

FIUMICINO
WATERFRONT

SOGGETTO ESECUTORE E FINANZIATORE



INTERVENTO N. 146



CITTÀ DI
FIUMICINO

SOGGETTO PROPONENTE ED ATTUATORE



RINA CONSULTING S.P.A.

Via Antonio Cecchi 6, 16129 Genova

tel +39 010 31961

www.rina.org

Registro imprese di Genova: 03476550102

Partita IVA: 03476550102



Atelier(s) Alfonso Femia s.r.l.

Via Interiano 3/11, 16124 Genoa

tel. +39 010.540095 fax 010.5702094

Via Cadolini 32/38, 20137 Milan

tel. +39 02.54019701 fax 010.54115512

55 rue des petites écuries, 75010 Paris

tel +331.42462894

genova@atelierfemia.com - www.atelierfemia.com

Registro imprese di Genova: 01601780990

Partita IVA: 01601780990



RESPONSABILE COORDINAMENTO
DELLE DISCIPLINE SPECIALISTICHE

Ing. **ALESSANDRO ODASSO**

Direttore Tecnico - Rina Consulting S.p.A.

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Arch. Alfonso FEMIA - Architettura e Landscape

Ing. Marco COMPAGNINO - Studio di impatto ambientale

Dott. Sandro LORENZATTI - Archeologia

Ing. Michele DI LAZZARO - Studio Idraulico e idrologico

Arch. Riccardo COCCIA - Prevenzione incendi

Ing. Alessandro VITA - Studio Geotecnico

Dott. Geol. Roberto SALUCCI - Geologia

Ing. Federico BARABINO - Sicurezza

Dott. Geol. Paolo RAVASCHIO - Rilievi e indagini

Ing. Flavio MARANGON - Studio trasportistico

Ing. Bruno RAMPINELLI ROTA - Compatibilità vincoli aeronautici

COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE

Ing. Marino BALZARINI - Project Management Consultancy

Ing. Valentina BALATA - Project Engineer

Ing. Alessandro PIAZZA - Coordinamento Opere Civili

Ing. Damiano SCARCELLA - Coordinamento Opere Marittime

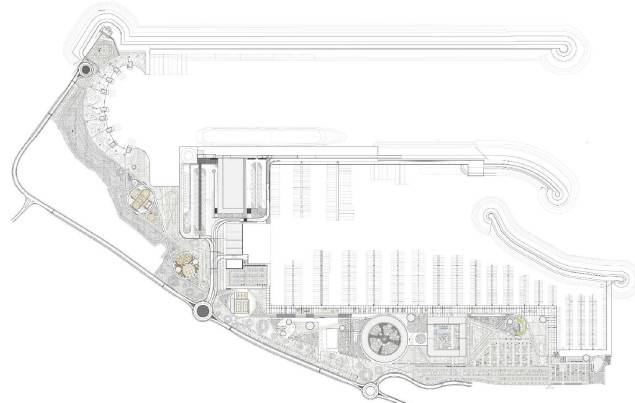
Arch. Sara GOTTARDO - Coordinamento Architettura e Landscape

UNITÀ DI PROGETTO

Ing. Massimo GUIDI - Dirigente Comune di Fiumicino

PORTO TURISTICO-CROCIERISTICO DI FIUMICINO ISOLA SACRA CUP:F1122000320007

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA



OPERE MARITTIME
DRAGAGGIO

PIANO PRELIMINARE DI DRAGAGGIO E GESIONE SEDIMENTI

COMMESSA	SERVIZIO LOTTO	OPERA	DISCIPLINA	TIPO	PROG.	REV.	SCALA
P0031150	D5	OM51	OM	REL	01	01	

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA
00	Emissione per approvazione	D. SCARCELLA	D. SCARCELLA	A. ODASSO	31/07/2023
01	Integrazioni	D. SCARCELLA	D. SCARCELLA	A. ODASSO	06/2024
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

NOME FILE: P0031150-D-5-OM51-OM-REL-01_01

**PORTO TURISTICO-CROCIERISTICO DI FIUMICINO ISOLA
SACRA**

**PIANO PRELIMINARE DI DRAGAGGIO E GESTIONE DEI
SEDIMENTI**

P0031150-D-0-OM51-OM-REL-01_01

INDICE

	Pagina
LISTA DELLE TABELLE	3
LISTA DELLE FIGURE	3
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	5
1 PREMESSA	6
2 OGGETTO DEL DOCUMENTO	7
3 DEFINIZIONE DELLE AREE, PROFONDITÀ E VOLUMI DI DRAGAGGIO	8
4 CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO E OPZIONI DI GESTIONE POSSIBILI AI SENSI DEL DM 173/2016	10
4.1 CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI	10
4.2 METODO DI ELABORAZIONE DATI	12
4.3 CALCOLO VOLUMI PER CLASSI DI QUALITÀ	16
4.4 RAPPRESENTAZIONE SPAZIALE DEI DATI DI CARATTERIZZAZIONE	18
5 PIANO DI GESTIONE DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO	27
5.1 SCELTA DELLA METODOLOGIA DI DRAGAGGIO	27
5.1.1 Dragaggio meccanico	27
5.1.2 Dragaggio idraulico (TSHD)	28
5.2 DESTINAZIONI D'USO DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO	31
5.2.1 Ricostruzione degli arenili in erosione	32
5.2.2 Conferimento in colmata	32
5.2.3 Immersione in area marina oltre le 3 miglia nautiche	39
6 PIANO DI MANUTENZIONE DELLE AREE DI DRAGAGGIO	46
6.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	46
6.2 MONITORAGGIO E CRITERIO DI DRAGAGGIO	46
6.3 CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO	47
6.3.1 Analisi dei dati fisici, chimici ed ecotossicologici	47
6.3.2 Analisi dei dati del macrobenthos	49
6.3.3 Destinazione del materiale di dragaggio	49

LISTA DELLE TABELLE

	Pag.
Tabella 3.3.1: Volumi del materiale dragato	9
Tabella 4.1: Tabella riepilogativa delle maglie caratterizzate.	11
Tabella 4.2: Volumi di sedimento per classe/opzione di gestione	17
Tabella 5.1: Destinazioni d'uso dei sedimenti, aree di dragaggio e classi qualitative corrispondenti	32
Tabella 5.2: Lavorazioni previste per ogni area di intervento	38
Tabella 5.3: Coordinate UTM WGS 84 fuso 32 delle stazioni di campionamento previste per la caratterizzazione	43
Tabella 6.1: Stime dei Tassi di Sedimentazione nelle diverse aree	46
Tabella 6.2: Criteri, modalità e intervalli di monitoraggio previsti	47
Tabella 6.3: Classificazione del pericolo chimico ed ecotossicologico	48
Tabella 6.4: Classi di qualità del sedimento	48
Tabella 6.5: Classi di qualità ed opzioni di gestione	49

LISTA DELLE FIGURE

	Pag.
Figura 3-1: Indicazione delle aree di dragaggio a diversa profondità	8
Figura 4-1: Planimetria delle maglie AU	11
Figura 4-2: Elenco delle Classi di qualità ambientali riscontrate.	13
Figura 4-3: Stralcio della planimetria riportante le classi di sedimento per sezioni di scavo.	14
Figura 4-4: Editing dei vertici della maglia AU	15
Figura 4-5: DEM della maglia in scenario di dragaggio ultimato	15
Figura 4-6: Sezione della maglia in scenario di dragaggio ultimato	16
Figura 4-7: Rappresentazione in sezione delle classi di qualità della Maglia F19	16
Figura 5-1: Schema di una draga a benna	27
Figura 5-2: Schema di una Buckhoe dredger (BHD)	28
Figura 5-3: Esempi di draghe TSHD. (1) Tramoggia, (2) Tubo di aspirazione, (3) Testa dragante	30
Figura 5-4: Esempio di testa dragante (draghead)	30
Figura 5-5: Modalità di scarico di una draga TSHD: Dumping (scarico tramite porte di fondo), Pumping ashore (pompaggio tramite tubazione)	31
Figura 5-6: Individuazione delle diverse metodologie di riempimento	33
Figura 5-7: Schema di flusso delle principali lavorazioni per il riempimento dello specchio d'acqua	34
Figura 5-8: Planimetria con le aree di cantiere	34
Figura 5-9: Tramoggia	35
Figura 5-10: Vaglio vibrante a umido	35
Figura 5-11: schema di un idrociclone.	36
Figura 5-12: Filtropressa	36
Figura 5-13: Mezzi per la realizzazione del rilevato in vasca	37
Figura 5-14: Gestione del materiale di dragaggio nelle aree con riempimento in acqua	37
Figura 5-15: Planimetria delle aree di intervento	39
Figura 5-16: 40	
Figura 5-17: 41	
Figura 5-18: Rotte dal sito di dragaggio al sito di immersione (con rispetto del vincolo imposto dalle piattaforme petrolifere	41

Figura 5-19: Estratto del Regolamento della Capitaneria di Porto Roma	42
Figura 5-20 – Posizione delle stazioni di campionamento e caratterizzazione all'interno delle varie maglie.	43
Figura 5-21: Rilascio del materiale sul fondale marino (dumping)	44
Figura 5-22: Box per lo scarico	45

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

DM	Decreto Ministeriale
TSHD	Trailer Suction Hopper Dredger

1 PREMESSA

Il presente elaborato è stato integrato per rispondere alle richieste di integrazioni della Commissione Tecnica PNRR-PNIEC (Prot. MASE-2024-0011678 del 09/02/2024), della Soprintendenza Speciale per il PNRR del MIC (Prot. MASE-2024-0023735 del 08/02/2024) e alla richiesta di integrazioni/osservazioni VIAN 007/2024 della Regione Lazio - "Direzione Regionale ambiente, cambiamenti climatici, transizione energetica e sostenibilità, parchi" (Prot. MASE-2024-0056308 del 25/03/2024), nell'ambito della Procedura di VIA (PNIEC-PNRR) ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.n.152/2006, avviata con Istanza del 6 Ottobre 2023, per il "Progetto per la realizzazione del Porto turistico-crociéristico di Fiumicino - Isola Sacra".

Pertanto, il presente documento costituisce il "Piano preliminare di dragaggio e gestione dei sedimenti" nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale per il progetto riferito all'intervento di costruzione del progetto consistente nella realizzazione di un porto con funzione di approdo crociéristico e diportistico.

Nel contesto del Mediterraneo, dove la storia marittima risale a migliaia di anni fa, le insenature naturali e molti dei siti costieri più idonei per l'insediamento portuale sono stati già sfruttati fin dall'antichità. Ciò significa che ogni progetto per un nuovo porto deve affrontare la sfida di fornire un accesso adeguato, spesso richiedendo dragaggi per creare canali di navigazione e permettere l'accesso sicuro alle imbarcazioni.

Il progetto del Porto Turistico-crociéristico di Fiumicino Isola Sacra, nel considerare quindi i requisiti di accessibilità delle imbarcazioni e di conseguenza include un importante intervento di dragaggio e relativa gestione dei sedimenti.

La gestione dei sedimenti di dragaggio è un processo complesso che richiede un'attenta valutazione delle dinamiche ambientali e un approccio olistico. Ogni progetto di movimentazione dei sedimenti non può essere considerato isolato, ma deve essere compreso nel contesto più ampio del sistema in cui si inserisce. Al centro di questa visione integrata si trova il principio fondamentale del considerare il sedimento come una preziosa risorsa, considerando attentamente come e dove è possibile utilizzare questo sedimento in modo benefico.

Il presente documento si basa sui risultati di tutte le attività propedeutiche e di progettazione che sono state eseguite nell'ambito del presente progetto e definisce una strategia e una progettazione preliminare di tutti gli interventi connessi alla gestione dei sedimenti di dragaggio.

