,0	4,8
Clordano	2,3	4,8
Aldrin	0,2	10 <sup>7</sup>
Dieldrin	0,7	4,3
Endrin	2,7	10
α-HCH	0,2	10 <sup>7</sup>
β-HCH	0,2	10 <sup>7</sup>
γ-HCH (Lindano)	0,2	1,0
Eptacloro epossido	0,6	2,7
HCB	0,4	50 <sup>7</sup>
Idrocarburi C>12	Non disponibile	50000
Σ IPA(16) <sup>(5)</sup>	900	4000
Antracene	24	245
Benzo[a]antracene	75	500
Benzo[a]pirene	30	100
Benzo[b]fluorantene	40	500 <sup>7</sup>
Benzo[k]fluorantene	20	500 <sup>7</sup>
Benzo[g,h,i]perilene	55	100 <sup>7</sup>
Crisene	108	846
Indenopirene	70	100 <sup>7</sup>
Fenantrene	87	544
Fluorene	21	144
Fluorantene	110	1494
Naftalene	35	391
Pirene	153	1398
Σ T.E. PCDD,PCDF <sup>(6)</sup> (Diossine e Furani) e PCB diossina simili	2 x 10 <sup>-3</sup>	1 X 10 <sup>-2*</sup>

Tabella 3 – Valori di fondo naturale (L1) nel sito di Interesse Nazionale di Massa Carrara

SIN	Matrice	mg/kg					
		Cd	Hg	Ni	Pb	As	Cr
Massa Carrara	Sabbie litorali	0,17	0,014	104	8,2	3,4	407

Tabella 4 – Valori di fondo naturali regionali (L1) relativi alla costa Toscana

mg/kg			
Hg	Ni	As	Cr
0,5	79	34	91

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Dal punto di vista granulometrico il 22% dei campioni caratterizzati mostra valori di pelite maggiori del 50%, il 55% contiene pelite con valori compresi tra il 50 e il 25%, mentre il 23% dei campioni ha meno del 25% di pelite. La distribuzione spaziale di tali risultati è mostrata nelle figure 2 (livello 0-50 cm), 3 (livello 50-100 cm) e 4 (livello 100-200 cm). I sedimenti più fini si trovano prevalentemente nelle aree adiacenti alla banchina NW del porto, in special modo negli strati superficiali (Figura 2), mentre i sedimenti prossimi all'imboccatura sono prevalentemente sabbiosi. Analizzando i risultati della caratterizzazione chimica ed ecotossicologica di queste ultime stazioni, non si notano particolari criticità, con classi di qualità del materiale tra A e B. Nello specifico, la predominanza di classi di qualità B, ottenute con l'applicazione dei limiti chimici nazionali, appare principalmente dovuta alle concentrazioni di Nichel e Cromo superiori ai limiti tabellari "nazionali", che non tengono conto dell'anomalia geochimica naturale del sedimento della costa apuana ("Relazione tecnica ai sensi del D.M. 173/2016 per la caratterizzazione dei sedimenti marini di Marina di Carrara", Bioscience Research Center, 2021). Le concentrazioni rilevate di Cromo risultano superiori al valore di L1 nazionale, mentre i livelli di Nichel risultano superiori anche a L2 nazionale (Tabella 2). Dai dati ottenuti nel corso della caratterizzazione effettuata, le concentrazioni dei due metalli non sembrano determinare un pericolo ecotossicologico, in quanto la quasi totalità dei campioni ha mostrato HQ < 1 (classe di pericolo "ASSENTE"). È quindi verosimile che Cromo e Nichel

possano essere presenti in forma cristallina, ovvero in associazione mineralogica nelle rocce costitutive, dunque resistenti alla lisciviazione e non biodisponibili, e probabilmente proveniente da apporti litologici delle alluvioni del Fiume Magra, caratterizzate da elevate percentuali di rocce ofiolitiche ricche di questi elementi (ARPAT 2017).

