

# HUB PORTUALE ravenna



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico centro settentrionale



APPROFONDIMENTO CANALI CANDIANO E BAIONA,  
ADEGUAMENTO BANCHINE OPERATIVE ESISTENTI,  
NUOVO TERMINAL IN PENISOLA TRATTAROLI E  
RIUTILIZZO MATERIALE ESTRATTO IN ATTUAZIONE  
AL P.R.P VIGENTE 2007 - I FASE - PORTO DI RAVENNA

## PROGETTO ESECUTIVO

**oggetto** DRAGAGGIO 1° STRALCIO  
ELABORATI GENERALI  
RELAZIONE GENERALE

**file**  
1114-E-DR2-GEN-RG-01-0.doc

**codice**  
1114-E-DR2-GEN-RG-01-0

**scala**  
-

Revisione	data	causale	redatto	verificato	approvato
0	14/10/2021	Emissione per approvazione	L. de Angelis	A. Bettinetti	F. Busola

responsabile delle Integrazioni Specialistiche: **Ing. Lucia de Angelis**

responsabile del Procedimento: **Ing. Matteo Graziani**

committente



Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centro Settentrionale  
Via Antico Squero, 31  
48122 Ravenna

contraente generale



Consorzio Stabile Grandi Lavori S.c.r.l.  
Piazza del Popolo 18  
00187 Roma



DEME - Dredging International NV  
Haven 1025 - Scheldedijk 30  
2070 Zwijndrecht - Belgium

progettisti



Technital S.p.A.  
Via Carlo Cattaneo, 20  
37121 Verona

Direttore Tecnico  
Dott. Ing. Filippo Busola



F&M Ingegneria SpA  
Via Belvedere 8/10  
30035 Mirano (VE)

Direttore Tecnico  
Dott. Ing. Tommaso Tassi



SISPI srl  
Via Filangieri 11  
80121 Napoli

Direttore Tecnico  
Dott. Ing. Marco Di Stefano

# DRAGAGGI – I STRALCIO FUNZIONALE

## Relazione generale

---

14 ottobre 2021

---

PROGETTISTI

RTP:  **F&M**  
INGEGNERIA

**F&M**  
ingegneria

**SISPI**  
engineering

## SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	AREE DI DRAGAGGIO.....	9
2.1	HUB PORTUALE DI RAVENNA I FASE.....	9
3	AREE I STRALCIO ESECUTIVO FUNZIONALE – SITI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI...	10
4	UBICAZIONE DEI SITI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI DI ESCAVO E DI DEPOSITO INTERMEDIO DEI MATERIALI DI ESCAVO .....	13
4.1	SITI DI DESTINAZIONE FINALE.....	13
4.2	SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO .....	17
5	SINTESI INDAGINI BATIMETRICHE E GEOTECNICHE .....	20
5.1	INDAGINI BATIMETRICHE .....	20
5.2	INDAGINI GEOTECNICHE .....	20
5.2.1	ASSETTO STRATIGRAFICO.....	20
5.2.2	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	21
6	RISULTANZE CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI SEDIMENTI DA DRAGARE.....	23
7	INDIVIDUAZIONE DEI PERCORSI PREVISTI PER IL TRASPORTO DEL MATERIALE DA DRAGARE TRA LE DIVERSE AREE IMPIEGATE NEL PROCESSO DI GESTIONE .....	27
8	SINTESI VOLUMI DI MATERIALE DI DRAGAGGIO PREVISTI NEL PRIMO STRALCIO FUNZIONALE.....	29
9	GESTIONE DELLE ACQUE DI ESUBERO E DEFLUSSO DALLE VASCHE DI DEPOSITO PROVVISORIE E DI DECANTAZIONE INTERMEDIE.....	31
10	ANALISI DEGLI EVENTUALI IMPATTI ASSOCIATI A LIVELLI DI CONCENTRAZIONE DI UNITÀ ODORIGENE DEI SEDIMENTI DRAGATI PRESSO I RECETTORI CIVILI PIU' VICINI ALLE VASCHE DI DECANTAZIONE INTERMEDIE .....	32
11	COERENZA DELLE METODOLOGIE DI ESCAVO E MOVIMENTAZIONE DEI SEDIMENTI DRAGATI NELLE VASCHE DI STOCCAGGIO TEMPORANEO (ADOTTATE IN FASE ESECUTIVA) IN RELAZIONE ALLA COMPATIBILITÀ DEI SITI DI RIUTILIZZO DEI PARAMETRI RELATIVI ALLA CONCENTRAZIONE DEI CLORURI, DEI SOLFATI E DEL COD, IN CONFORMITÀ ALLE PREVISIONI / AUTORIZZAZIONI / APPROVAZIONI RILASCIATE PER LA GESTIONE DEI SEDIMENTI SUL PROGETTO DEFINITIVO.....	34
12	CRONOPROGRAMMA .....	36

## 1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto **“Hub portuale di Ravenna di I fase”**, nel quale è previsto l'approfondimento dei canali Candiano (fino alle darsene San Vitale) e Baiona (per un quantitativo di oltre 4,7 Mm<sup>3</sup>) con riutilizzo del materiale dragato in attuazione al P.R.P. vigente 2007, **si rende necessario avviare in anticipo l'esecuzione di un “primo stralcio esecutivo funzionale” per consentire la piena fruibilità e la navigabilità in sicurezza dell'accosto Nord a servizio del traffico crocieristico e di due zone del Canale Candiano (parte zona di accesso al porto e del canale interno).**

In tale Progetto Esecutivo di **“I stralcio funzionale”**, finalizzato a garantire il regolare svolgimento e passaggio del traffico marittimo, è previsto il dragaggio di un quantitativo limitato di circa 230.000 m<sup>3</sup> (compreso overdredging) da destinare a riutilizzo nelle aree logistiche portuali (L2 ed S3 Nord) da allestire preventivamente.

In dettaglio, si prevede l'approfondimento di alcuni settori delle seguenti zone di dragaggio:

- **“zona 2”**: **“settore area terminal crociere”** (da progr. 6+533.58 a progr. 7+106.23) e **“settore canale di accesso”** (da progr. 5+191.44 a progr. 5+587.44);
- **“zona 3”**: **“settore canale interno”** (da progr. 8+229.95 a progr. 8+859.95).

Il progetto complessivo autorizzato prevede che il materiale proveniente dai nuovi dragaggi sia **“utilizzato, come destinazione finale nelle aree logistiche a terra (L1, L2 ed S3), che hanno necessità di riempimento per la messa in quota pari a circa 2.300.000 mc [volume geometrico disponibile in logistica] di materiale compatibile con i limiti della Tabella 1 colonna B dell'allegato 5 del Titolo V della parte IV del D.Lgs. 152/06”** (parere n. 2616 del 26.01.2018 della commissione Tecnica di Verifica VIA).

Inoltre, il Progetto autorizzato prevede che **“il materiale dei nuovi dragaggi sia utilizzato, come destinazione finale, per il riempimento – fino alla messa in quota – di alcune aree logistiche a terra”**, già in alcuni areali parzialmente colmati con materiale proveniente da precedenti dragaggi, per uno spessore geometrico variabile di 2,80/3,50m (in funzione delle quote finali da rispettare al contorno).



Figura 1 – Inquadramento complessivo delle aree di dragaggio del canale d'avvicinamento marino e dell'avamposto, del Canale Candiano, della Darsena Baiona e del bacino di evoluzione in avamposto e delle darsene a servizio del traffico crocieristico

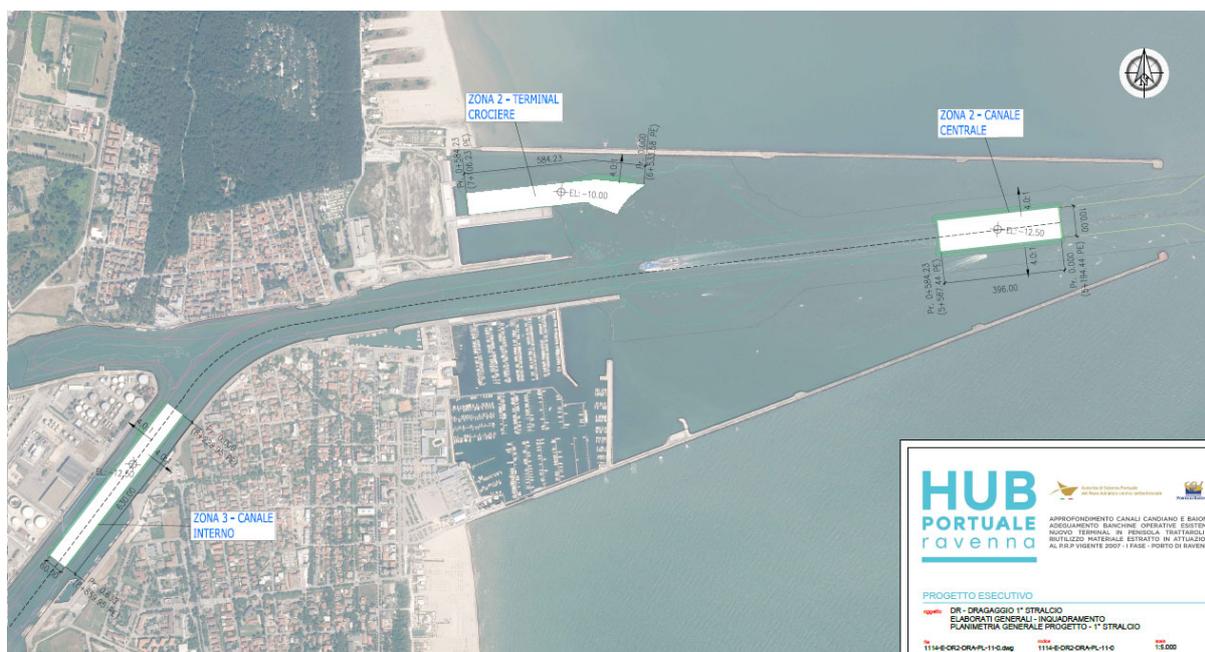


Figura 2 – Inquadramento delle aree di dragaggio di "I stralcio funzionale" finalizzato a garantire il regolare svolgimento e passaggio del traffico marittimo

In questo “I stralcio funzionale” il materiale di dragaggio sarà interamente riutilizzato nelle logistiche portuali e, in particolare, nell’ambito della “Logistica 2” e del “Comparto S3 Nord”.

Il nuovo materiale proveniente dal dragaggio, quindi, sarà collocato sul piano derivante dallo scotico preventivo del piano campagna attuale. Il piano di posa dei materiali dragati si mantiene al di sopra del livello della falda.

**Preventivamente, all’avvio del riempimento dei settori delle logistiche il progetto approvato prevede lo “scotico dell’attuale strato di terreno agricolo superiore vegetale” da collocare al contorno delle aree logistiche portuali, secondo definite sagome progettuali, per creare aree a verde di quinte arboree ed arbustive perimetrali della futura area industriale.**



*Figura 3 – Comparto S3-Nord - Stralcio planimetrico della predisposizione dell'areale a terra con lo scotico dello strato agricolo per formazione delle aree a verde prima dell'avvio del riempimento con materiale di dragaggio (PD). Sono evidenziati (frecche rosse) gli argini perimetrali realizzati con il terreno superficiale scavato in sito*

Pertanto, il trasferimento del materiale nelle aree logistiche portuali avviene su un substrato naturale, preventivamente sagomato/livellato, nell’ambito di un’area destinata ad utilizzo industriale, con contestuale formazione di piste di cantiere per il passaggio dei mezzi di trasporto del materiale. Le quote di estradosso delle piste avranno un livello iniziale maggiore (circa +0,5/1,0 m in funzione dello spessore di riempimento) per tenere conto dei naturali processi di consolidamento del materiale che si avranno nel tempo e per effetto dei sovraccarichi correlati al transito dei mezzi d’opera sulle piste medesime.

Con Delibera in data 28 febbraio 2018 il “CIPE” ha approvato il Progetto Definitivo, richiamando nell’“Allegato I” le prescrizioni e le raccomandazioni da adottare in fase di progettazione esecutiva e durante l’esecuzione dei lavori, tenendo conto di tutte le osservazioni pervenute dagli Enti Competenti e con le integrazioni e le riformulazioni indicate.