In particolare:

- ✓ La progettazione dell'intervento di dragaggio ha tenuto conto delle esigenze di accessibilità e navigazione delle imbarcazioni così come definite a seguito dei risultati delle simulazioni di manovra (real time) che sono state eseguite dal personale specializzato RINA (si faccia riferimento al documento P0031150-D-0-OM00-RS-REL-06_00 Navigation Simulation Study). Sulla base di tale quadro esigenziale, sono state identificate le aree, le profondità e quindi i volumi di dragaggio necessari al progetto.
- ✓ L'area di dragaggio è stata oggetto di caratterizzazione ambientale secondo quanto previsto dal DM 173/2016, attraverso un attento studio dell'area e delle matrici ambientali rilevanti, la predisposizione di un piano di caratterizzazione ai sensi del DM 173/2016 e l'esecuzione dello stesso tramite le necessarie indagini di campo (si faccia riferimento agli Elaborati Ambiente e Paesaggio, in particolare P0031150-D-0-MP00-AM-REL-16_00 - Rapporto finale - indagini ambientali ai sensi del D.M. 173/2016).
- ✓ sull'area di dragaggio sono stati inoltre eseguiti dedicati studi specialistici di modellazione, in particolare:

P0031150-D-0-OM00-RS-REL-03_00 - Studio modellistico preliminare di dispersione dei sedimenti a seguito delle attività di dragaggio: atto a quantificare l'impatto causato dalla torbidità indotta dalle attività di dragaggio (che verranno comunque monitorate come previsto ai sensi di legge).

P0031150-D-0-OM00-RS-REL-05_00 - Studio idro-morfodinamico: atto a studiare la morfodinamica del paraggio e a quantificare la sedimentazione portuale e quindi le future necessità di dragaggio manutentivo.

2 OGGETTO DEL DOCUMENTO

Sulla base delle informazioni incluse in premessa, è stato definito il progetto di dragaggio presentato nel presente documento, che è stato elaborato prevedendo il seguente percorso logico, secondo il quale in documento è strutturato di conseguenza:

- ✓ Definizione delle aree e delle profondità di dragaggio;
- ✓ Caratterizzazione dei sedimenti da dragare ai fini delle opzioni di gestione possibili ai sensi del DM 173/2016;
- ✓ Definizione delle opzioni di gestione del materiale di dragaggio in funzione dei requisiti ambientali, della predisposizione delle opere di compensazione e delle esigenze di progetto in termini di bilancio dei materiali;
- ✓ **Piano di gestione del materiale** di dragaggio (*Capital Dredging*) considerando le diverse opzioni di gestione (ovvero di destinazione dei sedimenti), in particolare:
 1. Ripascimento degli arenili;
 2. Conferimento in cassa di colmata nell'ambito di progetto;
 3. Immersione in sito offshore oltre le 3 miglia nautiche.
- ✓ **Piano di manutenzione delle aree di dragaggio** (*Maintenance dredging*)

3 DEFINIZIONE DELLE AREE, PROFONDITÀ E VOLUMI DI DRAGAGGIO

La scelta della giusta profondità di dragaggio è di fondamentale importanza nella progettazione portuale al fine di assicurare il pescaggio adeguato delle diverse imbarcazioni che utilizzeranno il porto. Il pescaggio, o pescaggio massimo, rappresenta la profondità massima dell'acqua in cui un'imbarcazione può navigare in modo sicuro senza incagliarsi o subire danni.

La determinazione della profondità di dragaggio è stata basata sull'analisi accurata delle caratteristiche delle imbarcazioni previste per operare nel porto. Ogni tipo di imbarcazione ha un pescaggio specifico, che dipende dalle sue dimensioni, dal tipo di scafo, dal carico trasportato e da altri fattori. Sono state considerate tutte queste variabili per garantire che il porto abbia una profondità sufficiente per consentire il transito sicuro di diverse imbarcazioni (per maggiori dettagli consultare l'elaborato P0031150-D-0-OM32-OM-DRW-01_00 - Piano degli ormeggi).

Le profondità di dragaggio per le diverse aree del porto sono state scelte attraverso un compromesso tra l'entità dell'iniziale dragaggio necessario per l'operatività del porto (capital dredging) e la pianificazione di una strategia di manutenzione periodica, essenziale per garantire che il porto rimanga adeguatamente accessibile nel corso del tempo. Questo processo, che contribuisce a garantire la sicurezza delle navigazioni, a facilitare le operazioni portuali e a promuovere l'efficienza del sistema portuale nel suo complesso, si è tradotto nell'analizzare i tassi di sedimentazione attesi nelle differenti aree del porto (si veda l'elaborato P0031150-D-0-OM00-RS-REL-05_00 - Studio idro-morfodinamico).

Le profondità di progetto sono le seguenti (Figura 3-1):

- ✓ Yacht Marina : -4.5m
- ✓ Superyacht e Cruise Marina: -11.5
- ✓ Canale d'accesso: -12m

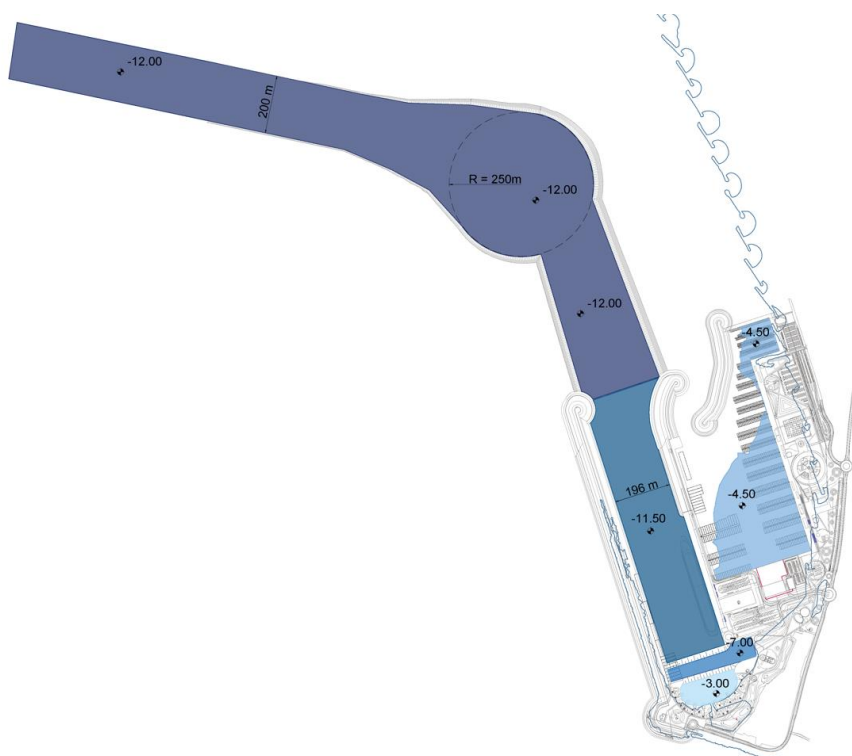


Figura 3-1: Indicazione delle aree di dragaggio a diversa profondità

Tali aree e profondità corrispondono a un volume complessivo di **3.160.702 m³**, così distribuiti:

Tabella 3.3.1: Volumi del materiale dragato

Zona	Profondità (m)	Superficie (m ²)	Volume (m ³)
Yacht Marina	4,5	130.800	122.866
Terminal superyacht e crociere	11,5	194.300	1.075.530
Canale di accesso	12	664.000	1.962.305
TOTALE			3.160.702

4 CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO E OPZIONI DI GESTIONE POSSIBILI AI SENSI DEL DM 173/2016

Il presente Capitolo include le elaborazioni finali derivanti dal calcolo della distribuzione spaziale dei volumi di sedimento corrispondenti alle differenti classi qualitative previste ai sensi del DM 173/2016, e include altresì la rappresentazione grafica della distribuzione spaziale delle diverse classi riscontrate.

Al fine di risolvere l'interferenza con le condotte sottomarine esistenti, si veda l'analisi sviluppata e riportata integralmente nel documento di progetto "P0031150-D-0-OM00-RS-REL-08_00 - Identificazione degli Interventi di Risoluzione della Interferenza del Canale di Accesso Navi con le Condotte Esistenti", dove è stato ottimizzato il layout del canale di accesso in porto, che permette la completa risoluzione della problematica. Rispetto quindi alla precedente ipotesi progettuale, la rimodulazione proposta, oltre che escludere i possibili impatti ambientali della realizzazione di by pass delle condotte stesse o di altri interventi strutturali su di esse (comprese possibili situazioni emergenziali, sversamenti, etc.), consente significative ottimizzazioni tecniche e ambientali.

Tenuto conto della soluzione, per le aree di non sovrapposizione tra il precedente layout e il layout proposto (interessanti meno del 30% dei volumi oggetto di dragaggio), comunque caratterizzate da una evidente omogeneità di contesto ambientale, dovranno essere effettuate le indagini geofisiche e di verità a mare, unitamente alle caratterizzazioni ambientali ai sensi del D.M. 173/2016. Sulla scorta delle informazioni di cui sopra, da ottenersi nel corso della progettazione esecutiva e prima dell'avvio dei lavori (per le aree interessate), sarà possibile riconfermare la sostanziale invarianza delle condizioni di progetto, delle valutazioni riportate e degli strumenti di verifica operativa (eventuali aggiustamenti della posizione/microscala) del rispetto di tali assunzioni.

4.1 CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI

A seguito della campagna condotta tra il 18 ed il 21 aprile 2023, ognuna di queste aree è stata sottoposta a caratterizzazione dei sedimenti, ai sensi del DM 173/2016, attraverso la realizzazione di carotaggi profondi e superficiali, secondo uno schema di suddivisione delle aree per maglie unitarie aventi dimensioni di 200 x 200 m (di seguito denominate AU – Aree Unitarie).

In accordo con quanto previsto dal Piano di Caratterizzazione, nel complesso sono state identificate 31 postazioni di campionamento disposte secondo lo schema riportato in basso.

Tra le maglie identificate sono inoltre comprese le maglie corrispondenti alle stazioni caratterizzate durante la campagna del 2022 (stazioni codificate con la sigla F), per le quali non è stato previsto un nuovo campionamento.

Come si può notare nella figura seguente, alcune stazioni ricadono al di fuori del perimetro di dragaggio, dal momento che sono state predisposte, successivamente all'esecuzione delle simulazioni di navigazione, delle ottimizzazioni progettuali al fine di limitare il volume di dragaggio, avvenute successivamente alla campagna di caratterizzazione.

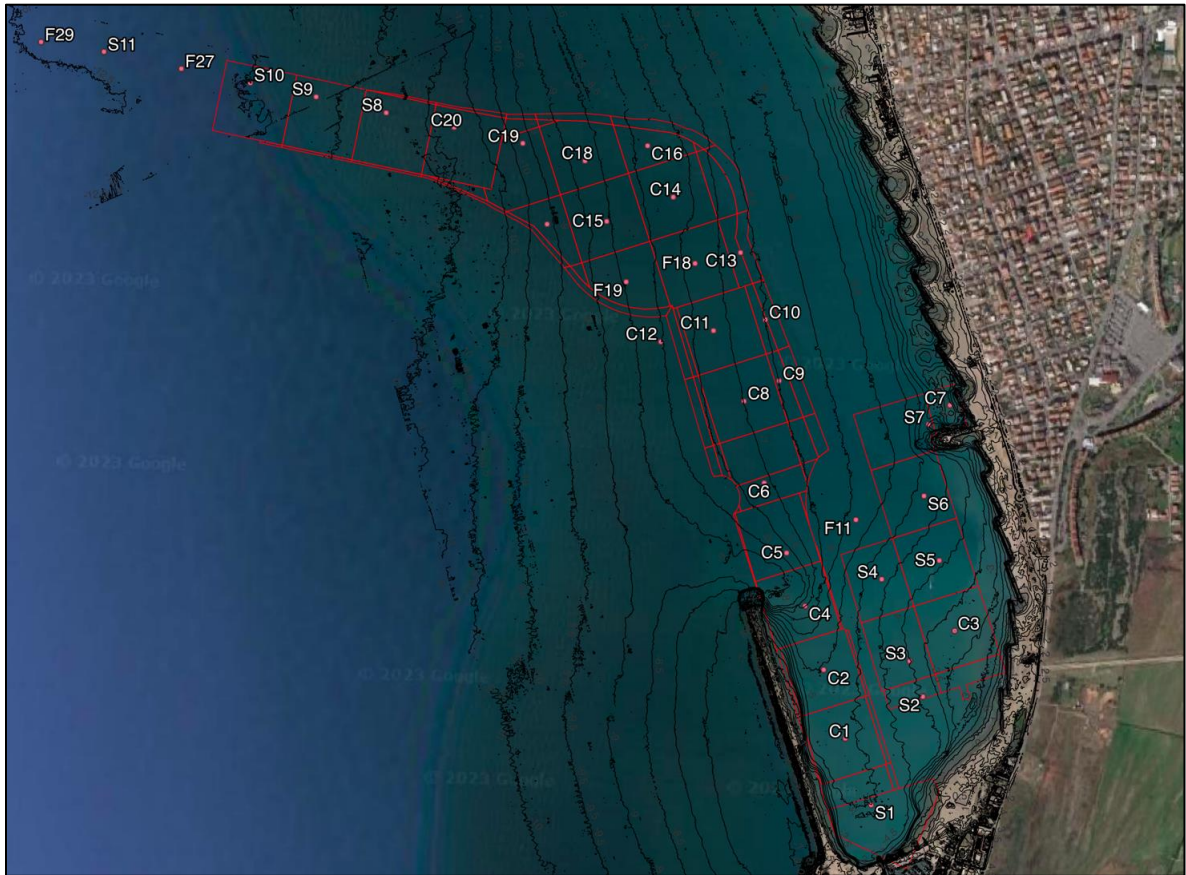


Figura 4-1: Planimetria delle maglie AU

Tabella 4.1: Tabella riepilogativa delle maglie caratterizzate.