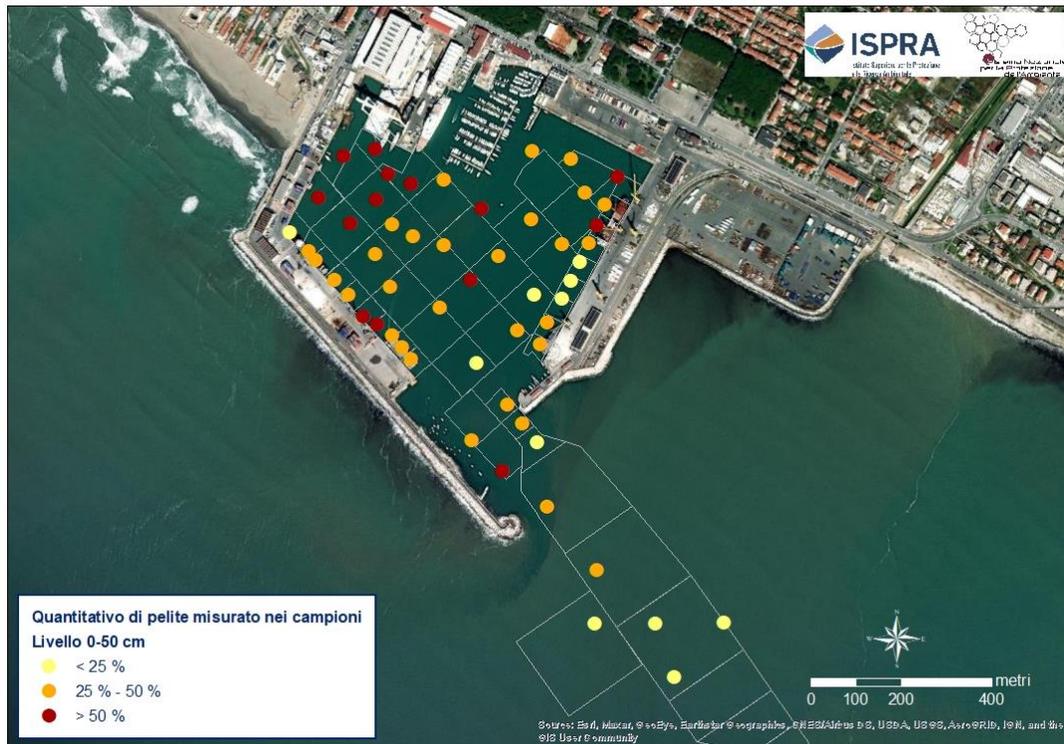


Figura 2 – Quantitativo di pelite nei campioni del livello 0-50 cm.

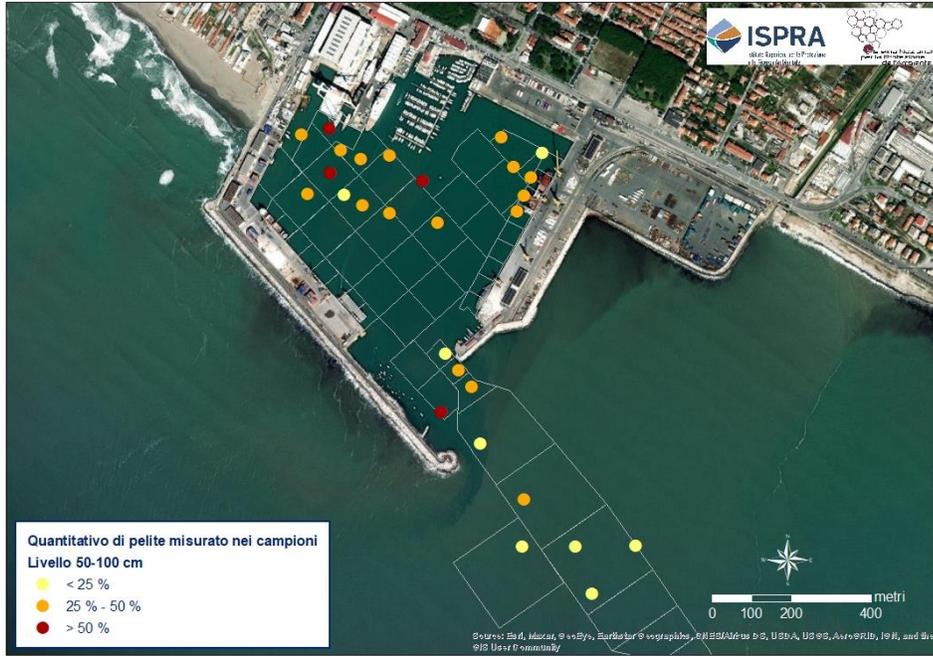


Figura 3 – Quantitativo di pelite nei campioni del livello 50-100 cm.



Figura 4 – Quantitativo di pelite nei campioni del livello 100-200 cm.

Tabella 5 – Classi di qualità dei sedimenti derivante dall'integrazione ponderata. I campioni evidenziati in grigio sono quelli oggetto di dragaggio.