In particolare, riguardo alla gestione dei materiali di dragaggio, si richiamano alcune prescrizioni contenute nel provvedimento direttoriale del MATTM [Direzione generale per le valutazioni e le autorizzazioni ambientali, n. DVA-2018-44 del 1 febbraio 2018 e relativo parere del 26.01.2018 della Commissione Tecnica di Verifica dell’Impatto Ambientale – VIA e VAS n. 2616 – verifica di ottemperanza ex art. articoli 166 e 185, commi 4 e

5, del decreto legislativo n. 163/2006], che ha espresso parere di “*sostanziale coerenza del Progetto Definitivo con il precedente Progetto Preliminare oggetto di Deliberazione CIPE n. 98/2012*”, richiedendo che dovrà essere ottemperata in fase di progettazione esecutiva (fase *ante operam*) (Ente vigilante il MATTM) e durante l'esecuzione dei lavori (Fase di CANTIERE) la seguente procedura:

1. *La gestione dei sedimenti di dragaggio a livello di progetto esecutivo dovrà seguire le indicazioni della nuova normativa di settore di cui al decreto ministeriale 15 luglio 2016 n. 173. A tal fine, gli elaborati del piano di caratterizzazione, ivi compresa la ripartizione delle maglie ed il prelevamento dei campioni, dovranno essere aggiornati a livello di progetto esecutivo, alla luce dell'entrata in vigore di tale decreto ministeriale n. 173 del 2016 e del relativo allegato tecnico. In funzione degli esiti di tale caratterizzazione dovranno essere verificate e concordate con la Regione Emilia-Romagna (RER) le opzioni di gestione previste dal progetto definitivo e dovrà essere presentata al MATTM e all'Autorità competente la documentazione per il rilascio dell'autorizzazione ex art. 109 del decreto legislativo n. 152 del 2006 [immersione in mare dei materiali escavo] (decreto ministeriale n. 173 del 2016).*

Con Deliberazione Presidenziale n. 257 del 21 novembre 2019, l'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico centro settentrionale ha approvato il Progetto Definitivo relativo ai lavori di «*Approfondimento canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, nuovo terminal in penisola Trattaroli e riutilizzo del materiale estratto in attuazione al P.R.P. vigente 2007 – I Fase*», sulla base della verifica preventiva ex art. 26 del Decreto Legislativo 18 aprile 2016 n. 50. Con la medesima Deliberazione Presidenziale n. 257 del 21 novembre 2019 sono state approvate le modalità di gara per l'affidamento a Contraente Generale, ai sensi dell'art. 194 del Decreto Legislativo n. 50/2016, nonché dell'art. 9 del Decreto Legislativo, 20 agosto 2002, n. 190, della progettazione esecutiva, sulla base del progetto definitivo e dei lavori di «*Approfondimento canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, nuovo terminal in penisola Trattaroli e riutilizzo del materiale estratto in attuazione al P.R.P. vigente 2007 – I Fase*», mediante esperimento di procedura aperta, da aggiudicarsi con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, ai sensi dell'art. 95 del D. Lgs. 50/2016, per un importo complessivo a base d'asta di € 199.829.119,78.

In esito allo svolgimento della procedura di gara di cui alla precedente premessa, con Deliberazione Presidenziale n. 176 del 10 agosto 2020, il contratto è stato aggiudicato al RTI avente quale mandataria il “*Consorzio Stabile Grandi Lavori S.c.r.l.*” e mandante “*Dredging International n.v.*”.

Il RTI aggiudicatario ha indicato, per la realizzazione del progetto esecutivo, il raggruppamento temporaneo di progettisti costituito da “*Technital S.p.A. (mandataria), F&M Ingegneria S.p.A. e Società Italiana Studi e Progetti di Ingegneria S.r.l. (mandanti)*”.

In data 5 novembre 2020, è stato sottoscritto il “*Contratto di affidamento unitario a Contraente Generale*” assunto al n. 2079 di repertorio;

Al contempo, l'Autorità di Sistema sulla base della suindicata prescrizione n. 1 ha provveduto ad eseguire una dettagliata campagna di caratterizzazione delle aree oggetto di dragaggio.

Tale campagna di caratterizzazione eseguita nel 2019/2020 (dragaggio canali fino all'avamposto e darsene interne) è stata ripartita in due parti:

- a) area i cui sedimenti sono destinati alla deposizione in ambiente terrestre: dalla Darsena San Vitale ai Moli Guardiani;
- b) area i cui sedimenti sono potenzialmente destinati all'immissione in mare: dai Moli Guardiani alla batimetrica -13,5 m s.l.m.m. del Canale Marino, compresa l'area antistante alla Darsena Crociere (Area potenzialmente destinata a mare).

La caratterizzazione dei sedimenti è stata eseguita conformemente a quanto stabilito dall'allegato tecnico al D.M. Ambiente n.173 del 15 Luglio 2016 mediante l'individuazione di n. 3 tipologie di aree unitarie: tipologia 1 (maglia 50x50m) a ridosso dei manufatti interni al porto; tipologia 2 (maglia 100x100) nelle zone centrali del porto; tipologia 3 (maglia 200x200) nelle zone esterne alle dighe foranee. In particolare, l'intera area di dragaggio è stata discretizzata in 316 maglie.



Figura 4 – Canale Candiano e Baiona – Piano di caratterizzazione ai sensi del D.M. 173/2016

I risultati analitici delle indagini di caratterizzazione sono stati confrontati con i limiti del D.Lgs. 152/2006 relativi alla qualità ambientale dei suoli (Concentrazioni soglia di contaminazione – CSC) in base alla destinazione d'uso prevista. Infatti, i sedimenti dragati destinati a essere smaltiti a terra vengono gestiti secondo le disposizioni del decreto 120/2017 relativo alle terre e rocce da scavo non sottoposte al regime dei rifiuti.

Allo stato attuale è stata completata l'interpretazione dei risultati analitici relativi alle aree:

- San Vitale/Trattaroli (zona 5),
- largo Trattaroli (zona 4)
- largo Trattaroli/inizio moli guardiani/darsena Baiona (zona 3)

Sono in corso di verifica i risultati relativi alla restante porzione di sedimenti da gestire a terra e corrispondenti all'area compresa nei moli guardiani (zona 2)

**I risultati hanno evidenziato concentrazioni che rientrano nei limiti della “colonna A e B della tab.1 All. 5 Titolo V Parte IV del citato D.Lgs. n. 152/2006”.**

In questa fase esecutiva, il materiale sarà rimosso con una motonave del tipo “GHD – Grab Hopper Dredger”, equipaggiata con escavatore idraulico a fune e dotata di sistema di posizionamento rapido con pali idraulici, verrà depositato in idonee vasche modulari di decantazione ed accumulo provvisorie (capienza singola vasca di circa 2.500 m<sup>3</sup> /cd con dimensioni esterne di circa 25x40 m ed altezza utile di circa 2,50 m), realizzati in elementi prefabbricati autobloccanti installati su una platea in c.a. di spessore variabile.

Le varie vasche sono complete di un sistema di drenaggio con ghiaia/tubi-dreno e geotessile per la raccolta dell'eventuale acqua di risulta e meteorica. Il numero di vasche previste è 6 tale da garantire una capacità di accumulo rotativa complessiva settimanale di circa 15.000 m<sup>3</sup>.

L'eventuale acqua di esubero dai materiali di dragaggio depositati nelle vasche di accumulo provvisorie (ovvero l'acqua meteorica di ruscellamento) sarà convogliata in idonei pozzetti, disposti nel punto di raccolta del sistema di drenaggio predisposto e pompata in una vasca di omogeneizzazione e sedimentazione/decantazione. In tale vasca un sistema di controllo verificherà il rispetto del contenuto dei solidi sospesi nei limiti di 80 mg/litro prima di procedere allo scarico nel corpo idrico a mare.

Il punto di scarico dei mezzi marittimi è individuato parte nella banchina Docks Piomboni Nord nell'area a Sud/Est della penisola Trattaroli, che sarà disponibile per tale attività (circa 240 m) dopo la rimozione del relitto del "Berkan B" in corso di esecuzione, e parte nella banchina antistante l'area in concessione a ITALTERMINAL sempre nel Canale Piomboni.

Il materiale depositato sarà ripreso da escavatori idraulici per essere caricato su camion che lo trasferiranno nei siti di destinazione. Nelle logistiche i camion percorreranno idonee piste di servizio per consentire la regolare distribuzione del materiale nelle ampie aree sub-orizzontali di accumulo.

Nei paragrafi seguenti si descrive in dettaglio il piano per la movimentazione e gestione dei materiali dragati nell'ambito del I stralcio esecutivo analizzando la metodologia di escavo adottata di tipo meccanico e le varie fasi operative previste riportando:

- Le aree di dragaggio
- Aree I stralcio esecutivo funzionale – siti di produzione dei materiali e modalità operative
- Ubicazione dei siti di produzione dei materiali di escavo e di deposito intermedio dei materiali escavo
- Ubicazione dei siti di utilizzo e dei siti di deposito intermedio con indicazione del tempo di deposito dei materiali di escavo con individuazione delle volumetrie impiegate e delle metodologie e dei processi adottati;
- Sintesi indagini batimetriche e geotecniche
- Modalità di esecuzione e risultanze della caratterizzazione ambientale dei materiali di escavo eseguite in fase progettuale;
- Individuazione dei percorsi previsti per il trasporto del materiale da scavo tra le diverse aree impiegate nel processo di gestione;
- Sintesi dei volumi dei materiali di dragaggio previsti nel Primo stralcio;
- Gestione delle acque di esubero e deflusso dalle vasche di deposito provvisorie e di decantazione intermedie;
- Analisi degli eventuali impatti associati ai livelli di concentrazione di unità odorigene dei sedimenti dragati presso i recettori civili più vicini alle vasche di decantazione intermedie e procedure di monitoraggio;
- Coerenza delle metodologie di escavo e movimentazione dei sedimenti dragati nelle vasche di stoccaggio temporaneo (adottate in fase esecutiva) in relazione alla compatibilità dei siti di riutilizzo dei parametri relativi alla concentrazione dei cloruri, dei solfati e del COD, in conformità alle previsioni/autorizzazioni/approvazioni rilasciate per la gestione dei sedimenti nel PD
- Cronoprogramma complessivo delle fasi esecutive per la gestione dei materiali di dragaggio da riutilizzare nei siti definitivi a terra.

## 2 AREE DI DRAGAGGIO

### 2.1 HUB PORTUALE DI RAVENNA I FASE

La Figura 5 riporta le aree di dragaggio, così come definite dal progetto definitivo a base di gara:

- Zona 1: area del canale marino esterna alle dighe foranee;
- Zona 2: area di avamposto compresa tra i moli guardiani e l'imboccatura delle dighe foranee;
- Zona 3: area di canale Candiano tra i moli guardiani, darsena Baiona e largo Trattaroli;
- Zona 4: area di canale Candiano di largo Trattaroli e tratti di sotto banchine zona 3;
- Zona 5: area di canale Candiano tra largo Trattaroli e le darsene San Vitale.

Il progetto definitivo prevede il dragaggio di 4.742.000 m<sup>3</sup> di sedimenti in banco dalle suddette 5 zone, in particolare il materiale proveniente dalla zona 1 è stato destinato ad essere immerso in mare o portato a ripascimento, mentre il materiale dragato dalle zone 2-5 sarà messo a dimora a terra all'interno delle aree logistiche L1, L2, S3 e di cava Bosca per una loro riqualificazione.

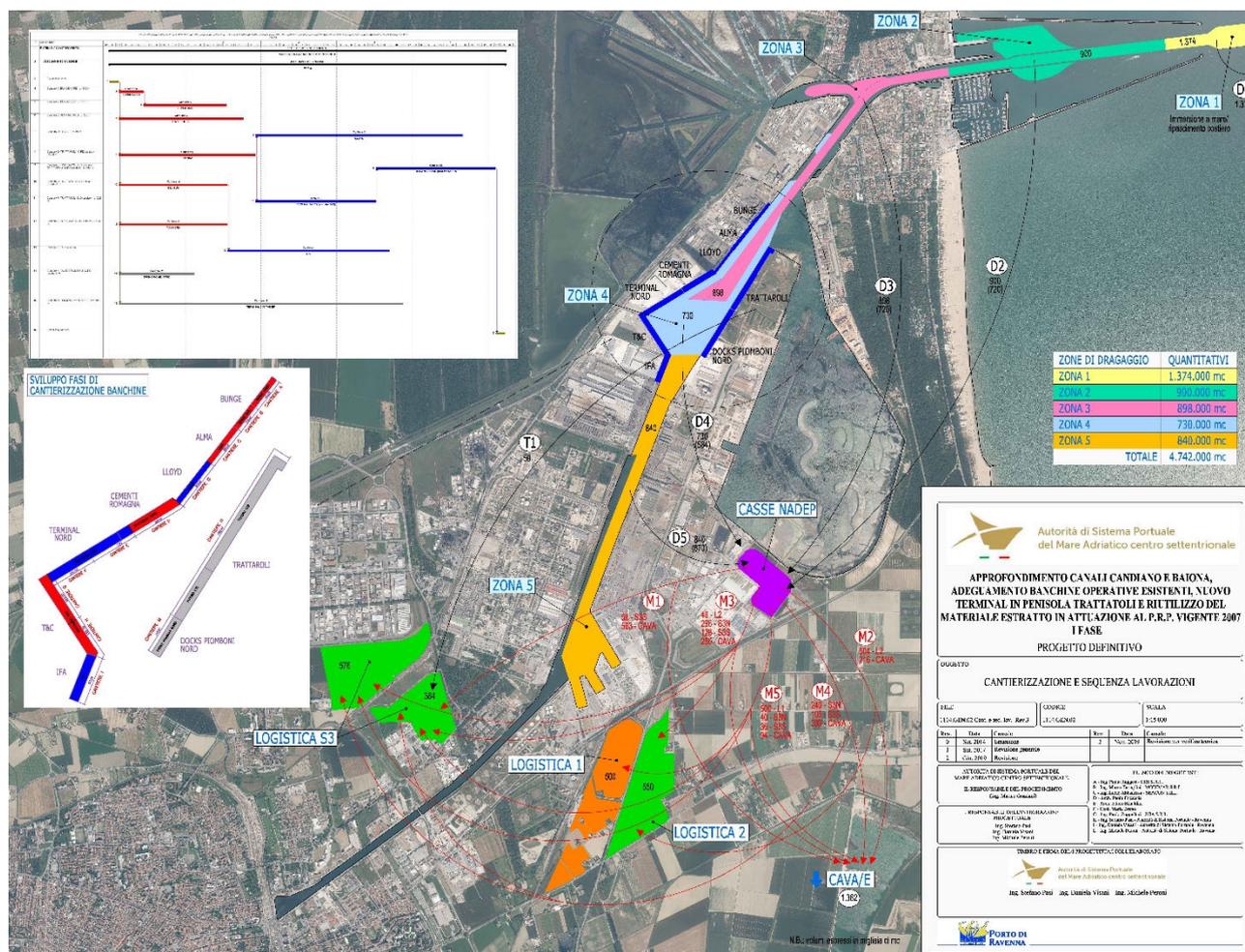


Figura 5 – Aree di dragaggio (PD) – Hub portuale di Ravenna I fase – Aree di dragaggio (doc.rif.[20])

### 3 AREE I STRALCIO ESECUTIVO FUNZIONALE – SITI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI

Il progetto “Hub portuale di Ravenna I fase” prevede il dragaggio dei canali Candiano e Baiona per un volume in banco di circa 4,7 Mm<sup>3</sup> con utilizzo del materiale dragato in attuazione al P.R.P. vigente 2007.