Punto di campionamento	Fondale medio	Quota dragaggio	Lunghezza carota	Campioni prelevati
S1	-4.8	-4.5	0.7	2
S2	-4	-4.5	2.5	3
S3	-4.2	-4.5	2.5	3
S4	-5	-4.5	1.0	2
S5	-4.1	-4.5	4.8	3
S6	-5	-4.5	0.5	1
S7	-5.1	-4.5	1.0	2
S8	-11.2	-12.0	3.4	3

Punto di campionamento	Fondale medio	Quota dragaggio	Lunghezza carota	Campioni prelevati
S9	-11.7	-12.0	4.0	2
S10	-12	-12.0	0.5	1
S11	-12.4	-12.0	0.5	1
C1	-5	-11.5	5.4	5
C2	-5.1	-11.5	5.1	5
C3	-3.2	-4.5	2.3	4
C4	-6.8	-11.5	4.5	5
C5	-7.5	-12.0	5.4	5
C6	-7.1	-12.0	5.4	5
C7	-3	-4.5	2.9	4
C8	-7	-12.0	5.5	5
C9	-6.5	-12.0	5.7	5
C10	-6.5	-12.0	5.3	5
C11	-7.2	-12.0	5.7	5
C12	-8	-12.0	4.7	5
C13	-6.7	-12.0	5.25	5
C14	-7.7	-12.0	5.2	5
C15	-8.6	-12.0	5.6	4
C16	-7.8	-12.0	4.7	5
C17	-9.6	-12.0	5.3	4
C18	-8.7	-12.0	5.2	4
C19	-9.7	-12.0	4.3	4
C20	-10.7	-12.0	2.3	3

4.2 METODO DI ELABORAZIONE DATI

Per il calcolo dei volumi sono stati utilizzati i software QGIS e Global Mapper utili per la gestione e l'elaborazione di tutti i dati a disposizione che consistono in:

- ✓ DEM (con dimensioni delle celle di 50 cm) dell'intera porzione di fondale interessata dagli scavi,
- ✓ Shapefile contenente il perimetro delle aree di dragaggio,

- ✓ Shapefile contenente le AU di caratterizzazione,
- ✓ Shapefile contenente l'ubicazione dei punti di carotaggio con relativa denominazione,
- ✓ Shapefile contenente le isobate aventi equidistanza a 50 cm,
- ✓ Foglio di calcolo contenente tutti i risultati delle analisi fisiche, chimiche, ecotossicologiche e la classificazione dei sedimenti suddivisi per livelli di campionamento.

A seguito l'interpretazione dei risultati analitici è stato possibile attribuire ad ogni maglia caratterizzata le relative classi di qualità suddivise per spessori, secondo quanto riportato nell' AT del DM 173/2016 "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini".

Le carote, in funzione della loro lunghezza, sono state campionate nei livelli 0-50, 50-100, 100-200, 200-400 e 400-600 cm, attribuendo quindi, in fase di calcolo dei volumi, rispettivamente uno spessore di sedimento pari a 50 cm per i primi due livelli, di 1,0 m per il terzo livello e di 2,0 m per i livelli più profondi al fine di avere una rappresentazione verticale delle classi di qualità per ogni maglia.

Questa prima fase ha quindi consentito di attribuire ai livelli sopra citati la relativa classe di qualità riconosciuta dal DM 173/2016.

Inoltre, considerando l'importanza che riveste la percentuale di sedimento fine per determinare le opzioni di gestioni ottimali, è stata eseguita un'ulteriore suddivisione all'interno di tutti i campioni in base alla percentuale di pelite in essi contenuta in:

- ✓ **Sedimenti di Classe A:**
 - con percentuale di frazione pelitica <10%;
 - con percentuale di frazione pelitica compresa tra il 10% ed il 35%;
 - con percentuale di frazione pelitica compresa tra il 35% ed il 50%;
 - con percentuale di frazione pelitica >50% (da gestire secondo le opzioni previste per i sedimenti di Classe B);
- ✓ **Sedimenti di Classe B e C;**
 - con percentuale di frazione pelitica <35%;
 - con percentuale di frazione pelitica compresa tra il 35% ed il 50%;
 - con percentuale di frazione pelitica > 50%.

Un'ulteriore suddivisione è stata effettuata tra tutti i campioni ricadenti in Classe D, ricercando al loro interno tutti quei campioni con Ecotossicità BASSA/ASSENTE e pertanto gestibili secondo le opzioni previste per i sedimenti di Classe C. Tali classi sono state riscontrate esclusivamente in tre orizzonti:

- ✓ C9 0-50
- ✓ C13 0-50
- ✓ S2 0-50

Di seguito l'elenco delle colorazioni attribuite ad ognuna delle classi appena elencate:

CLASSE DEI SEDIMENTI	
A con pelite <10%	A<10%
A con pelite 10-35%	10%<A<35%
A con pelite 35-50%	35%<A<50%
A con pelite >50% (gestire come Classe B)	A>50%
B con pelite <35%	B<35%
B con pelite 35-50%	35%<B<50%
B con pelite >50%	B>50%
C con pelite <35%	C<35%
C con pelite 35-50%	35%<C<50%
C con pelite >50%	C>50%

Figura 4-2: Elenco delle Classi di qualità ambientali riscontrate.

La successiva fase di elaborazione dati ha visto l'utilizzo del software QGIS, nella sua versione 3.28 Firenze, al fine di:

- ✓ ottenere la corretta georeferenziazione dei dati forniti dal cliente in un unico sistema di riferimento di coordinate (EPSG:32633),
- ✓ sovrapporre il modello morfobatimetrico con gli shapefile riportanti le maglie di campionamento, l'ubicazione dei punti di carotaggio ed il perimetro dell'area di dragaggio,
- ✓ ritagliare le maglie in base alle rispettive aree di dragaggio comprendendo al loro interno le isobate,
- ✓ ritagliare ogni singola maglia in modo da poter effettuare il calcolo volumi su ognuna di essa tramite il software Global Mapper (come spiegato in seguito),
- ✓ rappresentare graficamente le sezioni di scavo, con intervalli di 0,5 m, in base ai risultati della caratterizzazione e dell'interpretazione dei dati sopracitata.

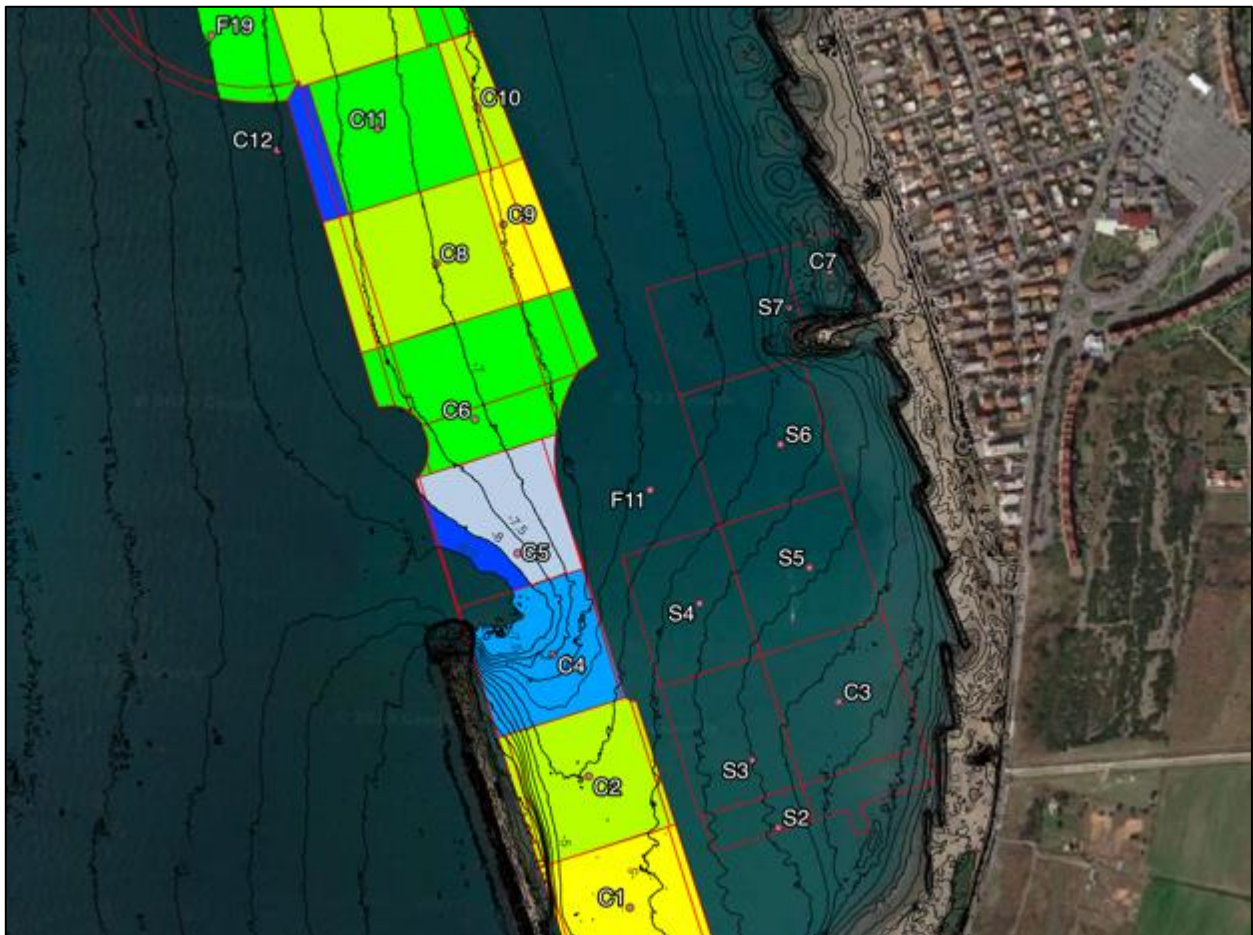


Figura 4-3: Stralcio della planimetria riportante le classi di sedimento per sezioni di scavo.

A partire dagli shapefile delle singole maglie così ottenute per ognuna di esse, attraverso l'uso del software Global Mapper, è stato creato il rispettivo DEM tramite un processo di editing dei singoli vertici costituenti lo shapefile stesso. Infatti, prendendo ad esempio la maglia F19, è stato attribuito un valore di quota Z pari alla profondità di fondo scavo (in questo caso -12,0 m) sia ai vertici ricadenti al piede della scarpata sia ai vertici della AU, ed un valore di quota Z pari alla profondità dell'attuale fondale a tutti i vertici ricadenti sul ciglio della scarpata.