Campione	CHIMICA NAZIONALE			CHIMICA CON L1 LOCALE		
	L1 ed L2 nazionali	L1 ed L2 nazionali + L1 locale sabbie litorali SIN per campioni con pelitte <25%	L1 ed L2 nazionali + L1 locale sabbie litorali SIN per campioni con pelitte <50%	L1 locale regionale - L2 nazionale	L1 locale regionale - L2 nazionale +L1 locale sabbie litorali SIN per campioni con pelitte <25%	L1 locale regionale - L2 nazionale +L1 locale sabbie litorali SIN per campioni con pelitte <50%
C1 0-50	B	B	B	B	B	B
C1 100-200	B	B	B	B	B	B
C1 50-100	B	B	B	B	B	B
C10 0-50	B	B	B	B	B	B
C10 50-100	B	B	B	B	B	B
C11 0-50	B	B	B	B	B	B
C12 0-50	A	A	A	A	A	A
C12 50-100	B	B	B	B	B	B
C13 0-50	A	A	A	A	A	A
C14A 0-50	B	B	A	B	B	A
C14A 100-150	B	A	A	B	A	A
C14A 50-100	B	A	A	B	A	A
C14B 0-50	B	B	A	B	B	A
C14B 100-150	B	A	A	B	A	A
C14B 50-100	B	A	A	B	A	A
C15 0-50	A	A	A	A	A	A
C15 50-100	B	B	B	B	B	B
C16 0-50	B	B	B	B	B	B
C16 100-150	B	B	B	B	B	B
C16 50-100	B	B	B	B	B	B
C17 0-50	A	A	A	A	A	A
C18 0-50	A	A	A	A	A	A
C19 0-50	A	A	A	A	A	A
C19 50-100	B	B	A	B	B	B
C2 0-50	B	B	B	B	B	B
C2 100-200	B	B	B	B	B	B
C2 50-100	B	B	D	B	D	D
C20 0-50	B	B	B	B	B	B
C20 50-100	B	B	B	B	B	B
C21 0-50	B	B	B	B	B	B
C21 50-100	A	A	A	A	A	A
C22 0-50	A	A	A	A	A	A
C23 0-50	A	A	A	A	A	A
C24 0-50	A	A	A	A	A	A
C25 0-50	A	A	A	A	A	A
C26 0-50	A	A	A	A	A	A
C27 0-50	A	A	A	A	A	A
C27 50-100	A	A	A	A	A	A
C28 0-50	A	A	A	A	A	A
C29 0-50	B	A	A	B	A	A
C3 0-50	D	D	D	D	D	D
C3 50-100	B	B	B	B	B	B
C30 0-50	A	A	A	A	A	A
C31 0-50	A	A	A	A	A	A
C32 0-50	A	B	B	A	A	B
C33 0-50	A	A	A	A	A	A
C34 0-50	A	A	A	A	A	A
C35 0-50	A	A	A	A	A	A
C36 0-50	A	A	A	A	A	A
C37 0-50	A	A	A	A	A	A
C38 0-50	A	A	A	A	A	A
C39 0-50	A	A	A	A	A	A
C4 0-50	A	A	A	A	A	A
C4 100-200	B	B	B	B	B	B
C4 50-100	B	B	B	B	B	B
C40 0-50	A	A	A	A	A	A
C41 0-50	B	B	A	A	A	A
C42 0-50	A	A	A	A	A	A
C43 0-50	B	B	A	A	A	A
C43 50-100	A	A	A	A	A	A
C44 0-50	B	B	B	B	B	B
C44 50-100	A	A	A	A	A	A
C45 0-50	B	B	B	B	B	B
C45 50-100	B	B	A	A	A	A
C46 0-50	B	B	B	B	B	B
C46 50-100	B	B	B	B	B	B
C47 0-50	B	A	A	A	A	A
C47 50-100	B	A	A	A	A	A
C48 0-50	B	B	A	B	B	A
C48 50-100	B	B	A	B	B	A
C49 0-50	A	A	A	A	A	A
C49 50-100	A	A	A	A	A	A
C5 0-50	A	A	A	A	A	A
C5 100-150	B	B	B	B	B	B
C5 50-100	B	B	B	B	B	B
C50A 0-50	B	A	A	B	A	A
C50A 50-100	B	A	A	B	A	A
C50B 0-50	B	A	A	A	A	A
C50B 50-100	B	A	A	A	A	A
C51 0-50	B	A	A	B	A	A
C51 100-200	B	B	B	B	B	B
C51 50-100	B	A	A	B	A	A
C52 0-50	A	A	A	A	A	A
C53 0-50	A	A	A	A	A	A
C6 0-50	C	C	C	D	D	C
C6 100-150	B	B	B	B	B	B
C6 50-100	B	B	B	B	B	B
C7 0-50	A	A	A	A	A	A
C8 0-50	A	A	A	A	A	A
C8 50-100	B	B	B	B	B	B
C9 0-50	B	B	B	B	B	B
C9 50-100	B	A	A	A	A	A

ARPAT nel 2017 ha determinato come Standard di Qualità Ambientale, di cui al Dlgs 152/2006, i valori di fondo naturale (VFN) regionali per Cromo e Nichel, comprese anche le sabbie litorali antistanti il Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Massa Carrara, stimando concentrazioni di fatto superiori ai limiti tabellari L1, L2 del D.M. 173/2016 (Tabelle 2,3,4).

Di conseguenza, come già descritto in precedenza, i dati sono stati elaborati tenendo conto dei diversi limiti, ed espressi come classi di qualità riportate in Tabella 5. Come si può notare le prime 3 colonne mostrano i risultati dell'integrazione utilizzando come base L1 ed L2 nazionali, mentre il secondo gruppo di 3 colonne utilizza L1 locale ed L2 nazionale. Su tale base sono stati aggiunti gli L1 locali per sabbie litorali nel SIN di Massa Carrara solo nei campioni sabbiosi con soglia di pelite al 25% (seconda a quarta colonna) e al 50% (terza e sesta colonna). I campioni da sottoporre a dragaggio (evidenziati in grigio), utilizzando i limiti nazionali (prima colonna), rientrano per la maggior parte in classe B. Con l'applicazione del L1 locale (sabbie litoranee nel SIN) per i campioni con soglia del 25% di pelite si nota un sostanziale miglioramento delle classi (seconda colonna), ancora più evidente nella terza colonna, dove la soglia del 50% permette ad altri campioni il passaggio in classe A. Tale miglioramento è dovuto essenzialmente all'L1 locale (=L2) del Nichel, l'unico parametro responsabile del cambio di classe in questi campioni. Una situazione simile è stata osservata utilizzando L1 locale ed L2 nazionale. In questo caso si ottiene una maggior percentuale di campioni in classe A rispetto all'elaborazione che utilizza i limiti nazionali (quarta colonna rispetto alla prima), con ulteriori spostamenti in classe A, a seguito dell'applicazione dell'L1 locale per sabbie litoranee ai campioni sabbiosi, con le classi di qualità riportate nella quinta e sesta colonna. In questi ultimi casi, e in particolare utilizzando la soglia pelitica al 50%, si nota una totale sovrapposizione con lo scenario che utilizza come base i limiti nazionali (terza colonna vs sesta colonna).

Da un punto di vista della rappresentazione spaziale, si evidenzia che i campioni dell'area di dragaggio, posti nella parte centrale dell'imboccatura del porto e al suo esterno, sono classificabili per la maggior parte in classe di qualità B (ad esempio figura 5). Adottando i limiti locali, aumenta la percentuale dei campioni in classe A, fino al 100% nel livello 0-100, considerando i campioni con pelite < 50%, come riportato a titolo d'esempio nella Figura 6. Le mappe complete con le classi di qualità derivanti da tutte le diverse elaborazioni descritte sono riportate in appendice.