Si è reso necessario avviare un “I stralcio esecutivo funzionale” per consentire la piena fruibilità e navigabilità in sicurezza dell'accosto nord a servizio del traffico crocieristico e di due zone del Canale Candiano per un volume di dragaggio in banco limitato di circa 230.000 m<sup>3</sup>.

Questo volume di materiale dragato sarà interamente riutilizzato nelle aree logistiche portuali denominate “Logistica 2” e “Comparto S3 Nord”.

L'intervento di dragaggio di “I stralcio esecutivo” dei fondali, in aderenza alle previsioni del PD approvato, prevede il raggiungimento dei seguenti approfondimenti lungo i tratti del canale del porto di Ravenna:

- “**zona 2**”: “**settore area terminal crociere**” (da progr. 6+533.58 a progr. 7+106.23) fino a -10.00 s.l.m.m. e “**settore canale di accesso**” (da progr. 5+191.44 a progr. 5+587.44) fino a -12.50 m s.l.m.m (approfondimento di I Stralcio);
- “**zona 3**”: “**settore canale interno**” (da progr. 8+229.95 a progr. 8+859.95)” fino a -12.50 m s.l.m.m.

Il volume complessivo è di circa 230.000 m<sup>3</sup>, compreso overdredging, da destinare interamente all'interno delle aree logistiche a terra L2 e S3 nord.

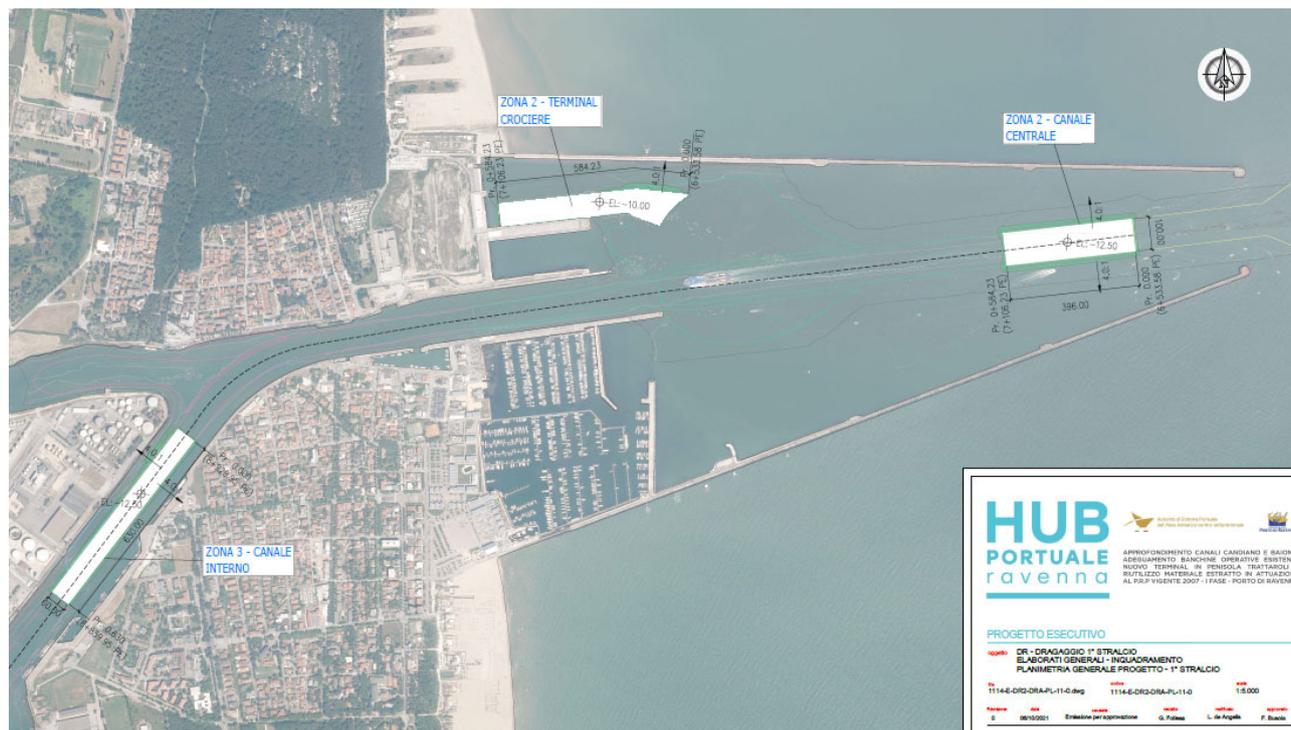


Figura 6 – I stralcio esecutivo funzionale - Aree di dragaggio

Le profondità di dragaggio variano per le suddette tre aree in funzione della quota esistente del fondale e di quella di progetto e sono pari a:

- Zona 3 pk 8+229.95 – 8+859.95 km (quota di progetto -12.5 m slm): spessore di dragaggio tra 0 – 1 m nella porzione centrale e di 1.5 – 2 m presso le scarpate;

- Zona 2 pk 6+533.58 - 7+106.23 km (quota di progetto -10 m slm): la maggior parte dell'area si trova già alla quota di progetto; pertanto, il dragaggio è concentrato presso la scarpata N lato mare con spessori tra 1.5-2 m e 2-3 m;
- Zona 2 pk 5+191.44 – 5+587.44 km (quota di progetto -12.5 m slm): spessore di dragaggio tra 1.5 – 2 m nella porzione centrale e di 3 – 4 m presso le scarpate.

Si rimanda agli elaborati grafici (planimetrie e sezioni di progetto) per un maggior dettaglio.

La draga tipo "GHD" che sarà utilizzata riesce a garantire una produttività medio alta, perfettamente allineata ed ottimizzata per la gestione a terra in vasche temporanee in banchina, in quanto il materiale scavato mantiene il medesimo contenuto d'acqua presente "in situ" e quindi non è più necessario attenderne il rilascio in ampie vasche di sedimentazione.

La draga "GHD" proposta è dotata di piloni idraulici di ormeggio/disormeggio rapido automatizzati, stiva di carico ed escavatore a funi di nuova generazione da 100 ton ed è equipaggiata con grappi idraulici con capacità di carico maggiore di 4,0 m<sup>3</sup>. Tutte le operazioni di dragaggio sono coadiuvate con un sistema di controllo integrato della posizione della nave e dell'attrezzatura dragante in DGPS satellitare in modo tale da garantire l'accuratezza selettiva dello scavo.

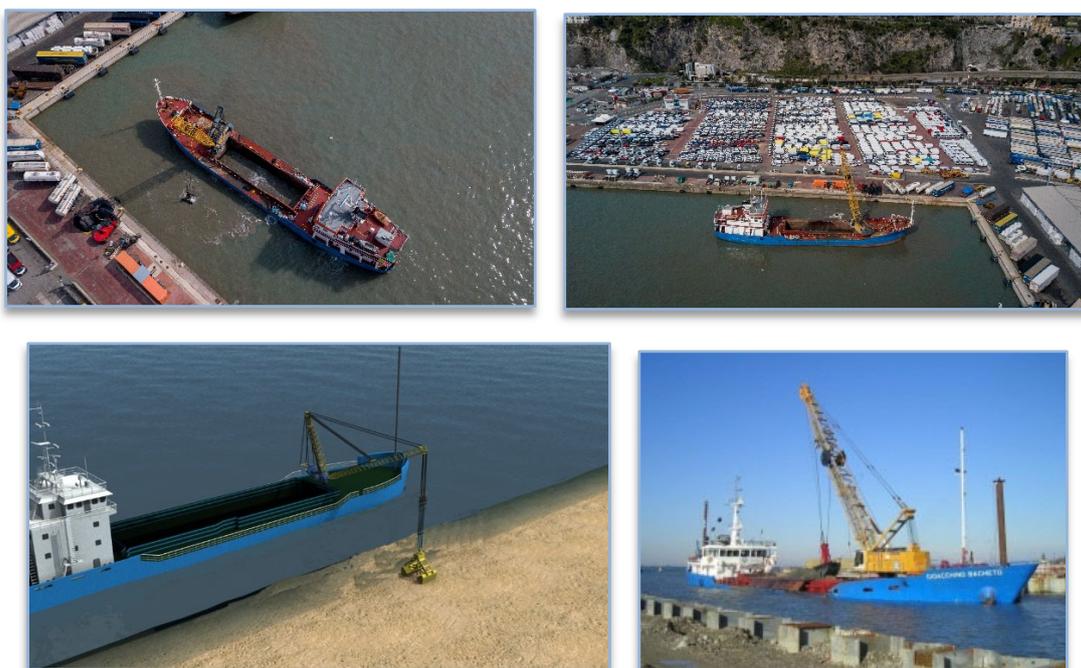


Figura 7 – Draghe semoventi autocaricanti/scaricanti a pozzo tipo "Grab Hopper Dredger GHD" in fase operativa

**Nel Progetto Definitivo il dragaggio è svolto principalmente con draghe idrauliche tipo "TSHD", sia per il trasferimento del materiale ad immersione a mare, in considerazione dell'elevata produttività e della distanza del sito di prelievo (canaletta di avvicinamento al porto, di lunghezza 5,1 km, con fondale di -13,50m s.l.m.m. e di parte del bacino d'evoluzione in avamposto e terminal crociere con caratteristiche idonee), sia per gli interventi interni nei canali Candiano e Baiona, riservando il dragaggio di tipo meccanico con "Grab Hopper Dredger GHD" ovvero "Grab Dredger - GD" ai settori del porto non raggiungibili dalle draghe tipo "TSHD", in relazione alla manovrabilità delle stesse (aree ristrette, sotto-banchina, angoli etc.).**

**Nel PD si precisava in particolare che "350.000 m<sup>3</sup> ..... potranno essere scavati tramite escavatore. In tal caso non vi sarà la necessità di transitare per la cassa di colmata e potranno essere trasportati direttamente a destino finale", in modo da ottimizzare anche "la concentrazione temporale dei lavori di movimentazione del sedimento", adottando "tecnologie che massimizzino la compattezza dei materiali", come anche indicato nella prescrizione n. 17 dell'allegato I alla Delibera di approvazione del CIPE del 28 febbraio 2018 del PD.**

## 4 UBICAZIONE DEI SITI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI DI ESCAVO E DI DEPOSITO INTERMEDIO DEI MATERIALI DI ESCAVO

### 4.1 SITI DI DESTINAZIONE FINALE

Per l'esecuzione del I stralcio funzionale sono confermati i seguenti siti portuali di destinazione previsti nel PD ("Logistica 2" e "Logistica S3 Nord").

Per la redazione del Progetto Esecutivo di I stralcio sono state eseguite e completate dettagliate indagini topografiche, geotecniche e ambientali nelle suddette aree portuali logistiche.