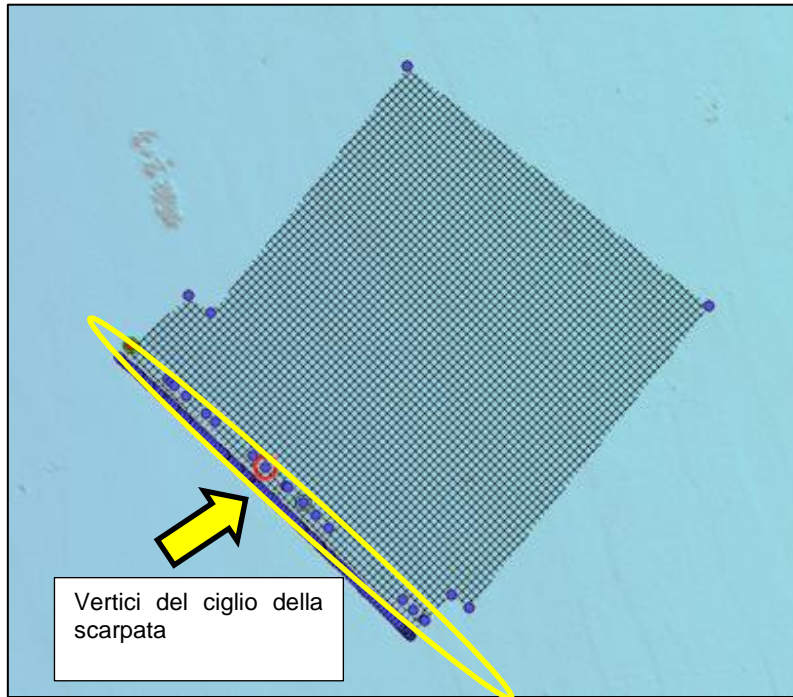


Figura 4-4: Editing dei vertici della maglia AU

A seguito di questa operazione è stato successivamente creato, per interpolazione, un DEM della maglia a seguito del “dragaggio” così come raffigurato di seguito in cui sono considerati profondità finale di dragaggio, angolo di riposo della scarpata (come in questo caso) o eventuale angolo retto nel caso di scavo con palancole.

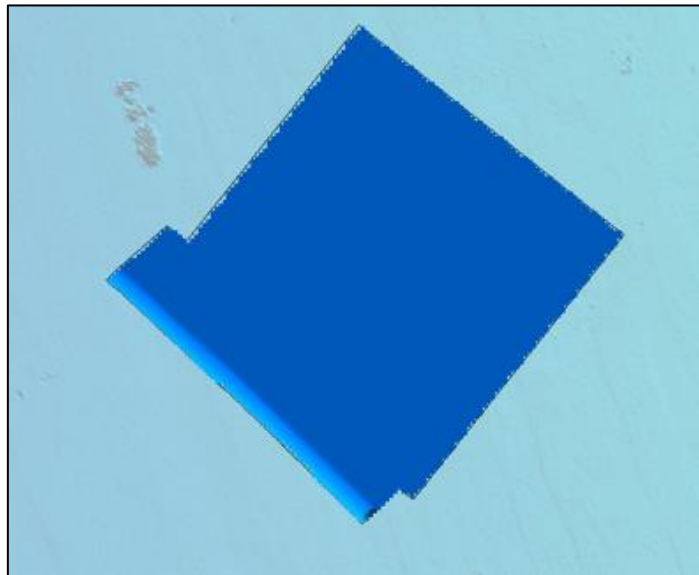


Figura 4-5: DEM della maglia in scenario di dragaggio ultimato

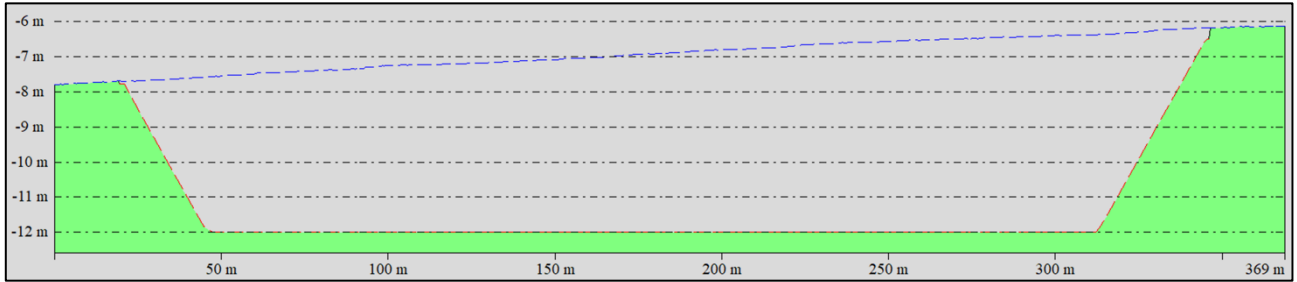


Figura 4-6: Sezione della maglia in scenario di dragaggio ultimato

Per ciascuna maglia sono stati creati piani di taglio orizzontali aventi la stessa superficie della maglia di riferimento, ciascuno con quota pari a quella delle suddivisioni verticali per classe di qualità.

Proseguendo con l'esempio della maglia F19 sono state quindi impostate le quote Z dei piani di taglio a -9,0, - 9,5 e -12,0 rispettivamente per ottenere il volume dei sedimenti in Classe A, Classe B e Classe A con pelite >10%.

Nel caso in cui tali piani intersechino la batimetria il software considera l'effettiva conformazione irregolare del fondale per mezzo di calcolo degli elementi finiti.

Profondità	A<10%	10%<A<35%	35%<A<50%	A>50%	B<35%	35%<B<50%	B>50%	C<35%	35%<C<50%	C>50%
-9,0	17886									
-9,5					18413					
-10,0										
-10,5										
-11,0		87922								
-11,5										
-12,0										

Figura 4-7: Rappresentazione in sezione delle classi di qualità della Maglia F19

Infine, tramite il comando "Measure volume between surfaces..." è stato calcolato il volume delle singole sezioni di scavo.

4.3 CALCOLO VOLUMI PER CLASSI DI QUALITA'

A seguito delle operazioni descritte è stata quindi ottenuta la stima dei volumi effettivi di sedimenti di dragaggio suddivisi per classi di sedimenti.

In base all'appartenenza ad una determinata Classe di qualità, ognuno di questi volumi dovrà essere gestito separatamente in accordo con le opzioni di gestione previste al punto 2.8 dell'AT al DM 173/2016.

Di seguito viene riportata la tabella riepilogativa dei volumi stimati suddivisi, oltre che per Classe di qualità, in base alla relativa area di dragaggio.

PIANO PRELIMINARE DI DRAGAGGIO E GESTIONE DEI SEDIMENTI

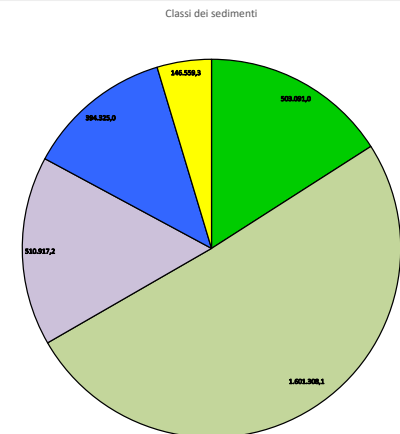
Tabella 4.2: Volumi di sedimento per classe/opzione di gestione

Area -4,5 m	A<10%	10%<A<35%	35%<A<50%	A>50%	B<35%	35%<B<50%	B>50%	C<35%	35%<C<50%	C>50%	TOTALE (mc)
	93.399,00				25.729,00			3.738,00			122.866,0
	0,00	91.804,00	1.595,00	0,00	0,00	25.729,00	0,00	0,00	3.738,00	0,00	
	0,0%	74,7%	1,3%	0,0%	0,0%	20,9%	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%	

Area -11,5 m	A<10%	10%<A<35%	35%<A<50%	A>50%	B<35%	35%<B<50%	B>50%	C<35%	35%<C<50%	C>50%	TOTALE (mc)
	759.378,40				214.304,00			97.347,00			1.071.029,4
	33.704,00	481.818,40	37.992,00	205.864,00	16.742,00	33.462,00	164.100,00	83.612,00	0,00	13.735,00	
	3,1%	45,0%	3,5%	19,2%	1,6%	3,1%	15,3%	7,8%	0,0%	1,3%	

Area -12,0 m	A<10%	10%<A<35%	35%<A<50%	A>50%	B<35%	35%<B<50%	B>50%	C<35%	35%<C<50%	C>50%	TOTALE (mc)
	1.762.538,90				154.292,00			45.474,30			1.962.305,2
	469.387,00	856.935,70	131.163,00	305.053,20	136.405,00	0,00	17.887,00	23.708,00	5.514,00	16.252,30	
	23,9%	43,7%	6,7%	15,5%	7,0%	0,0%	0,9%	1,2%	0,3%	0,8%	

CLASSE/OPZIONE DI GESTIONE	VOLUME TOTALE		
A	2.615.316,3	mc	82,9%
° Ripasamento della spiaggia emersa	503.091,0	mc	19,2%
° Ripasamento della spiaggia sommersa			
° Immersione deliberata in aree marine non costiere (oltre le 3 Nm)			
° Immersione in ambiente conterminato marino-costiero			
° Ripasamento della spiaggia sommersa	1.601.308,1	mc	61,2%
° Immersione deliberata in aree marine non costiere (oltre le 3 Nm)			
° Immersione in ambiente conterminato marino-costiero			
° Immersione deliberata in aree marine non costiere (oltre le 3 Nm) con monitoraggio ambientale			
° Immersione in ambiente conterminato in ambito portuale, incluso capping , con monitoraggio ambientale	510.917,2	mc	19,5%
B			
° Immersione deliberata in aree marine non costiere (oltre le 3 Nm) con monitoraggio ambientale	394.325,0	mc	12,5%
° Immersione in ambiente conterminato in ambito portuale, incluso capping , con monitoraggio ambientale			
C			
° Immersione in ambiente conterminato in ambito portuale in grado di trattenere tutte le frazioni granulometriche del sedimento, incluso capping all'interno di aree portuali, con idonee misure di monitoraggio ambientale	146.559,3	mc	4,6%
SOMMANO	3.156.200,6	mc	