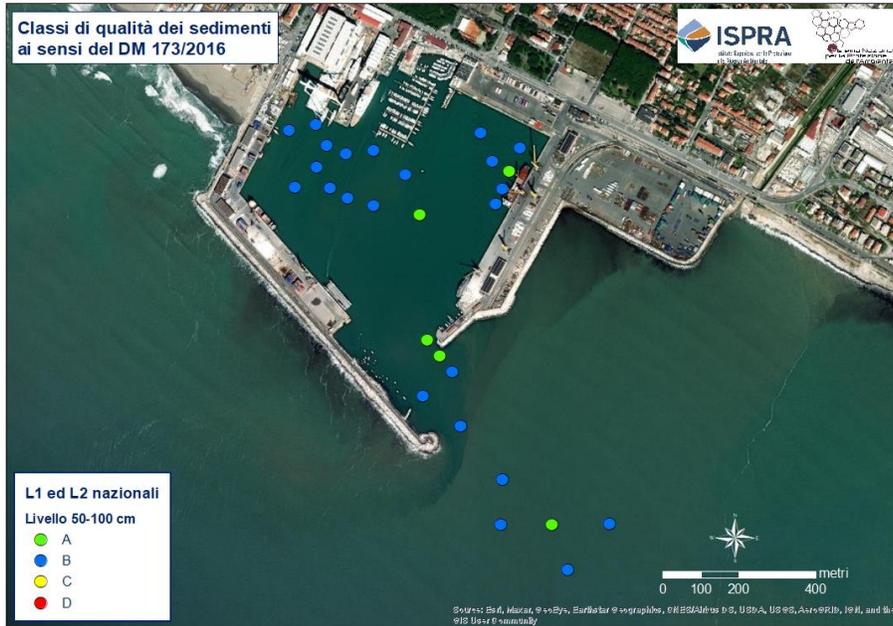


Figura 5 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 ed L2 nazionali nel livello 50-100 cm.

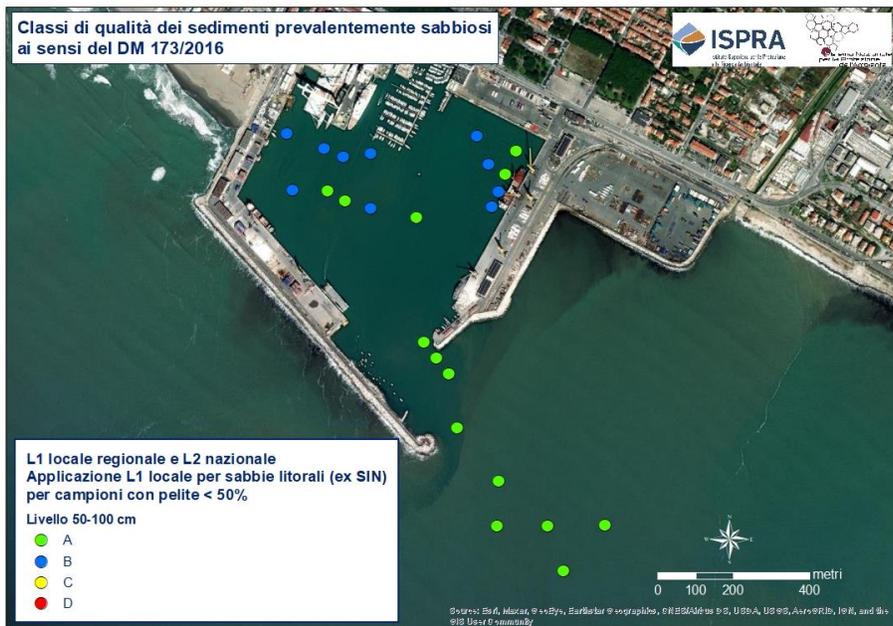


Figura 6 - Classi di qualità dei sedimenti con L1 locale ed L2 nazionale e applicazione di L1 locale per sabbie litorali per campioni con pelite <50% nel livello 50-100 cm.

## CONCLUSIONI

La presente Nota tecnica riporta la valutazione integrata effettuata da ISPRA sulla base della documentazione fornita da ADSP MLO. L'elaborazione dei dati ha permesso di aggiungere alcune considerazioni rispetto alla caratterizzazione ed alla conseguente classificazione dei materiali precedentemente condotta.

Riguardo ai dati forniti, sono stati rilevati alcuni errori di battitura nella matrice che riporta i dati chimici di Sediqualsoft. In particolare, nella colonna relativa alla "somma DDD", in alcuni campioni è stata rilevato l'inserimento della virgola al posto del punto, che ha determinato alcune lievi differenze nella valutazione finale. Relativamente al criterio di integrazione ponderata dei dati chimici, la nota anomalia geochimica della zona suggerisce l'utilizzo di valori di L1 locali riconducibili, secondo quanto indicato dalla norma, ai valori di fondo per gli elementi in tracce, stabiliti dall'Agenzia per la Protezione Ambientale della Toscana. Tali limiti sono efficacemente e cautelativamente utilizzabili anche in conseguenza dell'assenza di effetti ecotossicologici, in particolar modo nei campioni con le concentrazioni di Nichel e Cromo più elevate.