In dettaglio:

- **Logistica 2** – l'area di detto comparto confina ad ovest con il fascio ferroviario (scalo merci), a nord con il Porto San Vitale ed il raccordo stradale fra via Classicana e via Trieste, ad est con il territorio rurale e, infine, a sud, con la Via Canale Molinetto. Per gli estremi catastali si fa riferimento ai seguenti Elaborati del P.D.: per L1 "Tav. URB.L1.01C - Stato di fatto – Estratto catastale – elenco proprietà Planimetria scala 1:2000"; per L2 "Tav. ESP.01 - Piano particellare Logistica 2".
- **Logistica S3** – l'area di tale comparto è compresa tra la via Romea nord, lo scolo consorziale Fagiolo e la via Baiona. Il comparto S3 Logistica Romea Bassette, così come definita dalla scheda del POC 2010 – 2015 (approvato dal Comune di RA con D.C.C. n. 23970/37 del 10.03.2011 e s.m.i.) riportata nell'Elaborato POC.4d risulta suddivisa in quattro zone: 1a, 1b, 2, 3 e 4; al fine del presente documento sono considerate solo le zone 1b e 2 (per gli estremi catastali Vd.si il PD Tav. ESP.02 – Piano particellare area S3).

Nelle Tavole del PD "URB.S3.01: Stato di fatto /Inquadramento territoriale/Pianificazione comunale PSC – RUE – POC" ed "URB.S3.02: Stato di fatto/Inquadramento territoriale/Pianificazione provinciale PTCP/ vista satellitare/ vincoli e reti esistenti" è dettagliato l'inquadramento delle aree nell'ambito del Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE).

Quanto ottenuto con i dragaggi di "I stralcio funzionale" **“verrà utilizzato, come destinazione finale nelle aree logistiche portuali a terra (L2 ed S3-Nord), che hanno necessità di riempimento per la messa in quota ..... di materiale compatibile con i limiti della Tabella 1 colonna B dell'allegato 5 del Titolo V della parte IV del D.Lgs. 152/06”**, per uno spessore geometrico variabile di 2,80/3,70m (in funzione delle quote finali da rispettare al contorno).

Il nuovo materiale di dragaggio, quindi, è collocato sul piano di avvenute scotico. I livelli di scotico saranno comunque a quota maggiore di quella di falda.

Preventivamente, all'avvio di riempimento il PD (confermato nel PE) prevede lo "scotico dell'attuale strato di terreno agricolo superiore vegetale" fino al livello di falda per uno spessore variabile fino a circa 1,90m, da collocare al contorno delle aree logistiche secondo sagome progettuali per creare aree a verde.

Pertanto, il trasferimento del materiale nelle aree logistiche avviene su un substrato di terreno naturale opportunamente sagomato/livellato con contestuale formazione di opportune piste di cantiere per il transito in sicurezza dei mezzi di trasporto del materiale.

Tali piste saranno realizzate ad interasse massimo di 80-100 m per tenere conto dei test eseguiti in scala reale che hanno evidenziato che inizialmente i materiali di dragaggio si dispongono per strati sub-orizzontali avendo una coesione intrinseca molto bassa.

La formazione del nucleo delle piste sarà eseguita (prevalentemente) con il terreno *"in-situ"* e, qualora se ne presenti la necessità, selezionando parte dei materiali di dragaggio con caratteristiche geotecniche migliori, provenienti in particolare dall'area di escavo prevista nella Trattaroli.

La pista sarà completata da uno strato variabile di materiale inerte di recupero certificato e/o di stabilizzato di cava di spessore di 30-40cm previo stesa di geotessile per limitare la compenetrazione.

La quota iniziale sommitale delle piste sarà modellata creando un sovrizzo di circa +0,5/1,0m (in funzione dello spessore del riempimento) per tenere conto dei naturali processi di consolidamento nel tempo del materiale che si avranno in fase esecuzione, per effetto dei sovraccarichi correlati al ripetuto passaggio dei mezzi d'opera sulle piste di accesso.

Nelle figure seguenti sono riportati sinteticamente gli elaborati planimetrici esecutivi della predisposizione delle logistiche portuali prima dell'avvio del riempimento con i materiali di dragaggio con la formazione delle piste provvisorie nelle aree Logistiche *"L2 ed S3 Nord"*.

Si precisa che per l'area logistica *"S3 Nord e L2"* si sono tenuti in conto gli spazi dedicati al conferimento dei materiali provenienti rispettivamente dallo svuotamento dei sedimenti attualmente presenti nelle casse di colmata NADEP e Centro Direzionale.

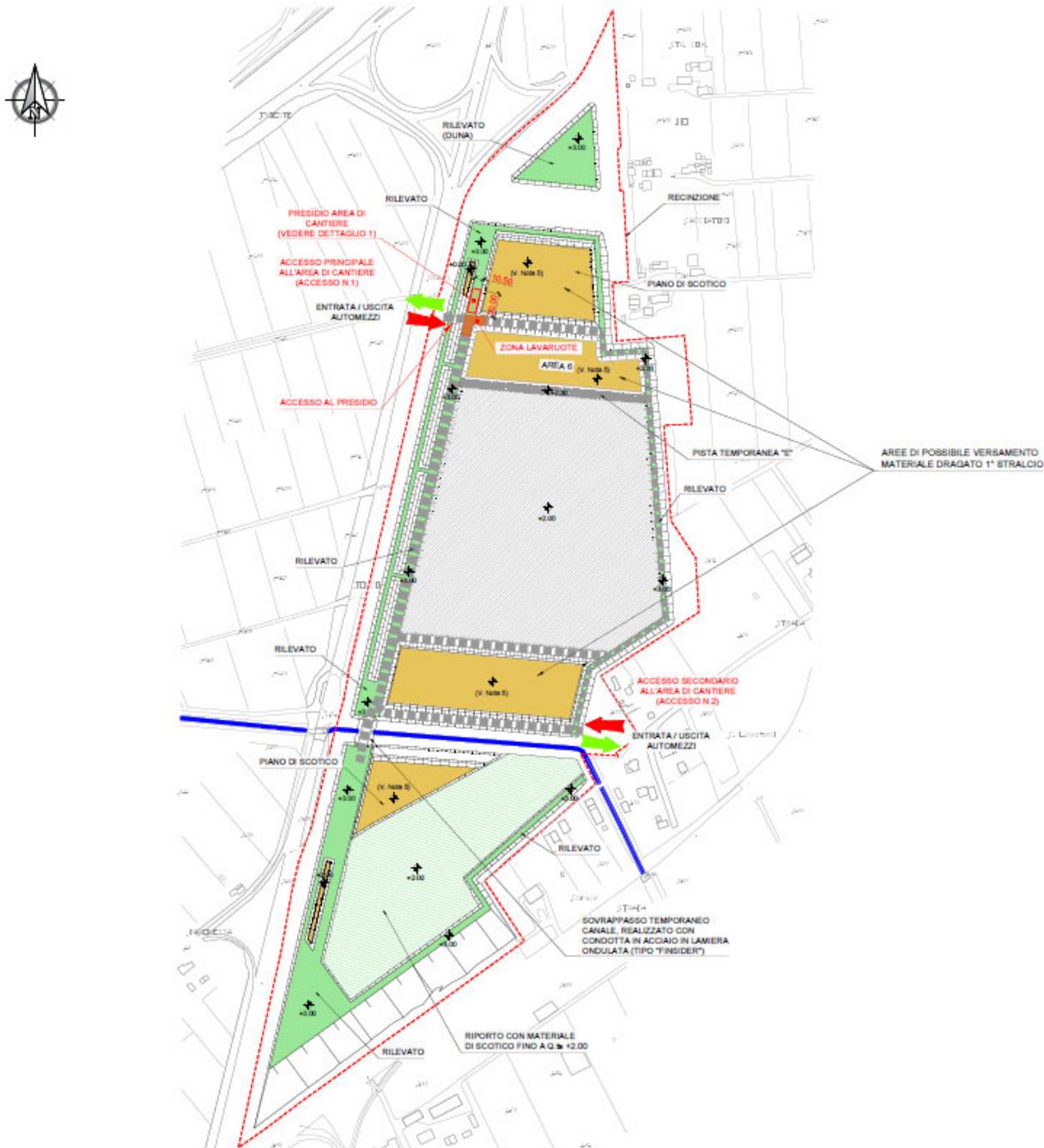


Figura 8 – Area Logistica L2 – Stralcio planimetrico della predisposizione dell'areale a terra prima del riempimento con materiale di dragaggio



Figura 9 – Comparto S3 Nord – Stralcio planimetrico della predisposizione dell'areale a terra prima del riempimento con materiale di dragaggio

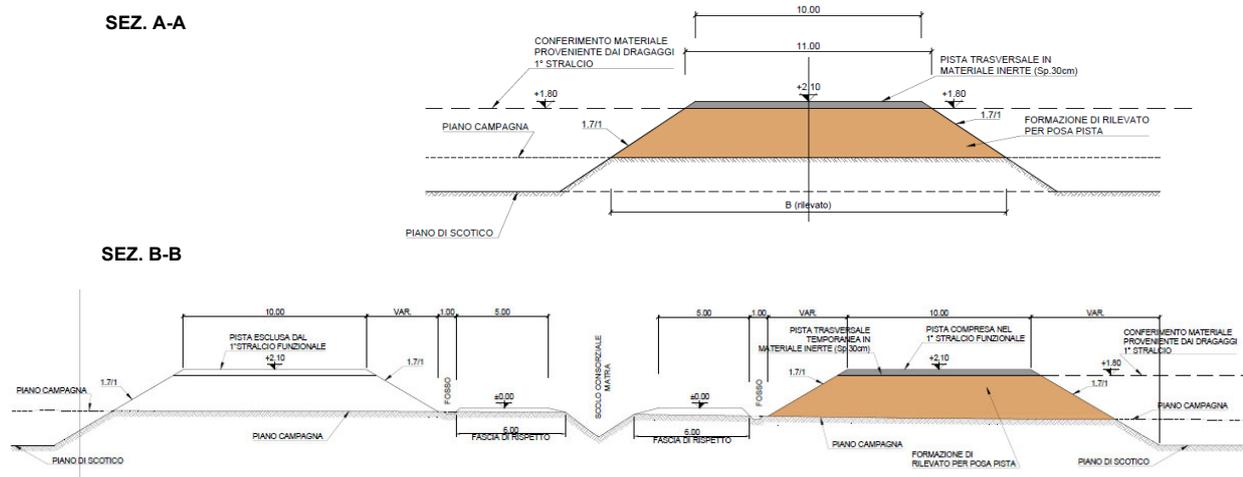


Figura 10 – Sezioni tipo: A-A (sopra) e B-B (sotto)

**In sintesi, il Progetto Esecutivo non introduce variazioni sull'idoneità e sulla compatibilità dei siti di riutilizzo e destinazione finale dei materiali di dragaggio che "sono stati oggetto di caratterizzazione chimico-fisica dei terreni in sito per verificarne la compatibilità alla ricezione dei sedimenti e ..... di analisi degli strumenti urbanistici e dei vincoli per tale operazione", come evidenziato nel parere n. 2616 del 26.01.2018 della commissione Tecnica di Verifica VIA.**

In dettaglio:

**Aree logistiche portuali:** le aree sono caratterizzate esclusivamente da "terreni agricoli", sui quali si sono svolte le regolari attività stagionali agricole (aratura, morganatura, semina, raccolta etc.), di cui si prevede il preventivo "scotico dell'attuale strato di terreno agricolo superiore vegetale" fino al di sopra del livello di falda (spessore variabile fino a circa 1,90 m), da collocare interamente al contorno e nell'ambito delle stesse aree logistiche, a sagomare rilevati a verde per la creazione di quinte arboree ed arbustive delle future aree industriali.

Pertanto, il trasferimento del materiale di dragaggio nelle aree logistiche avviene su un substrato di terreno geologico naturale "vergine" agricolo opportunamente sagomato/livellato. Inoltre, il PD autorizzato prevede che "il materiale dei nuovi dragaggi sia utilizzato, come destinazione finale, per il riempimento - fino alla messa in quota - di alcune aree logistiche a terra", già in alcuni areali parzialmente colmati con materiale proveniente da precedenti dragaggi già caratterizzati all'origine con i parametri che rientrano nei limiti della "colonna A e B tab. 1 All.5 Titolo V Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006". Infine, i valori di salinità presenti nelle acque della falda superficiale, rilevati nelle indagini eseguite a supporto del PD approvato, sono tali da rendere possibile il riutilizzo dei materiali di dragaggio portuali, come peraltro già in parte collocati. La falda è direttamente interconnessa con quella adiacente portuale (doc. rif.to "Progetto per lo studio della salinità in aree site in Ravenna Via delle Industrie").

## 4.2 SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO

In fase esecutiva, come detto, per la gestione del materiale dragato meccanicamente con mezzi marittimi tipo "GHD – Grab Hopper Dredger", si prevede la realizzazione di vasche di deposito/decantazione/sedimentazione temporanee da allestire lungo la banchina Piomboni Nord.

Nella fase esecutiva, il materiale rimosso con una motonave del tipo "GHD – Grab Hopper Dredger", equipaggiata con escavatore idraulico a fune dotata di sistema di posizionamento rapido con pali idraulici, verrà depositato in idonee vasche modulari di decantazione ed accumulo provvisorie (capienza singola vasca di circa 2.500 m<sup>3</sup> /cd con dimensioni esterne di circa 25x40 m ed altezza utile di circa 2,50 m), realizzate in elementi prefabbricati autobloccanti installati su una platea in c.a. di spessore variabile.