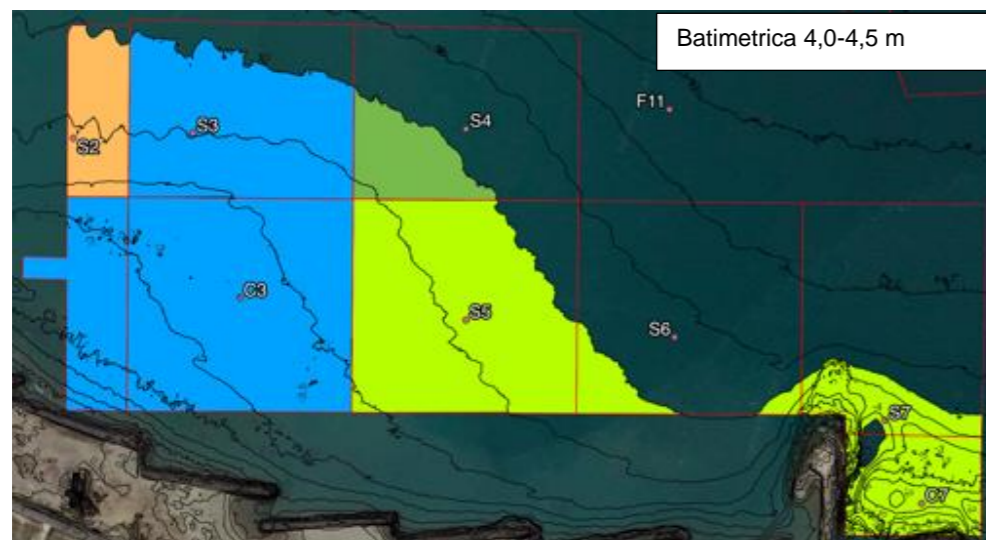
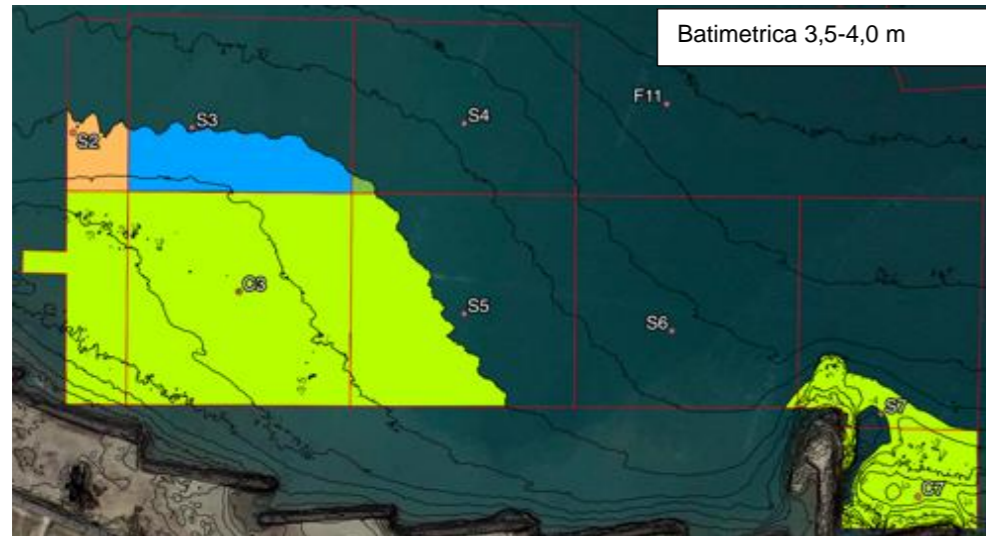
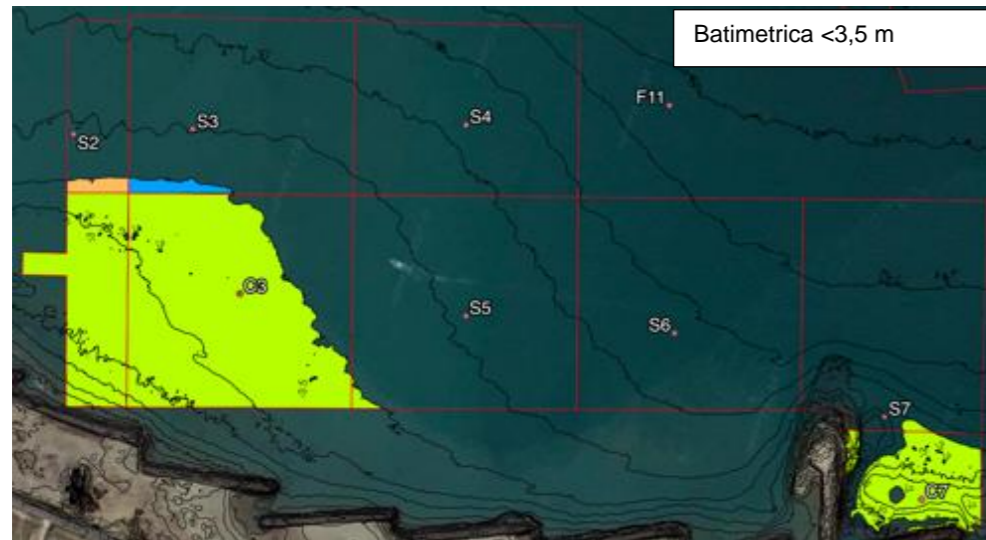
4.4 RAPPRESENTAZIONE SPAZIALE DEI DATI DI CARATTERIZZAZIONE

Gli stessi dati di qualità ambientale dei sedimenti sono stati ulteriormente elaborati al fine di ottenere una rappresentazione di:

- ✓ la variazione verticale delle classi di qualità tramite planimetrie con piani di taglio aventi incrementi di profondità ogni 50 cm;
- ✓ sezioni longitudinali delle classi di qualità dei sedimenti, secondo i criteri adottati al Capitolo 2.2 dell'AT al DM 173/2016

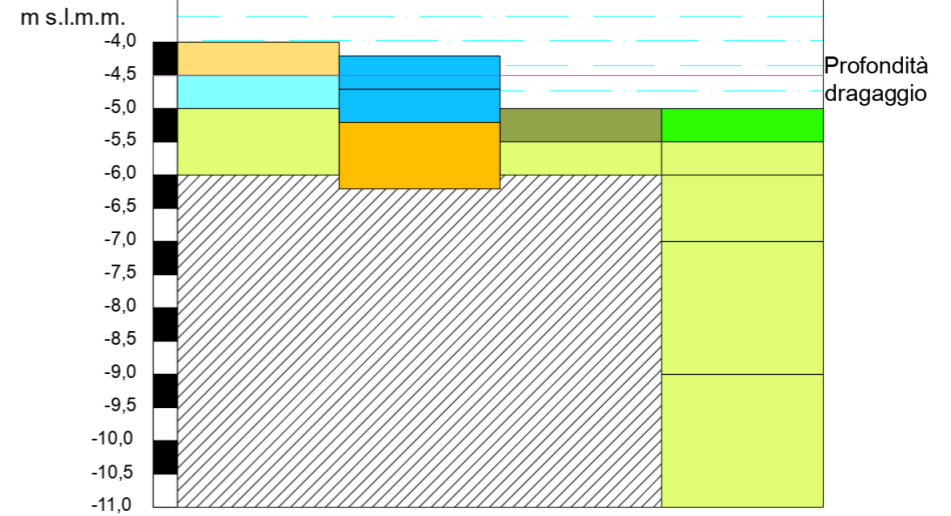
Le sezioni realizzate sono state raggruppate sia in base all'allineamento delle Aree Unitarie che in base all'appartenenza ad una determinata area con differente profondità di dragaggio.

RAPPRESENTAZIONE DELLE CLASSI DI QUALITÀ DEI SEDIMENTI RICADENTI NELL'AREA DI DRAGAGGIO -4,5 m

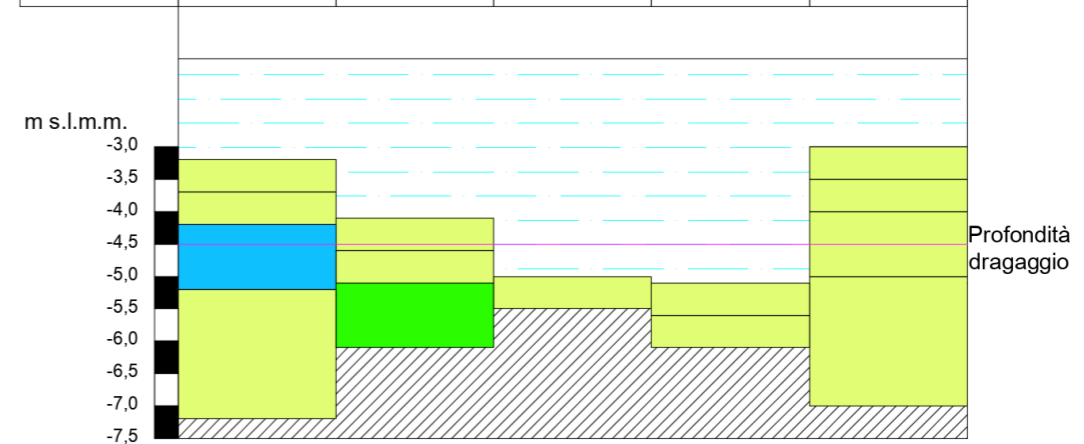


CLASSE DEI SEDIMENTI	
A con pelite <10%	A<10%
A con pelite 10-35%	10%<A<35%
A con pelite 35-50%	35%<A<50%
A con pelite >50% (gestire come Classe B)	A>50%
B con pelite <35%	B<35%
B con pelite 35-50%	35%<B<50%
B con pelite >50%	B>50%
C con pelite <35%	C<35%
C con pelite 35-50%	35%<C<50%
C con pelite >50%	C>50%

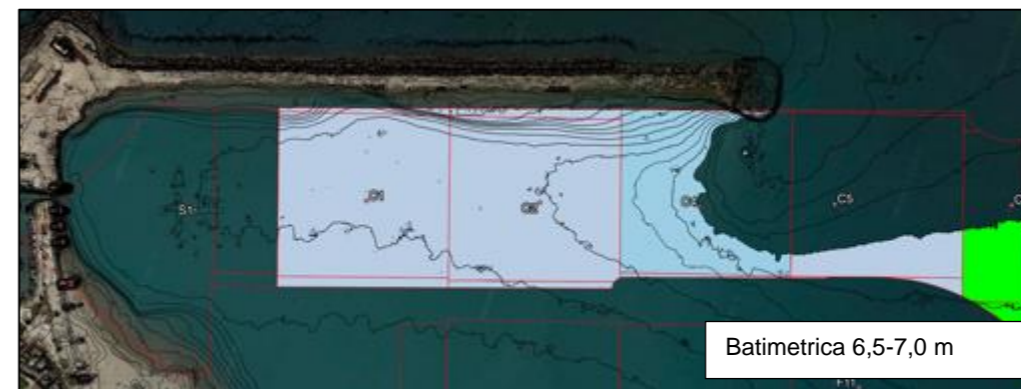
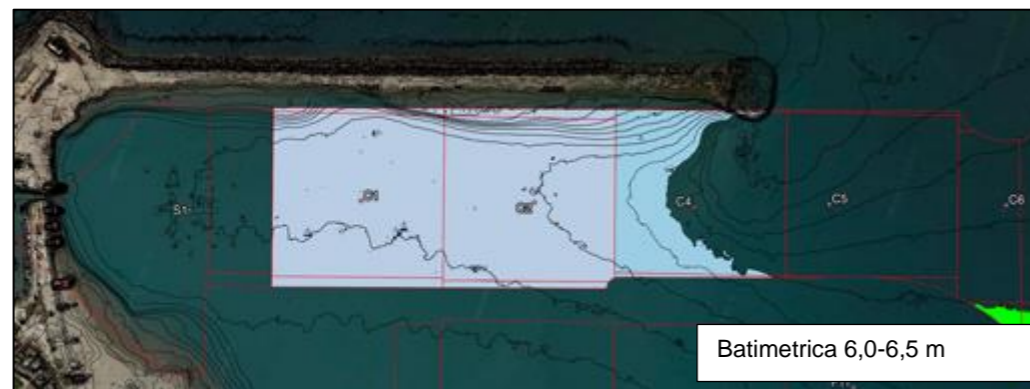
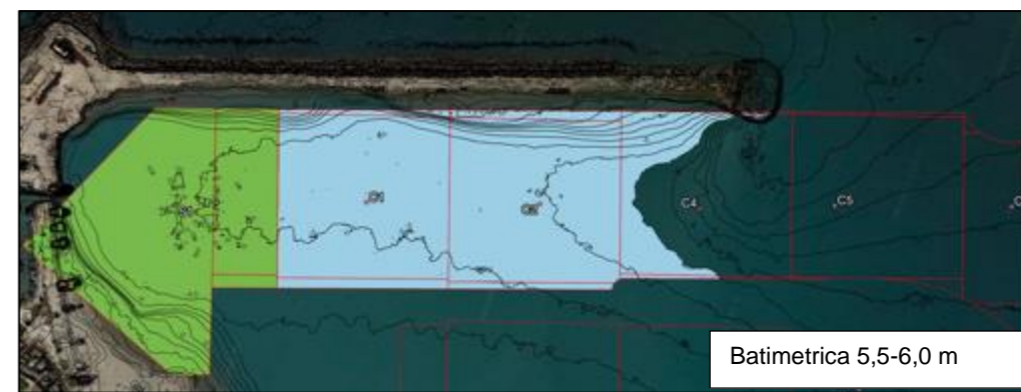
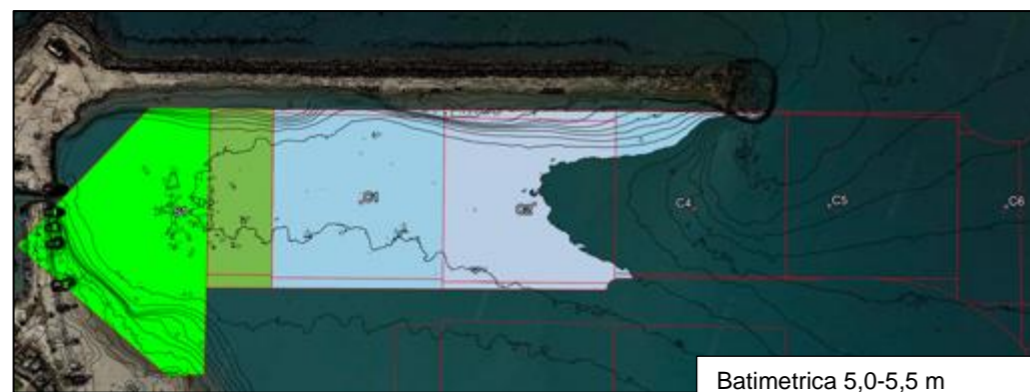
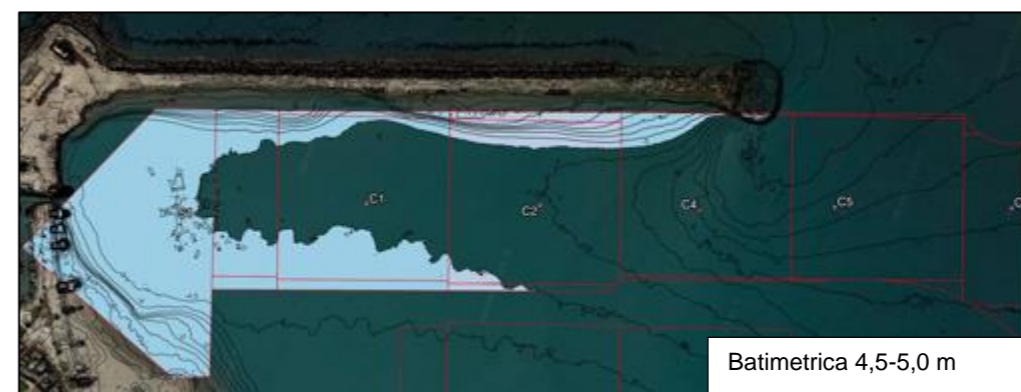
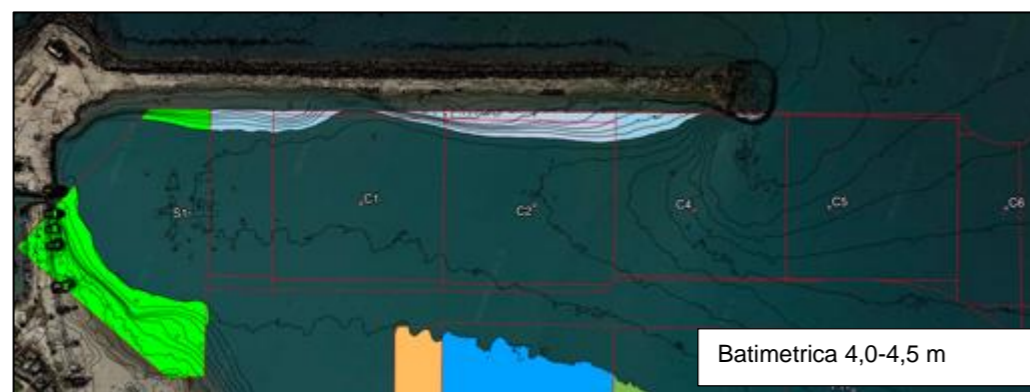
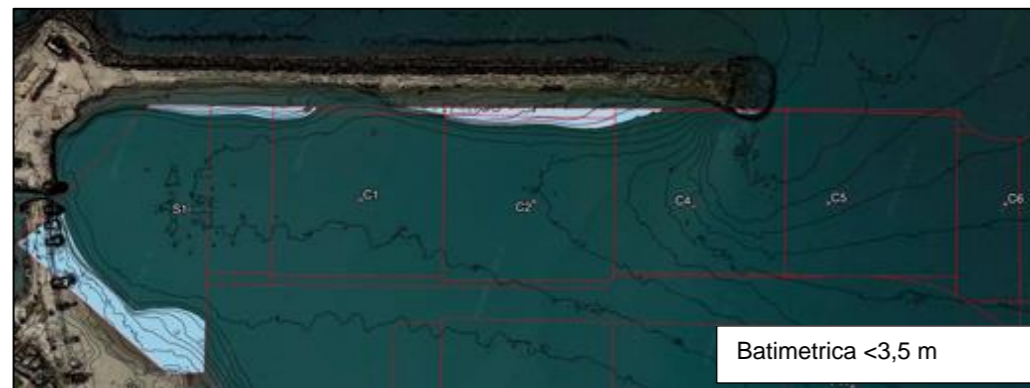
Sigla stazione	S2	S3	S4	F11
Profondità media (m)	-4,0	-4,2	-5,0	-5,0