Altra doverosa osservazione riguarda la natura fisica prevalente dei sedimenti oggetto di studio. Da un punto di vista granulometrico la maggior parte dei campioni analizzati ha mostrato infatti una natura prevalentemente sabbiosa. Data l'importanza della risorsa rappresentata da questi sedimenti per il possibile riutilizzo come sabbie per ripascere una costa fortemente in erosione e, date le maggiori concentrazioni di Nichel e Cromo proprio in questa frazione granulometrica, si suggerisce di effettuare l'elaborazione della classe di qualità dei sedimenti da dragare sostituendo il valore nazionale L1 con valori locali individuati proprio per le sabbie litorali dell'ex SIN di Massa Carrara per i sedimenti sabbiosi (pelite <25%) o comunque con sabbie prevalenti (pelite <50%). Tali elaborazioni conducono ad una classificazione qualitativa per buona parte dei sedimenti da movimentare in classe A, con presenza variabile di alcuni campioni in classe B.

Con la finalità di ottimizzare la gestione di lotti di materiale il più possibile omogenei da sottoporre alla medesima opzione di gestione, si suggerisce, inoltre, di considerare nel progetto di dragaggio l'opportunità offerta dal paragrafo 2.9 dell'allegato tecnico al D.M. 173/2016 di "gestire con la medesima opzione lotti contigui accorpatisi appartenenti al medesimo livello batimetrico, purché la differenza sia di una sola classe di qualità e il volume di materiale di classe peggiore non costituisca più del 20% del volume complessivo".

In ultimo si fa presente che quanto riportato nella seguente nota tecnica è stato discusso e condiviso con ARPAT, dipartimento di Massa e Carrara.

## APPENDICE

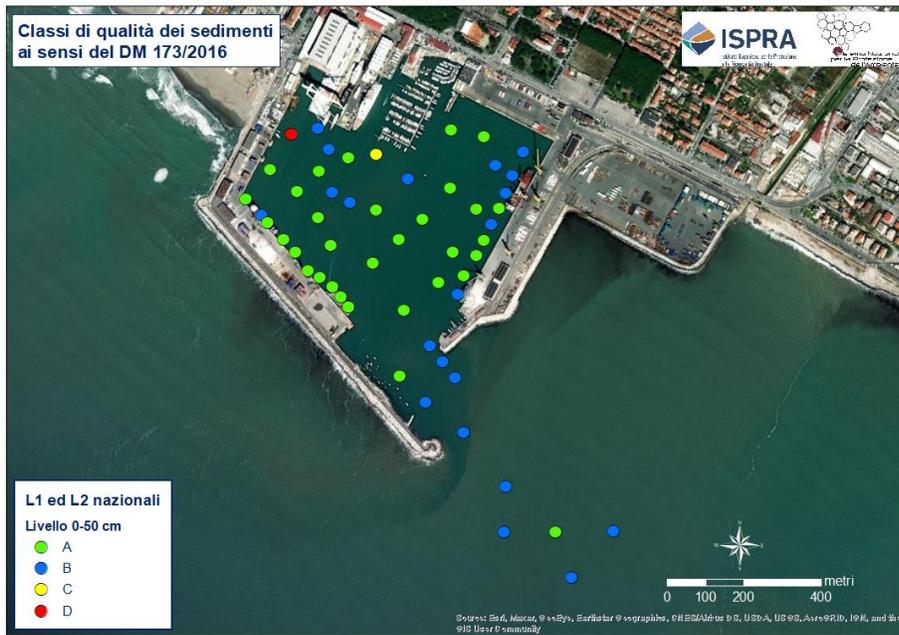


Figura A1 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 ed L2 nazionali nel livello 0-50 cm.

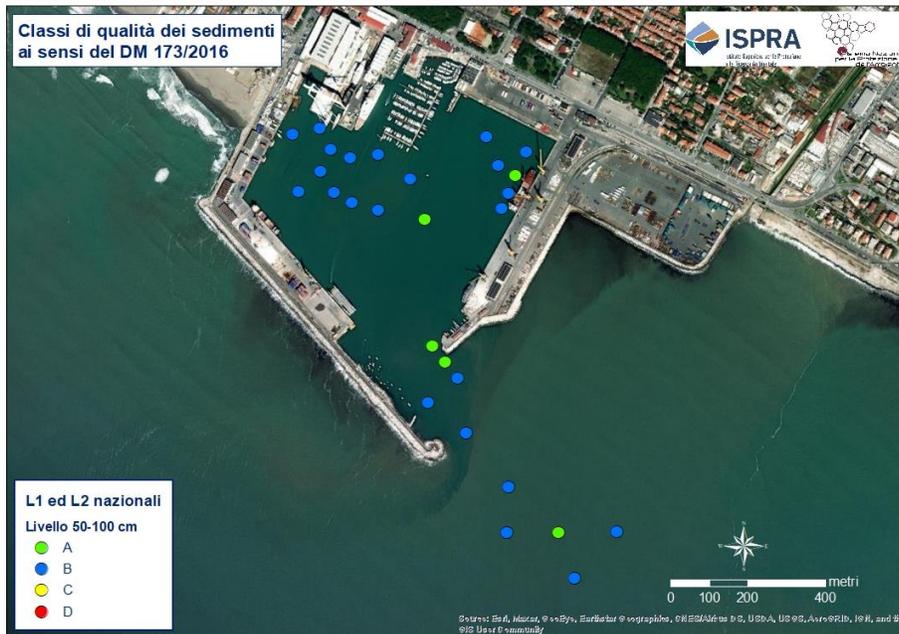


Figura A2 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 ed L2 nazionali nel livello 50-100 cm.



Figura A3 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 ed L2 nazionali nel livello 100-200 cm.