Le varie vasche sono complete di un sistema di drenaggio con ghiaia/tubi-dreno e geotessile per la raccolta dell'eventuale acqua di risulta e meteorica. Il numero di vasche previste è 6 tale da garantire una capacità di accumulo rotativa complessiva settimanale di circa 15.000 m<sup>3</sup>.

Tra la soletta del sistema vasche e la sovrastruttura di banchina di appoggio è previsto un telo impermeabile in PVC/HDPE rinforzato.

L'eventuale acqua di esubero dai materiali di dragaggio depositati nelle vasche di accumulo provvisorie (ovvero le acque meteoriche di ruscellamento) sarà convogliata in idonei pozzetti, disposti nel punto di raccolta del sistema di drenaggio predisposto e pompata in una vasca di omogeneizzazione e sedimentazione/decantazione. In tale vasca un sistema di controllo verificherà il rispetto del contenuto dei solidi sospesi nei limiti di 80 mg litro per procedere allo scarico nel corpo idrico a mare.

Il punto di scarico dei mezzi marittimi è individuato nella banchina Docks Piomboni Nord nell'area a Sud/Est della penisola Trattaroli, che sarà disponibile per tale attività (circa 240 m) dopo la rimozione del relitto del "Berkan B" in corso di esecuzione, e nella parte di banchina antistante l'area in concessione a ITALTERMINAL sempre nel Canale Piomboni.



Figura 11 – Ubicazione sito di deposito intermedio in Penisola Trattaroli.

Il materiale dragato meccanicamente con benna e stivato nel mezzo marittimo viene scaricato all'interno delle vasche preventivamente realizzate lungo la banchina.

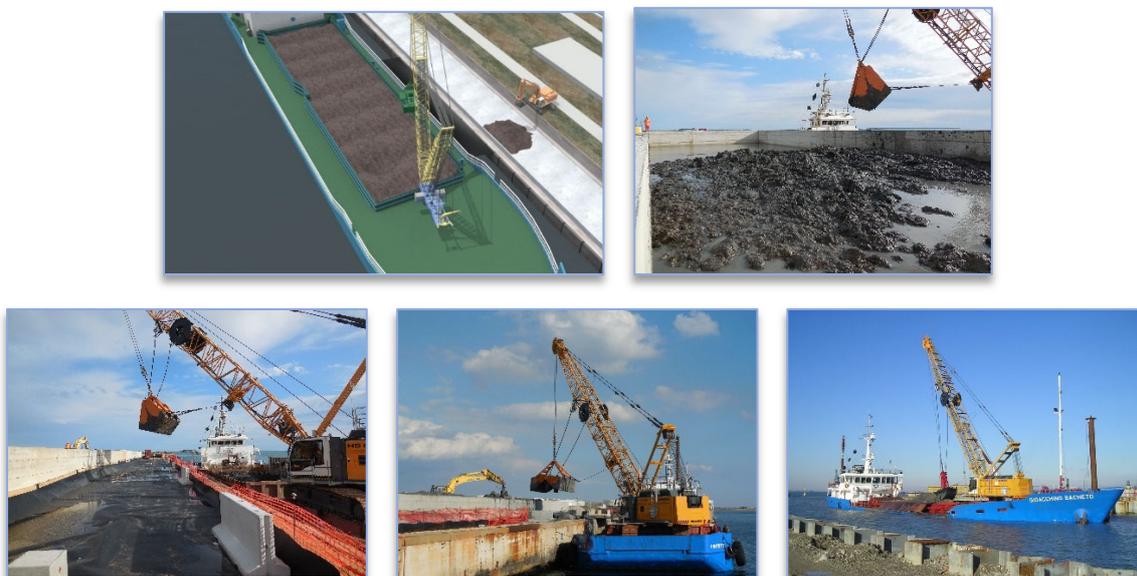
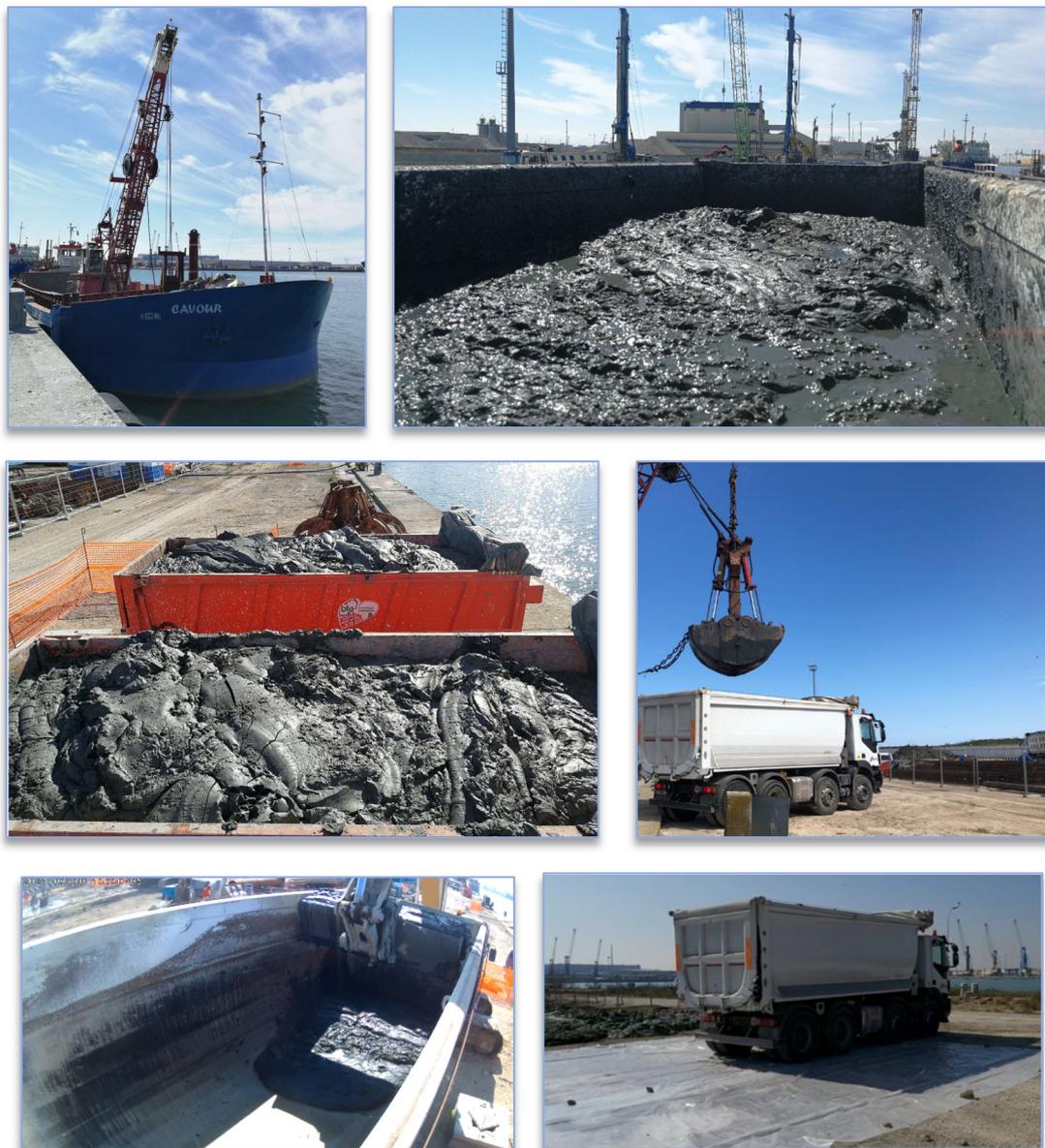


Figura 12 – Schema di scarico dei materiali di dragaggio con "GHD- Grab Hopper Dredger" nelle vasche di accumulo intermedie

Al fine di ottimizzare il processo di escavo e di gestione dei materiali dragati a terra ed il dimensionamento delle vasche di deposito intermedie in calcestruzzo da realizzare in fase esecutive si è proceduto ad effettuare un test in scala reale come riportato nelle figure seguenti.



*Figura 13 – Test in scala reale di scarico e gestione dei materiali di dragaggio con “GHD – Grab Hopper Dredger” nelle vasche di accumulo intermedie previste in fase esecutiva*

Il materiale depositato sarà ripreso da escavatori idraulici per essere caricato su camion che lo trasferiranno nei siti di destinazione. Nelle logistiche i camion percorreranno idonee piste di servizio per consentire la regolare distribuzione del materiale nelle ampie aree di accumulo.

Considerato che il dragaggio è eseguito in modo selettivo, distinguendo e rimuovendo gli areali e gli strati di sedimento compatibili all'origine con i limiti di “Tabella 1 colonna A e B dell'allegato 5 al Titolo V della parte IV del D.Lgs. 152/06” secondo i risultati della caratterizzazione eseguita, si evidenzia che non risulta necessario attuare in corso d'opera un monitoraggio dei cumuli rotativi per i materiali da riutilizzare nelle logistiche in ambito portuale (limite “Tabella 1 colonna B”), atteso che la caratterizzazione eseguita in banco, ai sensi del 173/2016 e la successiva classificazione non ha evidenziato alcun superamento della citata “colonna B”.

## 5 SINTESI INDAGINI BATIMETRICHE E GEOTECNICHE

### 5.1 INDAGINI BATIMETRICHE

Nell'ambito del Progetto Definitivo nel 2014 è stato effettuato il rilievo batimetrico di tutta l'area del canale interessata da dragaggio (Rif. Elaborati grafici Progetto Definitivo).

A supporto del Progetto Esecutivo, è stato eseguito dal Contraente Generale un nuovo rilievo batimetrico per verificare lo stato esistente e la profondità dei fondali in tutte le aree di dragaggio, in particolare nelle zone di avamporto e dalla canaletta (zona 1 e 2), dove possono verificarsi modifiche della batimetria a causa del trasporto litoraneo.

Il rilievo è stato eseguito con tecnologia multibeam (MBES) ed esteso su un'area di 4.357.670 mq, interessando le zone di San Vitale-Trattaroli (Zona 5), largo Trattaroli (Zona 4), Area Trattaroli, Darsena Baiona, Curva Marina e inizio moli guardiani (Zona 3), Avamporto e zona crociere (zona 2), canaletta di avvicinamento fino a circa 5,5 km dalla testa delle dighe.

È stato inoltre effettuato il rilievo del canale Piombone, fino in prossimità della cassa di colmata Nadep (zona 7) e il rilievo dell'area all'ingresso del canale Piombone (zona 6), in cui potrebbe essere presente una barra di sabbia; in tal caso dovrebbe essere rimossa per rendere accessibile il canale Piombone alle draghe previste durante l'esecuzione dei dragaggi.

La descrizione dettagliata della modalità di esecuzione, elaborazione dei dati e la restituzione dei rilievi batimetrici è presentata nei seguenti documenti:

- Relazione tecnica indagini - Dragaggi - e allegati (doc 1114-E-SIN-RIL-RE-21-0)
- Elaborati grafici indagini multibeam (n. 1114-E-SIN-RIL-PL-05 + 1114-E-SIN-RIL-PL-13)

### 5.2 INDAGINI GEOTECNICHE

Le indagini geotecniche a mare per la caratterizzazione dei terreni da dragare sono le seguenti:

1. Indagine 2014 a supporto del progetto definitivo a base di gara;
2. Indagine 2019 per l'aggiornamento della caratterizzazione di progetto definitivo in ottemperanza al D.M. Ambiente n.173 del 15 luglio 2016;
3. Indagine 2020/2021 a supporto del progetto esecutivo.

La descrizione delle attività svolte durante le suddette indagini è riportata nella Relazione di caratterizzazione geotecnica (rif. 1114-E-DR2-GEN-RG-02-0).

#### 5.2.1 Assetto stratigrafico

La Tabella 1 riporta per ciascuna area di dragaggio il relativo assetto stratigrafico, derivato dalle indagini svolte nel corso degli anni.

Si nota che le indagini del 2019 e del 2020/2021 indicano generalmente una riduzione della granulometria rispetto all'indagine del 2014 con prevalenza della frazione limoso – argillosa su quella sabbiosa.

<i>Tabella 1 – Assetto stratigrafico – Stratigrafia delle aree di dragaggio in funzione delle indagini svolte</i>			
Indagine (anno)	Assetto stratigrafico		
	Area 3	Area 2a	Area 2b
2014	limo sabbioso, limo argilloso e sabbia fine	limo sabbioso	limo sabbioso – argilloso, sabbia fine
2019	limi e argille	limi	limi argillosi/argille limose
2020/2021	limo argilloso	limo argilloso	limo argilloso da sabbioso a con sabbia

### 5.2.2 Caratteristiche geotecniche

La caratterizzazione geotecnica dei sedimenti da dragare in questa fase è stata fatta sulla base delle informazioni contenute all'interno delle indagini del 2014 (Progetto Definitivo), 2019 (aggiornamento della caratterizzazione ambientale dei sedimenti del Progetto Definitivo sulla base del D.M. Ambiente n.173 del 15 luglio 2016), 2020/2021 (Progetto Esecutivo).