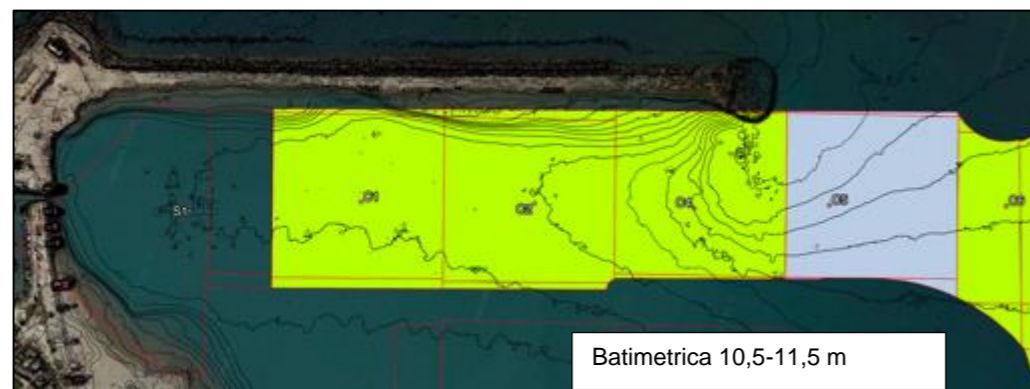
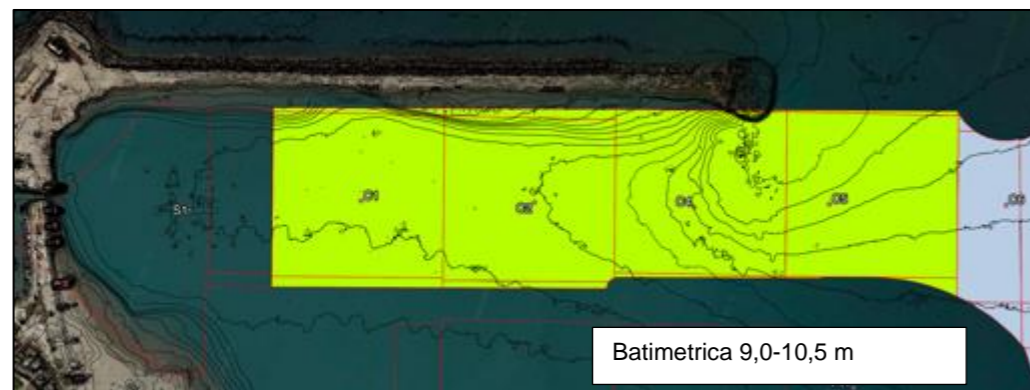
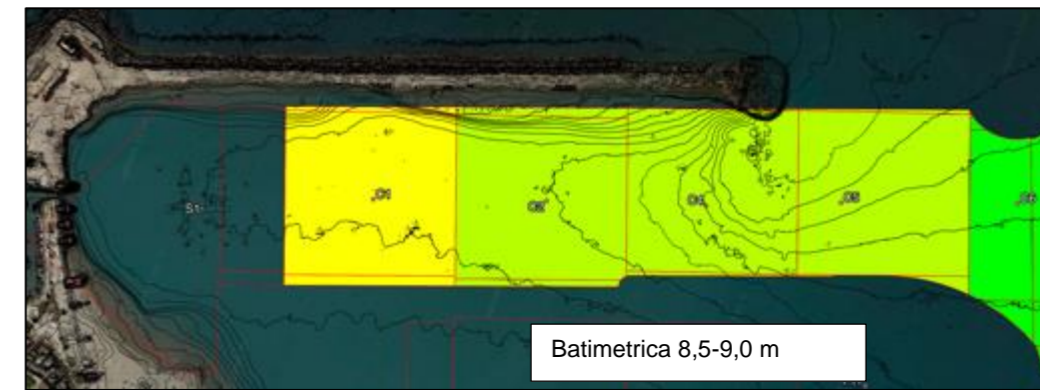
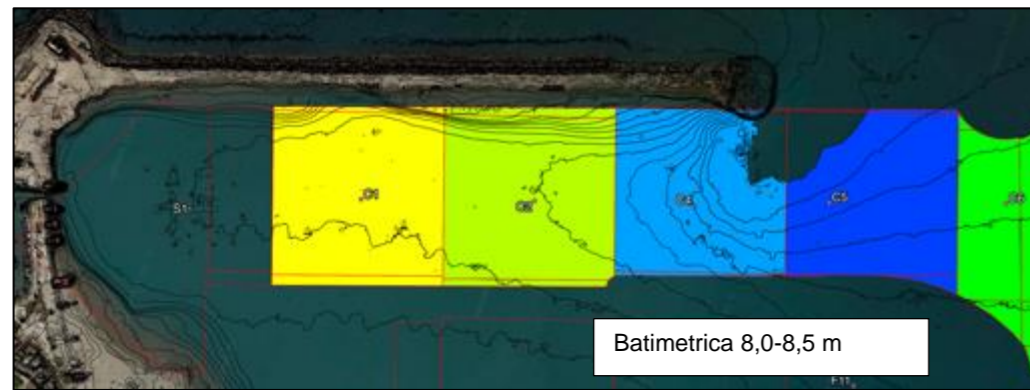
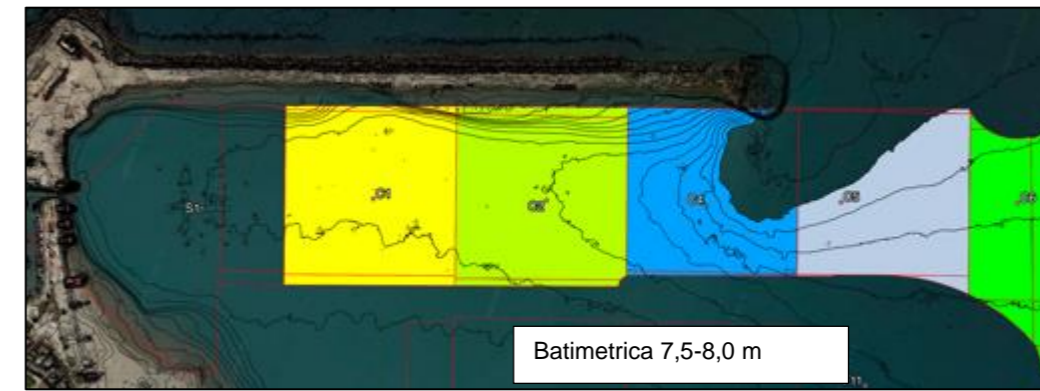
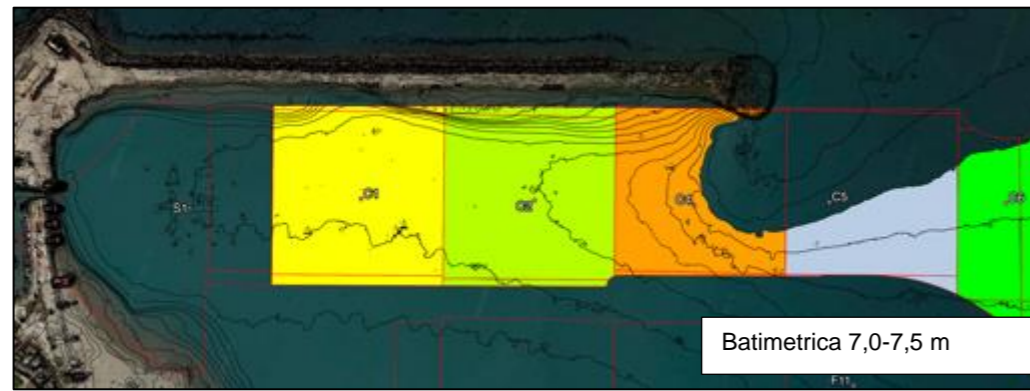