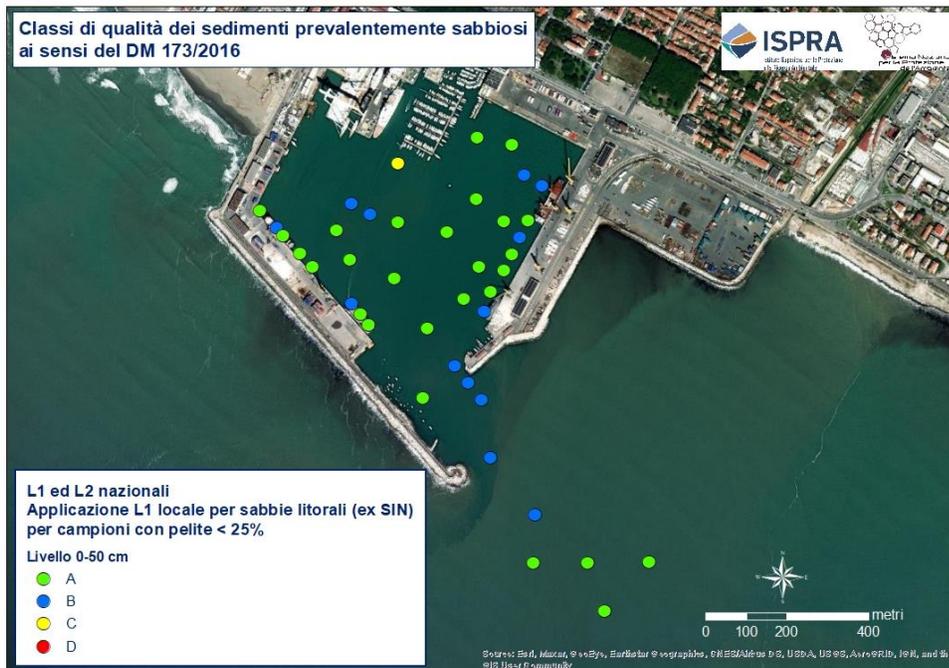


Figura A4 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 ed L2 nazionali e applicazione di L1 locale per sabbie litorali per campioni con pelite <math>< 25\%</math> nel livello 0-50 cm.



Figura A5 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 ed L2 nazionali e applicazione di L1 locale per sabbie litorali per campioni con pelite <25% nel livello 50-100 cm.



Figura A6 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 ed L2 nazionali e applicazione di L1 locale per sabbie litorali per campioni con pelite <25% nel livello 100-200 cm.





Figura A9 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 ed L2 nazionali e applicazione di L1 locale per sabbie litorali per campioni con pelite <50% nel livello 100-200 cm.

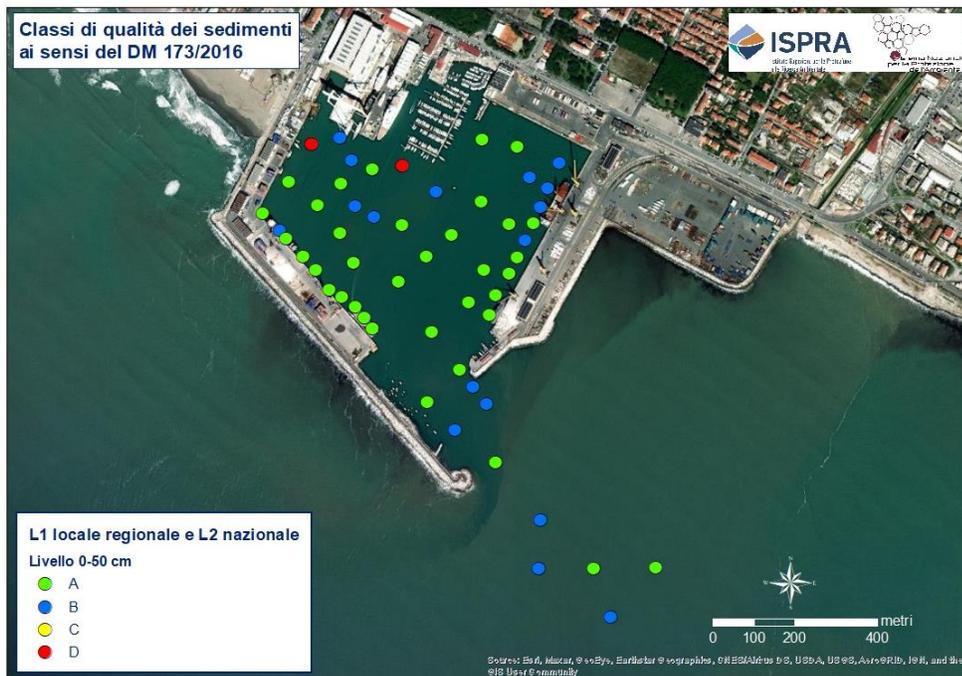


Figura A10 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 locale ed L2 nazionale nel livello 0-50 cm.