Le indagini del 2014 e del 2019 non forniscono una vera caratterizzazione geotecnica dei sedimenti, in quanto essendo finalizzate alla classificazione ambientale dei sedimenti, riportano solo una descrizione granulometrica degli stessi.

Si è resa pertanto necessaria l'esecuzione di una nuova indagine a supporto del Progetto Esecutivo, finalizzata alla caratterizzazione geotecnica dei sedimenti ed al loro comportamento nel caso di dragaggio con draga idraulico tipo TSHD, così come previsto dal Progetto Definitivo.

Le prove sono state eseguite presso il laboratorio GEEG (Geotechnical and Environmental Engineering Group) start-up dell'Università di Roma la Sapienza.

L'analisi delle informazioni disponibili in tutte le indagini disponibili ha portato a caratterizzare il sedimento da dragare come un limo argilloso con un contenuto d'acqua prossimo o superiore al limite liquido ovvero molto poco consistente. Tale dato è stato confermato dalle prove di misura della resistenza non drenata  $c_u$  e dalle prove edometriche dell'indagine di Progetto Esecutivo.

Si nota che le indagini del 2019 e del 2020/2021 descrivono un materiale più fine rispetto all'indagine del 2014, passando mediamente da un limo sabbioso ad un limo argilloso.

I risultati della indagine di Progetto Esecutivo sono stati quindi usati per tarare un modello CS2 del comportamento dei sedimenti sversati nella cassa NADEP a seguito del loro dragaggio con draga idraulica tipo TSHD secondo le indicazioni del Progetto Definitivo. L'attività di calibrazione e sviluppo del modello è stata condotta dalla E&G srl a firma del Prof. Ing. Quintilio Napoleoni.

Il modello indica che dopo 3 mesi dalla fine del refluento idraulico il Bulking Factor è  $BF=2.25$ , valore ben superiore a quello di Progetto Definitivo pari a 0.8.

Il BF non raggiunge mai il valore di Progetto Definitivo anche dopo 2.000 giorni (durata simulata nelle analisi) quando assume in media valori di 1.25-1.5 ovvero la sedimentazione non è ancora terminata.

L'incremento stimato del BF dalla attività di sperimentazione sulla base delle caratteristiche geotecniche dei sedimenti comporterebbe un aumento importante dei cicli di dragaggio e dei volumi da trasportare con conseguente incremento delle tempistiche e dei costi.

Alla luce di questi risultati si propone di usare una draga a grappo tipo GHD per l'esecuzione dei dragaggi. Le modalità di accumulo temporaneo e successivo trasporto alle aree logistiche sono descritte negli elaborati specialistici di progetto.

## 6 RISULTANZE CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI SEDIMENTI DA DRAGARE

L'Autorità di Sistema, facendo seguito alla prescrizione contenuta nel provvedimento direttoriale del MATTM n. DVA-2018-44 del 1 febbraio 2018 e nel relativo parere del 26.01.2018 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS n. 2616) che “*la gestione dei sedimenti di dragaggio a livello di progetto esecutivo dovrà seguire le indicazioni della nuova normativa di settore di cui al decreto ministeriale 15 luglio 2016 n. 173*”, ha provveduto ad eseguire una dettagliata campagna di caratterizzazione delle aree oggetto di dragaggio.

Tale campagna di caratterizzazione eseguita nel 2019/2020 (dragaggio canali fino all'avamposto e darsene interne) è stata ripartita in due parti:

- a) area i cui sedimenti sono destinati alla deposizione in ambiente terrestre: dalla Darsena San Vitale ai Moli Guardiani;
- b) area i cui sedimenti sono potenzialmente destinati all'immissione in mare: dai Moli Guardiani alla batimetrica -13,5 m s.l.m.m. del Canale Marino, compresa l'area antistante alla Darsena Crociere (Area potenzialmente destinata a mare)

La caratterizzazione dei sedimenti è stata eseguita conformemente a quanto stabilito dall'allegato tecnico al D.M. Ambiente n.173 del 15 Luglio 2016 mediante l'individuazione di n. 3 tipologie di aree unitarie: tipologia 1 (maglia 50x50m) a ridosso dei manufatti interni al porto, tipologia 2 (maglia 100x100) nelle zone centrali del porto; tipologia 3 (maglia 200x200) nelle zone esterne alle dighe foranee. In particolare: 316 maglie posizionate nell'Area destinata a terra.

**L'interpretazione dei risultati analitici delle caratterizzazioni del materiale di dragaggio destinati a riutilizzo a terra [Area San Vitale/Trattaroli (zona 5), area largo Trattaroli/inizio moli guardiani/darsena Baiona (zona 3) e largo Trattaroli (zona 4)], secondo i limiti di destinazione d'uso fissati dal D.Lgs. 152/2006 (ai sensi dei criteri definiti dall'art.184-bis), hanno evidenziato concentrazioni conformi ai limiti delle “colonne A e B della tab.1 All.5 Titolo V Parte IV del citato D.Lgs. n. 152/2006”.**

Negli elaborati grafici seguenti sono riportate in dettaglio le mappe della classificazione dei sedimenti portuali, ai sensi del citato Decreto, secondo le maglie del piano di caratterizzazione per i diversi livelli di profondità (strato 0-50, strato 50-100, strato 100-200, strato 200-400 e strato 400-600).



Figura 14 – Classificazione livello 0-50 cm.



Figura 15 – Classificazione livello 50-100 cm.

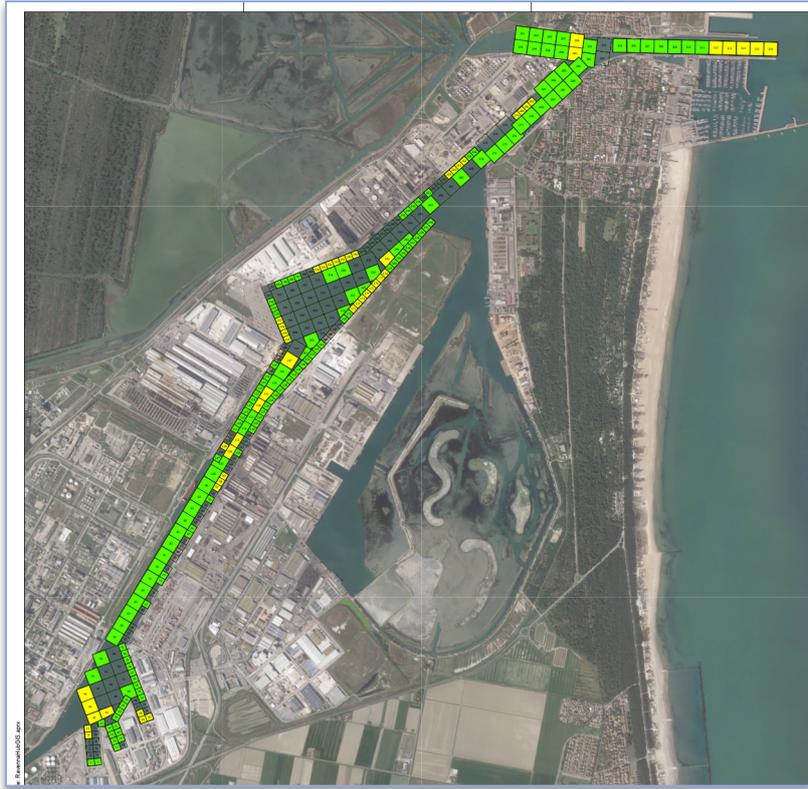


Figura 16 – Classificazione livello 100-200 cm.



Figura 17 – Classificazione livello 200-400 cm.

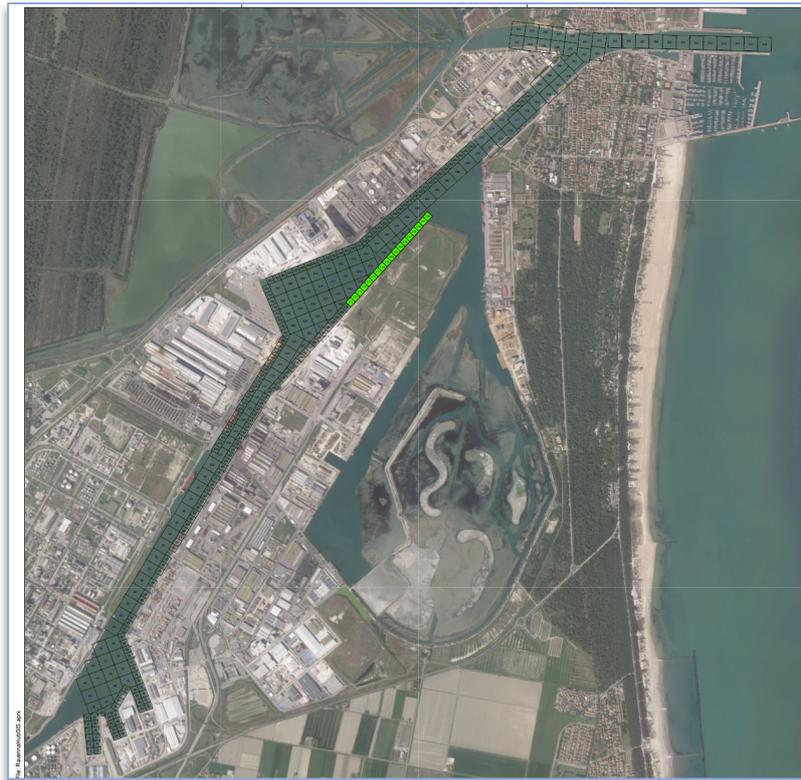


Figura 18 – Classificazione livello 400-600 cm.

Pertanto, sulla base di tali indagini risulta confermata la previsione del Progetto Definitivo che il quantitativo di materiale ottenuto con i nuovi dragaggi possa essere in fase esecutiva *“utilizzato, come destinazione finale nelle aree logistiche a terra (L1, L2 ed S3), che hanno necessità di riempimento per messa in quota in quanto compatibile con i limiti della Tabella 1 colonna B dell’allegato 5 del Titolo V della parte IV del D.Lgs. 152/06”*.

## 7 INDIVIDUAZIONE DEI PERCORSI PREVISTI PER IL TRASPORTO DEL MATERIALE DA DRAGARE TRA LE DIVERSE AREE IMPIEGATE NEL PROCESSO DI GESTIONE

Per il trasporto dal sito di deposito intermedio alle aree di destinazione finale si prevede l'utilizzo di camion. In ciascuna area logistica sono stati individuati doppi accessi (principale e secondario) in maniera tale da garantire sempre l'uscita in caso di emergenza del mezzo di trasporto dal cantiere e di minimizzare le stesse tempistiche di trasporto.

I percorsi dei camion previsti dalle vasche di deposito intermedio in penisola Trattaroli sono i seguenti:

- per la **“Logistica L2”**:
  - Ingresso principale: si percorre un tratto di via Classicana dalla banchina Docks Piomboni Nord verso sud. Per poter accedere all'ingresso principale situato nella carreggiata opposta di via Classicana, il camion carico dovrà fare inversione di marcia uscendo su via Circonvallazione Canale Molinetto/via Destra Canale Molinetto.
  - Ingresso secondario: si percorre sempre un tratto di via Classicana dalla banchina Docks Piomboni Nord fino alla Circonvallazione Canale Molinetto/via Destra Canale Molinetto. L'ingresso si raggiunge svoltando su via Sinistra Canale Molinetto.
- per la **“Logistica S3 Nord”**:
  - Ingresso principale: si percorre un tratto di via Classicana fino all'incrocio con via Trieste, proseguendo di seguito su quest'ultima, fino all'intersezione con via Attilio Monti, dalla quale si prende via della Chimica e successivamente via Romea Nord. Raggiunta la prima rotonda, l'ingresso principale si incontra percorrendo via Luciano Lama fino al termine della strada.
  - Ingresso secondario: si percorre un tratto di via Classicana fino all'incrocio con via Trieste, proseguendo di seguito su quest'ultima, fino all'intersezione con via Attilio Monti, dalla quale si prende via della Chimica e successivamente via Romea Nord. L'ingresso secondario si trova su via Romea Nord prima della rotonda.

Di seguito, si riporta la planimetria dei percorsi che i mezzi di trasporto effettueranno verso i siti di destinazione finale. I tratti in blu rappresentano i percorsi compiuti dai camion carichi di materiale dragato mentre in rosso quelli compiuti una volta scaricato il materiale.