Sigla stazione	C3	S5	S6	S7	C7
Profondità media (m)	-3,2	-4,1	-5,0	-5,1	-3,0

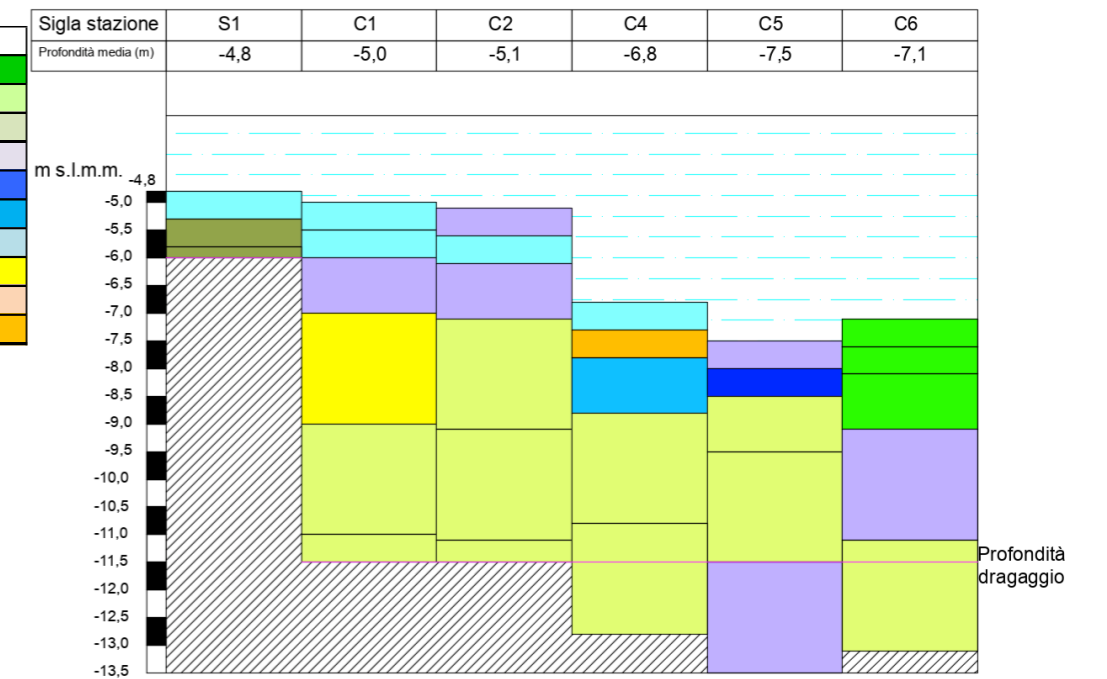


RAPPRESENTAZIONE DELLE CLASSI DI QUALITÀ DEI SEDIMENTI RICADENTI NELL'AREA DI DRAGAGGIO -11,5 m

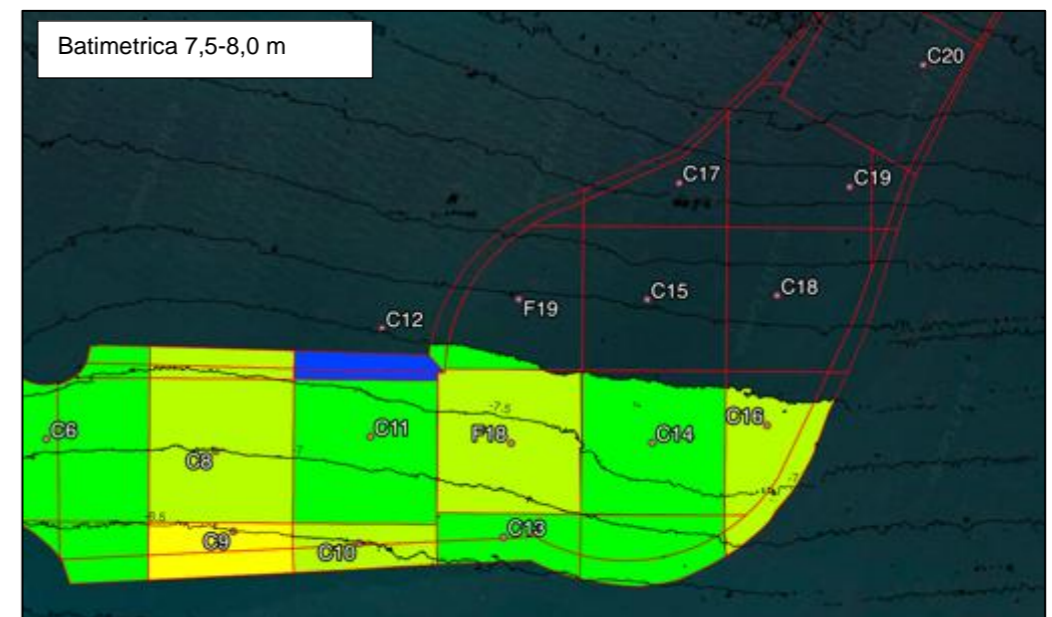
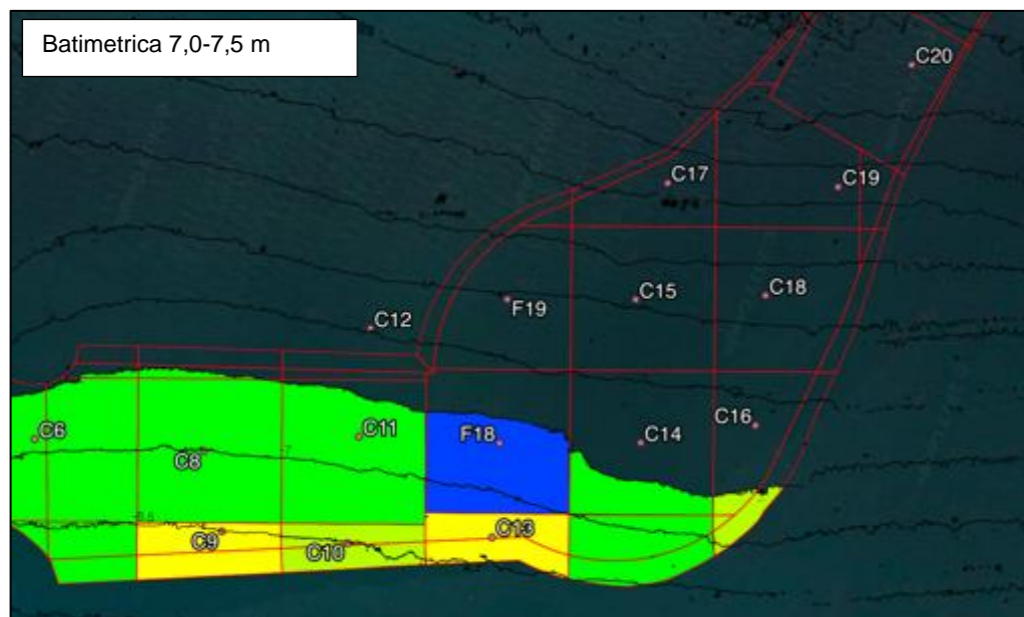
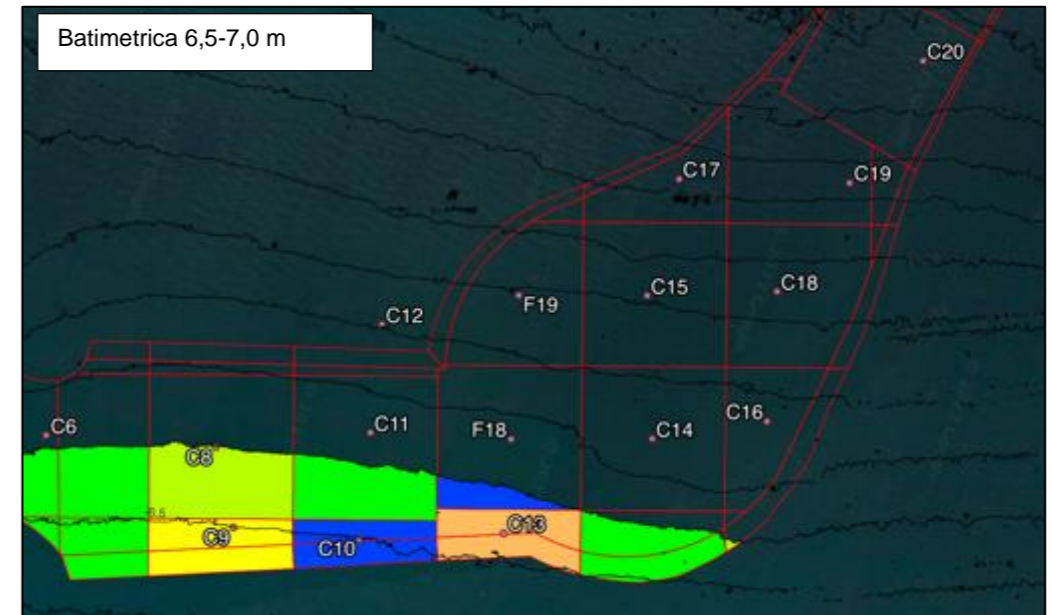
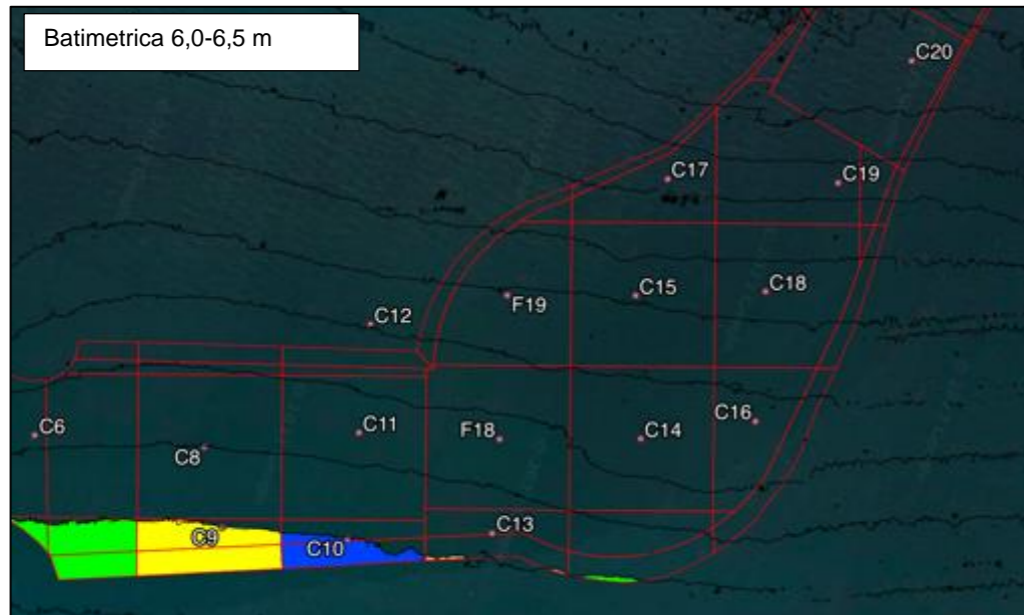