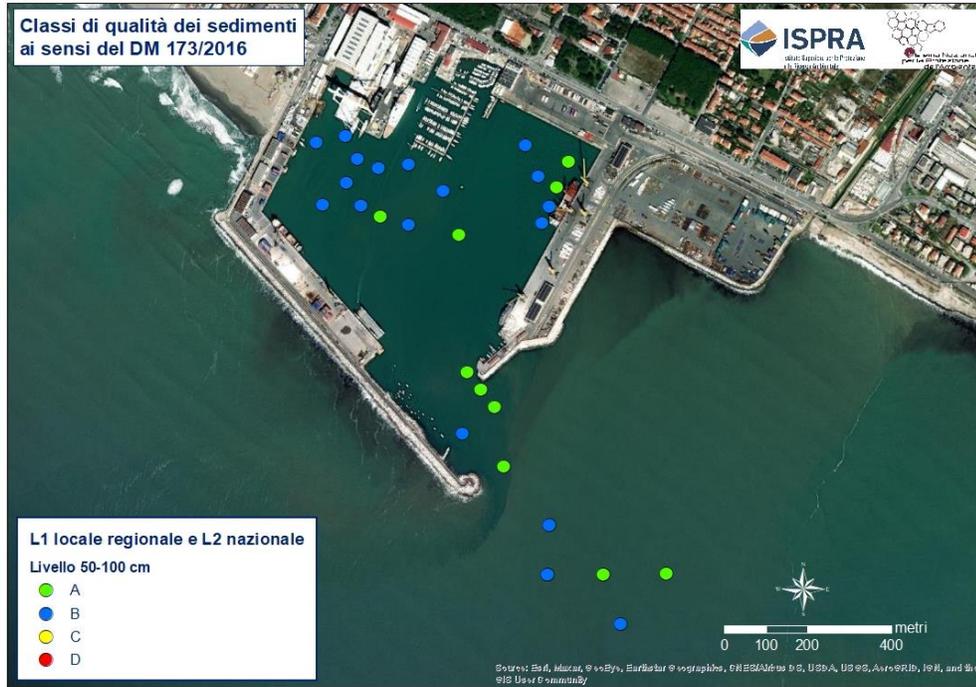


Figura A11 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 locale ed L2 nazionale nel livello 50-100 cm.



Figura A12 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 locale ed L2 nazionale nel livello 100-200 cm.

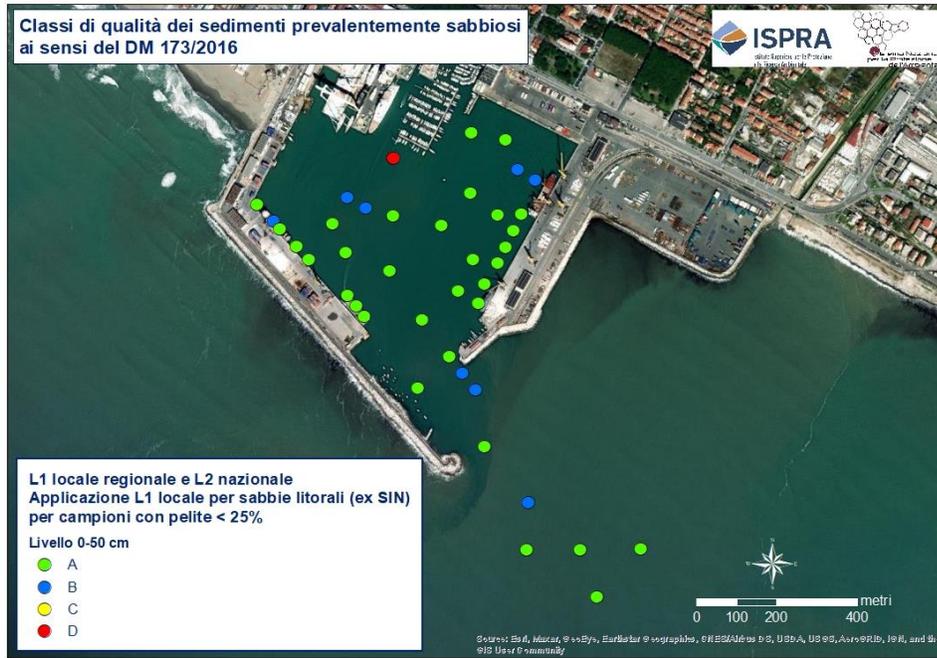


Figura A13 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 locale ed L2 nazionale e applicazione di L1 locale per sabbie litorali per campioni con pelite <25% nel livello 0-50 cm.

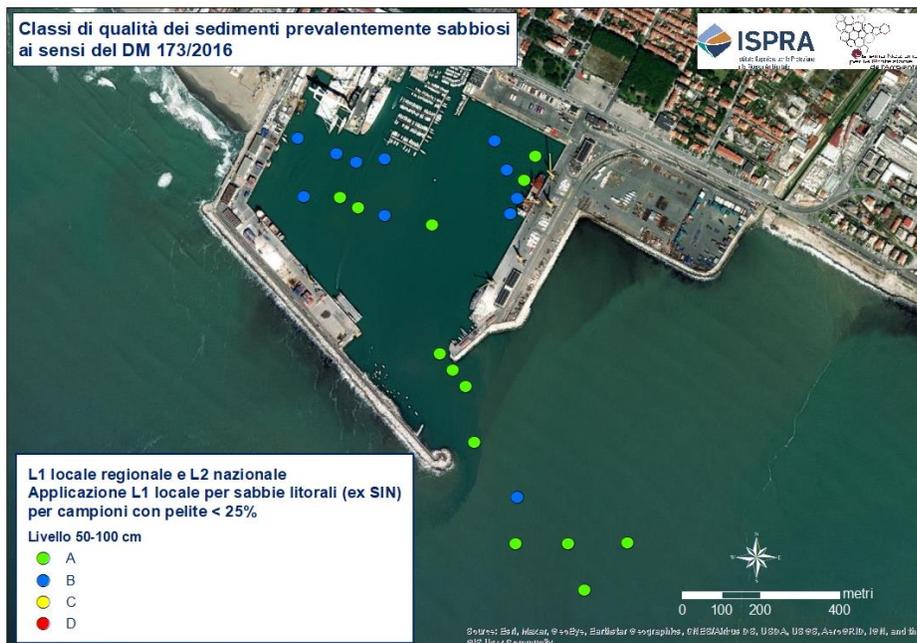


Figura A14 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 locale ed L2 nazionale e applicazione di L1 locale per sabbie litorali per campioni con pelite <25% nel livello 50-100 cm.