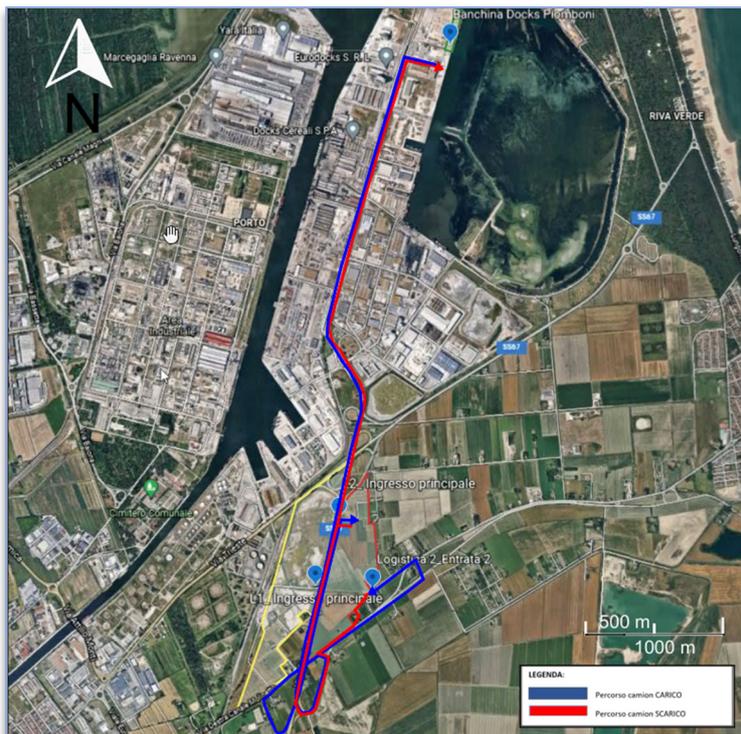


Figura 19 – Percorso mezzi di trasporto in area portuale “Logistica L2”

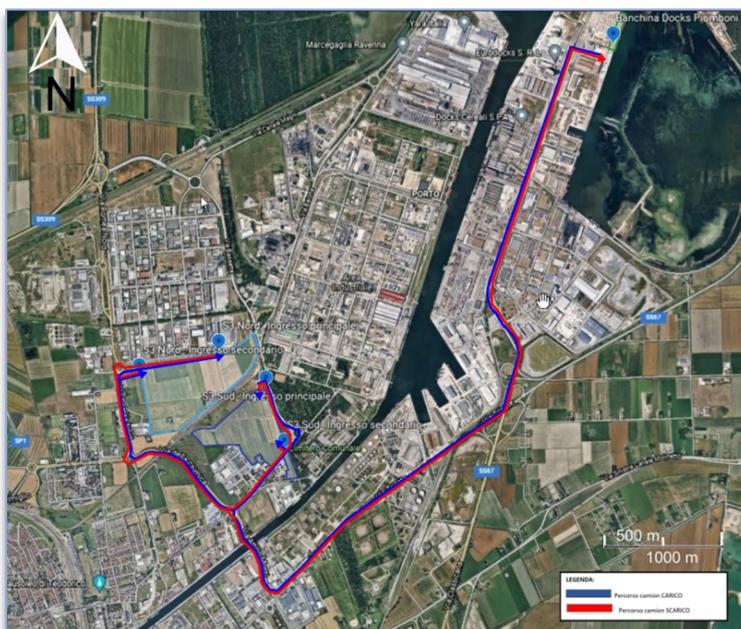


Figura 20 – Percorso mezzi di trasporto in area portuale “Logistica S3”

## 8 SINTESI VOLUMI DI MATERIALE DI DRAGAGGIO PREVISTI NEL PRIMO STRALCIO FUNZIONALE

Come noto, i parametri intrinseci principali che regolano le volumetrie dei materiali di escavo nelle fasi di movimentazione e di collocazione a riutilizzo nel destino finale sono rappresentati dal “*bulking factor*”, dalla densità relativa [correlata al contenuto del materiale secco “*in situ*” (*TDM Ton Dry Matter*)] e dalla granulometria del sedime. A ciò si aggiungano i processi di consolidamento/cedimento nel sito di riutilizzo.

In dettaglio, sulla base dei risultati acquisiti nel corso delle prove sperimentali di sedimentazione, in scala reale, eseguite a supporto del progetto esecutivo presso il Laboratorio di Geotecnica dell'Università “*La Sapienza*” di Roma, si riporta di seguito il bilancio di massa di materiale dragato meccanicamente ovvero idraulicamente, in relazione alla specifica tipologia di materiale “*in situ*” (limoso debolmente sabbioso non addensato).

### **Dragaggio meccanico:**

Essendo un dragaggio di tipo meccanico, si assume che il fattore di rigonfiamento “*Bulking factor*” è pari 1,0. In seguito al trasferimento nelle vasche di deposito intermedio ed a riutilizzo nelle logistiche portuali, i cedimenti primari e secondari dei sedimenti determinano un significativo processo di “*assestamento*” con riduzione volumetrica.

Al termine del consolidamento il volume unitario di materiale in logistica è stimabile pari a circa 0,9 m<sup>3</sup>, a fronte di 1 m<sup>3</sup> iniziale con un rapporto tra volume consolidato/assestato e volume iniziale del 90%. Per volume di materiale consolidato/asciugato s'intende quello che si ha al termine della movimentazione nei siti di destinazione finale. In questa situazione il materiale subisce il fenomeno noto come consolidamento primario: esso consiste nell'espulsione dell'acqua interstiziale e nel “*riarrangiamento*” dei grani in una configurazione più compatta, sotto l'azione delle tensioni normali dovute al peso del materiale negli strati superiori.

Nella fattispecie, ad un anno dal deposito del materiale nelle aree logistiche è possibile stimare un coefficiente di riduzione compreso tra 1 e 0,8, fermo restando che con il tempo diminuirà, in seguito al processo di consolidamento secondario, che è dovuto al “*riarrangiamento*” della disposizione dei grani ed ai fenomeni viscosi e di adattamento. Inoltre, si deve tener anche in conto dell'assestamento decimetrico del piano d'imposta delle logistiche portuali a seguito del sovraccarico con i sedimenti dragati di oltre 1,5 m. Per tale motivo in fase esecutiva, i materiali di dragaggio saranno depositati nei siti di riutilizzo con una “*monta*” iniziale di 20/30 cm. In tal senso l'attività di “*dragaggio*” è “*spesa*” anche per un impiego geotecnico di “*soil improvement*” a km e costo zero (!). Infatti, il materiale di sovraccarico diventa parte del terrapieno di colmata senza la necessità di approvvigionamenti di materiale da cave terrestri.

La stima dei volumi delle zone 2 e 3 di dragaggio del I Stralcio è stata effettuata con modello CIVIL3D sulla base dei rilievi batimetrici (rif. Par. 5.1).

Nella tabella sottostante sono riportati, per ogni zona dello Stralcio funzionale, i volumi determinati con modello Civil 3D. I volumi di overdredging di ogni zona sono stati stimati moltiplicando le superfici alla quota di dragaggio per 20 cm di overdredging.

Tabella 2 – Dragaggio 1° stralcio funzionale: volumi

AREA	Progressive		Prof. Dragaggio	Larghezza	Lunghezza	Superficie (comprese scarpate)	Volume con overdredging	Volume di over dredging	Volume senza overdredging
	da	a							
<b>Zona 2 - canale centrale</b>	6+533,58	7+106.23	-12,50	100	456	60.470	138.759	12.094	126.665
<b>Zona 2 Terminal Crociere</b>	5-191,44	5+587,44	-10,00	variabile	584,83	45.700	23.883	9.140	14.743
<b>Zona 3 - Canale interno</b>	8+229,95	8+859,95	-12,50	60	630	53.380	66.717	10.676	56.041
<b>TOTALE DRAGAGGIO 1° STRALCIO</b>						159.550	229.359	31.910	197.449

In sintesi, nel Progetto Esecutivo di “1° stralcio funzionale”, considerando che si procede a dragare **circa 200.000 m<sup>3</sup> di volumi geometrici “in situ”**, l’effettiva capienza occupata in corso d’opera al termine dei lavori dai quantitativi dei suddetti materiali nelle aree Logistiche portuali è la seguente:

- **Aree logistiche portuali > 180.000 m<sup>3</sup>.**

Infatti, per il comparto S3 Nord, il volume disponibile (fino a quota + 1.80) nelle 4 vasche comprese fra le piste del I stralcio funzionale è pari a circa 332.000 m<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda l’area logistica L2, il volume disponibile (fino a quota +2.00) nelle 3 aree di possibile versamento è pari a circa 163.000 m<sup>3</sup>.

## 9 GESTIONE DELLE ACQUE DI ESUBERO E DEFLUSSO DALLE VASCHE DI DEPOSITO PROVVISORIE E DI DECANTAZIONE INTERMEDIE

Come detto, i materiali scavati nel Canale Candiano oggetto del presente elaborato, saranno rimossi mediante idoneo mezzo effossorio di tipo meccanico autocaricante (*GHD – Grab Hopper Dredger*), che provvederà anche al trasporto presso la banchina preposta (Penisola Trattaroli versante est – Canale Piomboni) e, sempre attraverso l'escavatore di bordo, allo scarico a terra all'interno delle vasche di deposito provvisorio modulari in elementi prefabbricati ivi ubicate.

Come anticipato in premessa, tali vasche sono dotate di un sistema di drenaggio interno che, attraverso opportune tubazioni finestate, strati filtro in materiale ghiaioso e teli in geotessuto, è in grado di collettare le acque di scolo provenienti dal drenaggio naturale del materiale dragato, nonché le eventuali acque meteoriche cadute sulla superficie delle vasche.

Pertanto, tali acque drenate sono raccolte per gravità all'interno di pozzetti e quindi rilanciate, mediante una pompa sommersa, in una apposita vasca di calma e di omogeneizzazione, ubicata nelle vicinanze delle suddette vasche di scarico.

Tali acque di esubero dovranno quindi essere reimmesse all'interno degli specchi acquei portuali, nel rispetto della normativa vigente in tema di scarichi in corpi idrici superficiali.

Pertanto, prima di procedere con i lavori di dragaggio, verrà inoltrata all'Ente Competente in materia la relativa "*Istanza di Autorizzazione*" allo scarico in mare di acque reflue industriali. Ai sensi della norma vigente, lo scarico dovrà risultare conforme ai valori limite dei parametri chimico-fisici indicati nella Tabella 3 (Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura) dell'*"Allegato 5, Parte III, D.Lgs 152/06 e s.m.i."*.

In ragione delle caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti e delle acque in questione, l'unico parametro d'interesse della suddetta "*Tabella 3*" che potrebbe comportare problematiche di conformità al relativo limite allo scarico, è il parametro "**Solidi Sospesi Totali**", che presenta, per lo scarico in acque superficiali, un valore soglia di 80 mg/l.

Pertanto, al fine di prevenire lo scarico di acque non conformi in ragione di un eccessivo tenore di solidi sospesi che potrebbero dare origine a fenomeni di torbidità nel canale, all'interno della suddetta vasca di calma, ubicata a monte del punto di scarico, sarà presente un'apposita sonda (torbidimetro), attraverso cui si misurerà il valore di torbidità delle acque presenti nella vasca, prima che queste vengano scaricate nel Canale Candiano. Preventivamente all'inizio dei lavori, verranno inoltre effettuati degli specifici test di laboratorio e di campo, mediante cui, in relazione alle caratteristiche sito-specifiche dei sedimenti delle aree oggetto del dragaggio, si stabilirà una correlazione diretta tra il valore di torbidità delle acque rilevato dal torbidimetro (espresso in NTU - *Nephelometric Turbidity Unit*) ed il parametro Solidi Sospesi Totali (espresso in mg/l).

In questo modo, dalla lettura del valore rilevato dal torbidimetro, sarà possibile conoscere in ogni momento se le acque presenti nella vasca di calma presentano un valore di SST conforme o meno al limite di scarico. A tal riguardo, ai fini di una maggiore conservatività, nell'equivalenza tra valore di NTU e SST, si adotterà anche un opportuno coefficiente di sicurezza.

Inoltre, tale sonda sarà anche attrezzata con una centralina dotata di segnalatore acustico e luminoso che, opportunamente programmata, provvederà ad avvisare l'operatore presente in cantiere in caso di superamento del valore di SST, in modo che egli possa intervenire per interrompere lo scarico diretto.

## 10 ANALISI DEGLI EVENTUALI IMPATTI ASSOCIATI A LIVELLI DI CONCENTRAZIONE DI UNITÀ ODORIGENE DEI SEDIMENTI DRAGATI PRESSO I RECETTORI CIVILI PIU' VICINI ALLE VASCHE DI DECANTAZIONE INTERMEDIE

Tutti i materiali di dragaggio provenienti dall'approfondimento dei settori in oggetto (Canale Candiano, Darsena Baiona, Bacino di Evoluzione in Avamposto e Darsene a servizio del Traffico Crocieristico) sono destinati ad essere reimpiegati a terra come riempimento nelle aree logistiche (L2 ed S3).

Tali materiali, come detto, verranno prevalentemente dragati meccanicamente e trasferiti a terra all'interno di apposite vasche provvisorie di deposito temporaneo, ubicate lungo la banchina est della penisola Trattaroli (Canale Piomboni), ovvero negli altri siti indicati in premessa prima di essere caricati su camion dotati di cassoni a tenuta stagna e trasportati nelle rispettive zone di deposito finale.

I materiali di dragaggio, in generale, possono essere caratterizzati da particolari odori, talvolta anche persistenti, che, in certe situazioni, possono causare fastidi alle persone che dovessero trovarsi nelle vicinanze di tali materiali.

In generale, l'odore è una sensazione risultante dall'interazione di specie chimiche volatili inalate attraverso il naso, includendo tra queste i composti solforati (solfuri, mercaptani), composti azotati (NH<sub>3</sub>, ammine) ed altri composti organici volatili (esteri, acidi, aldeidi, chetoni, alcoli).

Il tipo di informazione portata dagli stimoli olfattivi, l'odore appunto, non corrisponde ad una definita grandezza fisica (come la lunghezza d'onda per la vista o la frequenza dell'oscillazione di pressione per l'udito); l'odore è il risultato della combinazione di molteplici fattori, alcuni legati alle proprietà chimiche e fisiche delle molecole, altri relativi agli effetti psico-fisici che esse producono quando vengono rilevate dall'olfatto, altri ancora più strettamente legati alla sfera soggettiva dell'individuo. Esso, quindi, non è una grandezza fisica che può essere univocamente ed oggettivamente "misurata".

Per farlo, ci sono varie tecniche, tra cui quella più comunemente utilizzata in situazioni simili a quelle in oggetto, prevede l'uso del c.d. "naso elettronico", che è uno strumento costituito da una serie di sensori chimici o elettronici parzialmente specifici e, mediante un sistema di riconoscimento del tracciato (pattern), è in grado di individuare gli odori dovuti alla singola sostanza (odori semplici) o a delle miscele (odori complessi); esso non effettua un'analisi chimica della miscela, ma i sensori parzialmente selettivi producono un tracciato, che può essere successivamente classificato in base a un database di riferimento acquisito dallo strumento in una precedente fase di "training".

Prendendo spunto dalle conclusioni del Quadro di Riferimento Progettuale dello Studio di Impatto Ambientale del PRP, si può dedurre che i livelli di concentrazione di unità odorigena più alti ottenuti tramite le simulazioni svolte si registrano nell'intorno della vasca di decantazione presa a riferimento, non interessando in modo significativo i recettori.

In relazione a quanto detto sopra e, soprattutto, recependo le prescrizioni, è opportuno comunque verificare l'impatto odorigeno.

Il Monitoraggio delle emissioni odorigene in Corso d'Opera (MCO) verrà svolto con riferimento alle attività di dragaggio previste nell'attuazione della I Fase del PRP 2007, ossia in corso di attuazione dei dragaggi previsti dal Progetto HUB con gestione dei sedimenti.

Il PMA in carico alla AdSP prevede un MCO che consiste in attività di caratterizzazione della sorgente odorigena nel corso dei primi due anni di dragaggio e conferimento in cassa dei fanghi, oltre alla implementazione del modello diffusionale in corso d'opera.

Ciò premesso, si osserva che le vasche di deposito intermedio, sono ubicate all'interno di un comparto portuale a totale vocazione commerciale/industriale e, da un'analisi di verifica della distanza con i più vicini recettori civili presenti sul territorio, risultano molto distanti da qualsiasi abitazione di tipo civile.

Infatti, tali vasche sono ubicate all'interno di un comparto portuale a totale vocazione commerciale/industriale e, da un'analisi di verifica della distanza con i più vicini recettori civili presenti sul territorio, risultano molto distanti da qualsiasi abitazione di tipo civile.

Infatti, tracciando sulla mappa un cerchio di raggio pari a 1 km, nell'area di tale cerchio non risulta inclusa alcuna abitazione civile, in quanto quella più vicina (una singola unità abitativa ubicata tra via Trieste e via Piomboni) risulta a distanza di circa 1,30 km.



Figura 21 – Inquadramento zona di movimentazione materiali di dragaggio nelle vasche a terra e distanza da unità abitative più vicine.

Alla stessa conclusione era infatti già arrivata anche la Commissione Tecnica di Verifica di Impatto Ambientale che ha espresso le proprie valutazioni contenute nel Parere n. 2616 del 26/01/2018 (vedi pag. 26, paragrafo “Odori (MCO)”, riferimento alla “Vasca di decantazione Trattaroli” ubicata nell’omonima penisola).

Pertanto, si può concludere che a causa della notevole distanza del punto di scarico e deposizione temporanea dei materiali di dragaggio da potenziali recettori civili, le operazioni di scarico e gestione dei materiali dragati all’interno delle vasche di deposito temporaneo ubicate in penisola Trattaroli, non destano preoccupazioni in riferimento al potenziale impatto generato dalle emissioni odorigene provenienti dai materiali scavati e possano quindi essere ritenute, in questa fattispecie ed in questo contesto “a bassa criticità”.

## 11 COERENZA DELLE METODOLOGIE DI ESCAVO E MOVIMENTAZIONE DEI SEDIMENTI DRAGATI NELLE VASCHE DI STOCCAGGIO TEMPORANEO (ADOTTATE IN FASE ESECUTIVA) IN RELAZIONE ALLA COMPATIBILITÀ DEI SITI DI RIUTILIZZO DEI PARAMETRI RELATIVI ALLA CONCENTRAZIONE DEI CLORURI, DEI SOLFATI E DEL COD, IN CONFORMITÀ ALLE PREVISIONI / AUTORIZZAZIONI / APPROVAZIONI RILASCIATE PER LA GESTIONE DEI SEDIMENTI SUL PROGETTO DEFINITIVO

Come descritto nei capitoli precedenti, le volumetrie di dragaggio verranno rimosse con metodologia di escavo di tipo meccanico e scaricate in apposite vasche di deposito temporaneo ubicate in banchina (in area penisola Trattaroli - lato est) prima di essere trasferite presso i siti di destinazione finale.

In relazione a tale aspetto, il Progetto Definitivo prevede infatti due soluzioni di reimpiego:

- trasferimento e riutilizzo presso le c.d. aree logistiche (a sua volta divise in L2 ed S3, tutte rientranti nell'ambito portuale dello scalo ravennate) ai fini del relativo innalzamento dell'attuale quota del pianocampagna;
- trasferimento e riutilizzo presso la cava "La Bosca" ai fini del relativo riempimento per ripristino ambientale.

In particolare, la compatibilità del riutilizzo è soggetta alla verifica delle seguenti condizioni:

1. per quanto riguarda le aree della logistica, i sedimenti dragati dovranno essere conformi ai limiti della "Tabella 1, colonna B Allegato 5, Parte IV del D.lgs 152/06";

Trattandosi di sedimento di origine marina, i livelli di concentrazione di cloruri e solfati nell'eluato, dovranno essere compatibili con le caratteristiche del sito di destinazione. A tal proposito si evidenzia che, come noto dalla letteratura d'argomento, l'eluato dei sedimenti di origine marina, per la naturale presenza dei "cloruri", è caratterizzato anche da valori medio-alti del parametro COD (*Chemical Oxygen Demand*), la cui analisi di laboratorio è, appunto, interferita dalle reazioni degli ioni cloruro. Pertanto, nell'eventualità di un monitoraggio degli eluati di sedimenti di origine marina, si dovrà sempre tenere presente tale caratteristica, che può comportare "false" non conformità in relazione al parametro COD.

Come anche evidenziato nel Parere Commissione VIA n. 2616 del 26.01.2018 (vedi pag. 15), le indagini effettuate nelle fasi preliminari della progettazione dell'intervento, hanno dimostrato la compatibilità ambientale di tali operazioni di riutilizzo, sia per quanto riguarda le aree della logistica, sia per quanto riguarda la cava di deposito.

Per quanto riguarda la compatibilità dei livelli di concentrazione di cloruri e solfati nell'eluato con le caratteristiche del sito di destinazione, come evidenziato sempre nel Parere VIA in questione (vedi pag. 16), è importante sottolineare che **tutti i siti di destinazione "rientrano in zone soggette all'ingressione del cuneo salino, alcuni utilizzati per la deposizione di precedenti dragaggi ai fini del raggiungimento delle quote di piano"**.

Inoltre, il contenuto di cloruri e solfati (e quindi di COD) nell'eluato dei sedimenti marini, è una caratteristica "intrinseca" del sedimento stesso, che si presenta pressoché costante nell'ambito di un determinato contesto marino-ambientale (quale ad esempio il porto di Ravenna) e non dipende né da fattori "antropici" (come invece accade per i parametri chimici responsabili della contaminazione) né dalle particolari pratiche e/o modalità di dragaggio.

Ciò ci porta a concludere che, in relazione al contenuto di cloruri e solfati (oltre che di COD), da un lato **i materiali provenienti dal dragaggio risultano già compatibili con tutti i siti individuati per il riutilizzo in quanto questi sono caratterizzati dalla presenza di falda salinizzata**; dall'altro che, per quanto riguarda le aree della logistica, tale pratica di riutilizzo è stata già positivamente effettuata in passato in tali siti dove, peraltro, la quota di posa risulta sempre superiore a quella del pelo libero di falda e quindi non vi è un contatto diretto che potrebbe causare un dilavamento repentino con creazione di un "plume" di salinità elevato.

Preventivamente, all'avvio del riempimento il progetto prevede lo "scotico dell'attuale strato di terreno agricolo superiore vegetale" da collocare al contorno delle aree logistiche portuali secondo sagome progettuali per creare aree a verde di quinte arboree ed arbustive.

Il nuovo materiale di dragaggio, quindi, è collocato dal piano di avvenute scotico al di sopra della falda salinizzata "marina" ovvero al di sopra del materiale di precedenti dragaggi già assestato. I livelli di scotico saranno comunque a quota maggiore della quota minima di falda.

Pertanto, in fase operativa, per entrambe le destinazioni di riutilizzo ed in relazione al contenuto di cloruri e solfati (e quindi di COD) nell'eluato, **non sarà necessario effettuare verifiche** su campioni di sedimento dragato, in quanto **tale valutazione di compatibilità**, relativa, come detto, a caratteristiche "intrinseche" e "costanti" del sedimento (ovvero non dipendenti da fattori antropici) **è stata già effettuata in fase di autorizzazione del progetto definitivo**.

Per quanto concerne la metodologia di scavo meccanica e la successiva gestione del sedimento dragato nelle vasche temporanee, già prevista in sede di progetto definitivo per una volumetria pari a circa 350.000 m<sup>3</sup> (vedi anche Parere Commissione VIA n. 2616 del 26/01/2018, Tabella di pag. 16), questa non introduce, in riferimento alla suddetta compatibilità dei materiali dragati con i diversi siti di rimpiego in relazione ai contenuti di cloruri e solfati nell'eluato, alcun fattore di non coerenza con i principi e le valutazioni (anche ambientali) del Progetto Definitivo approvato.

Infatti, tale prevalente metodologia di escavo non modifica le caratteristiche chimiche del sedimento, sia in relazione alle concentrazioni di contaminazione, sia in relazione ai contenuti di cloruri e solfati e, come detto, di COD nell'eluato.

In conclusione, il progetto esecutivo di "*l stralcio funzionale*" non introduce variazioni sull'idoneità/compatibilità dei siti di riutilizzo e di destinazione finale dei materiali dragaggio in relazione ai parametri relativi alla concentrazione dei cloruri, dei solfati e del COD, ed è conforme alle previsioni/autorizzazioni già rilasciate per la gestione dei sedimenti nell'ambito del Progetto Definitivo

## 12 CRONOPROGRAMMA

Si riporta di seguito il cronoprogramma esecutivo delle attività previste nel “1° Stralcio Funzionale” per la gestione dei materiali di dragaggio da riutilizzare nelle aree logistiche portuali.

Il cronoprogramma operativo di dragaggio è direttamente correlato ai tempi necessari per una corretta gestione dei materiali nelle vasche di sedimentazione intermedie, comprensivi dei tempi di coltivazione e svuotamento che condizionano le operazioni di dragaggio.

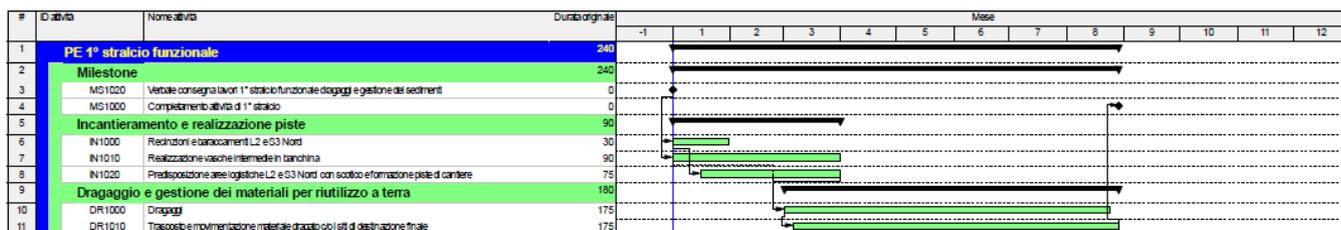


Figura 22 – Cronoprogramma delle fasi esecutive per la gestione dei materiali di dragaggio da riutilizzare nelle aree logistiche portuali.