Figura A15 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 locale ed L2 nazionale e applicazione di L1 locale per sabbie litorali per campioni con pelite <25% nel livello 100-200 cm.

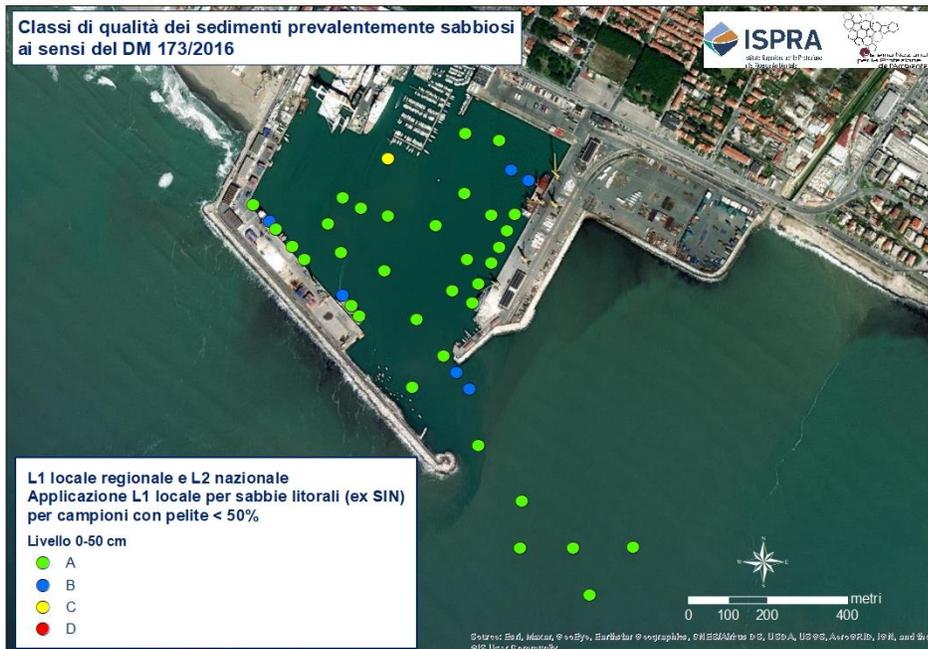


Figura A16 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 locale ed L2 nazionale e applicazione di L1 locale per sabbie litorali per campioni con pelite <50% nel livello 0-50 cm.

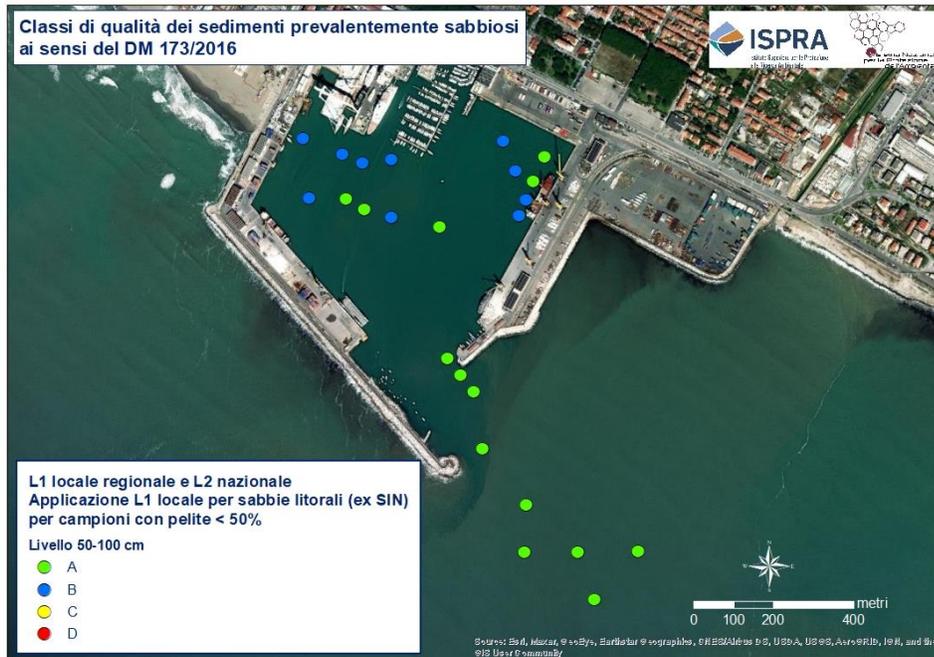


Figura A17 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 locale ed L2 nazionale e applicazione di L1 locale per sabbie litorali per campioni con pelite <50% nel livello 50-100 cm.



Figura A18 – Classi di qualità dei sedimenti con L1 locale ed L2 nazionale e applicazione di L1 locale per sabbie litorali per campioni con pelite <50% nel livello 100-200 cm.

ISPRA

\*\*\* INFORMAZIONI STRETTAMENTE CONFIDENZIALI Ai sensi del D.Lgs 196/03 si precisa che le informazioni contenute in questo messaggio sono riservate ed a uso esclusivo del destinatario. Qualora il messaggio le fosse pervenuto per errore, la preghiamo di eliminarlo senza copiarlo e di non inoltrarlo a terzi, dandocene gentilmente comunicazione. Grazie.

\*\*\* This message, for the law 196/03, may contain confidential information. If you are not the addressee or authorized to receive this message, you must not use, copy, disclose or take any action based on any information herein. Thank you for your cooperation.