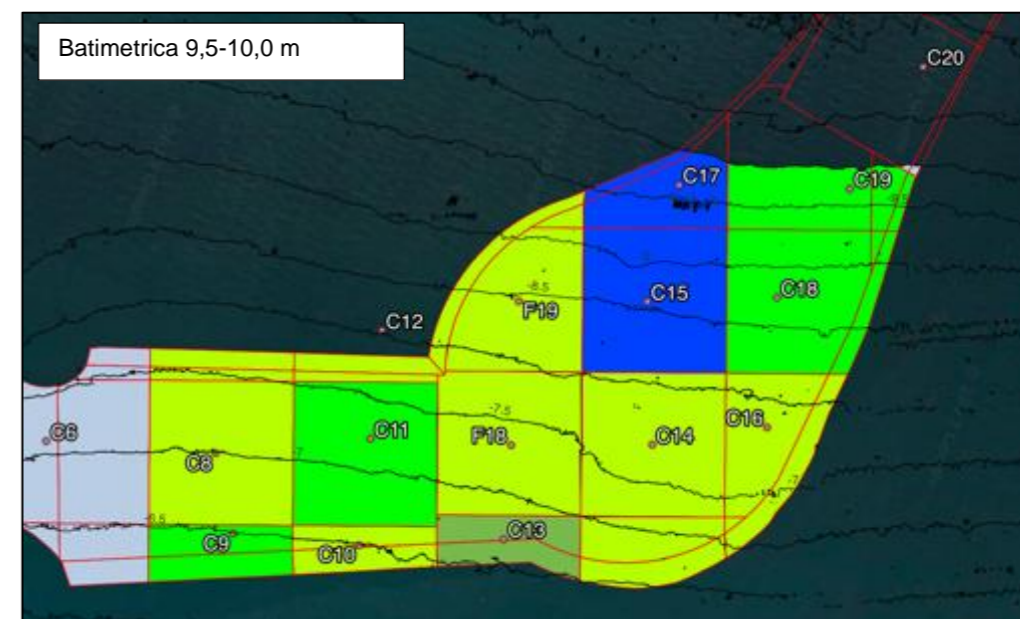
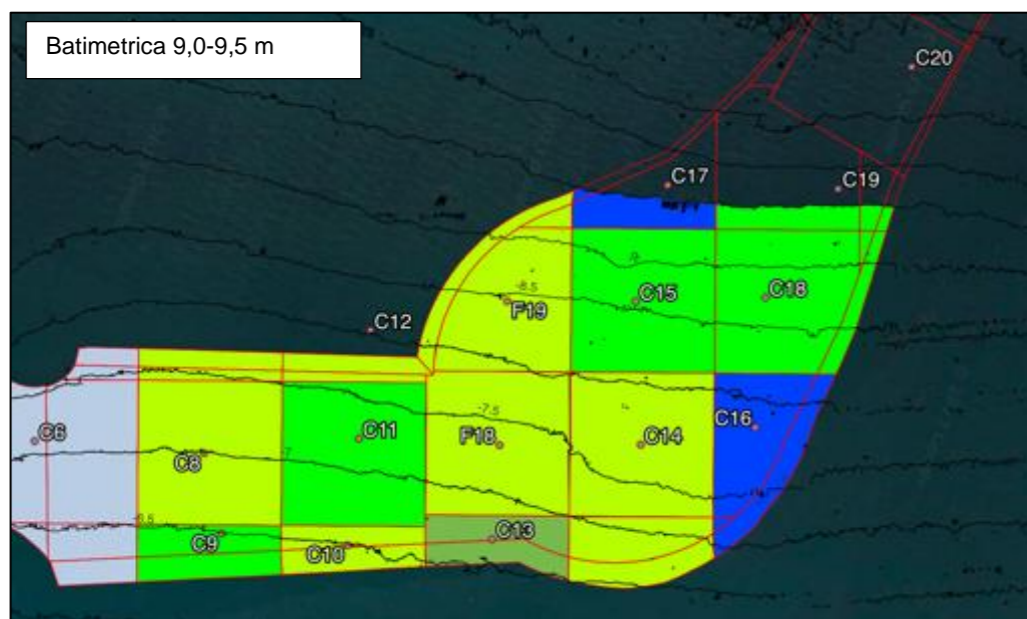
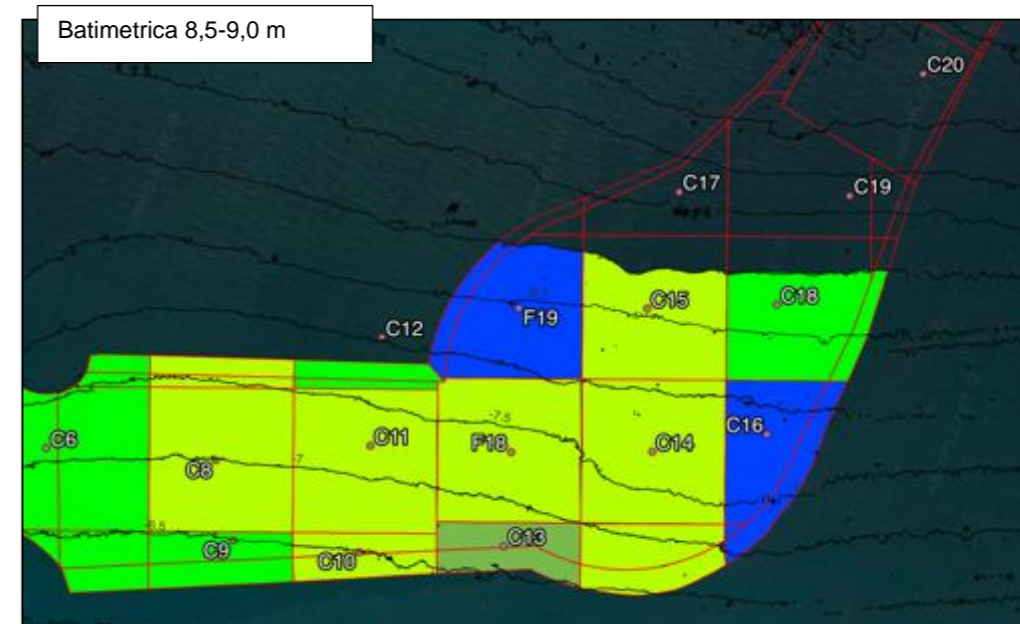
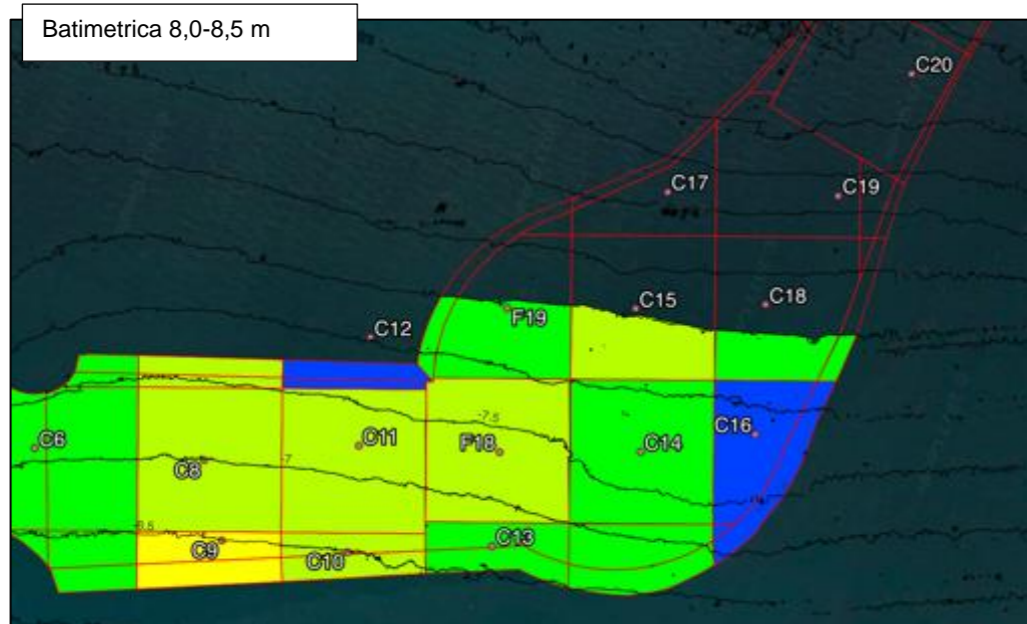


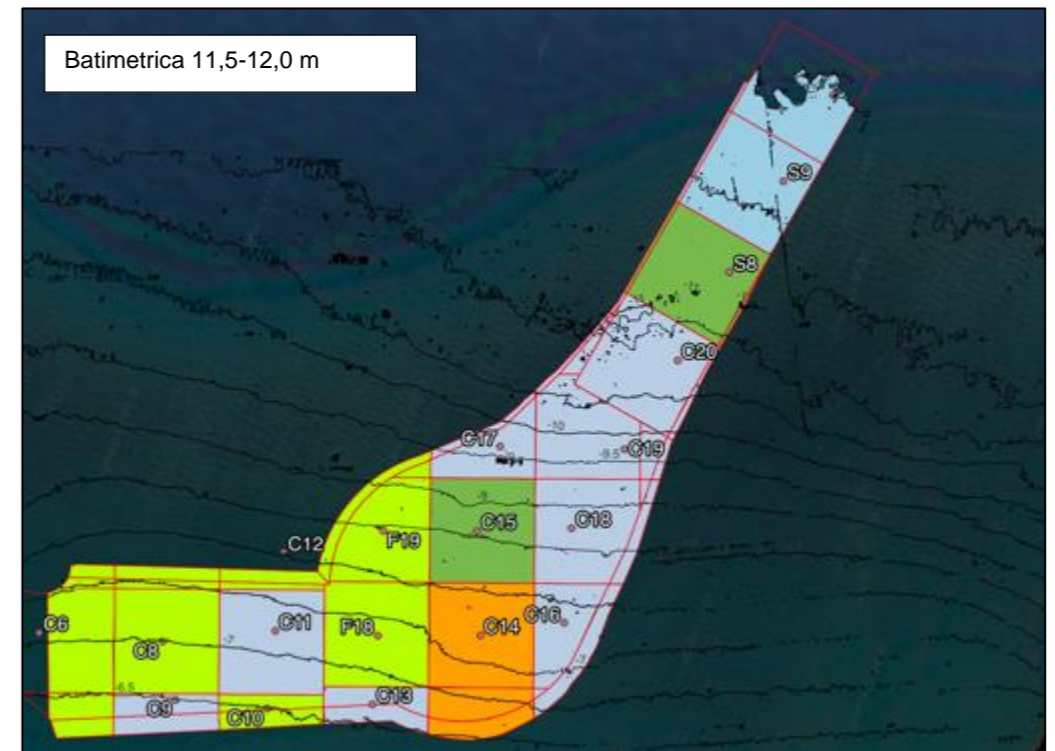
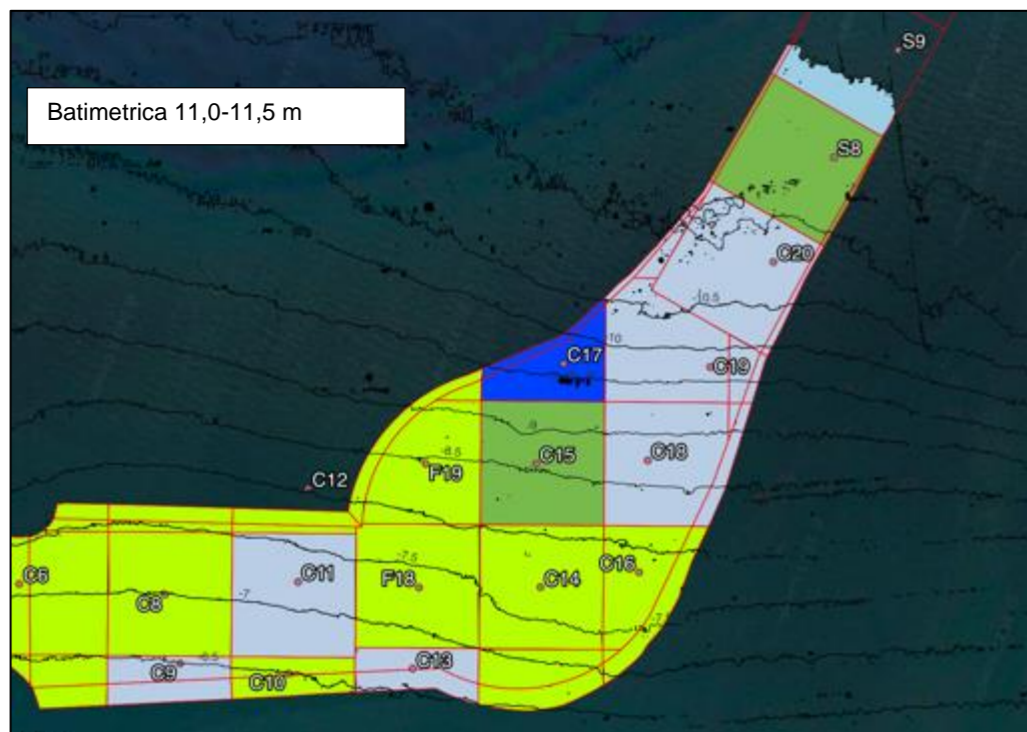
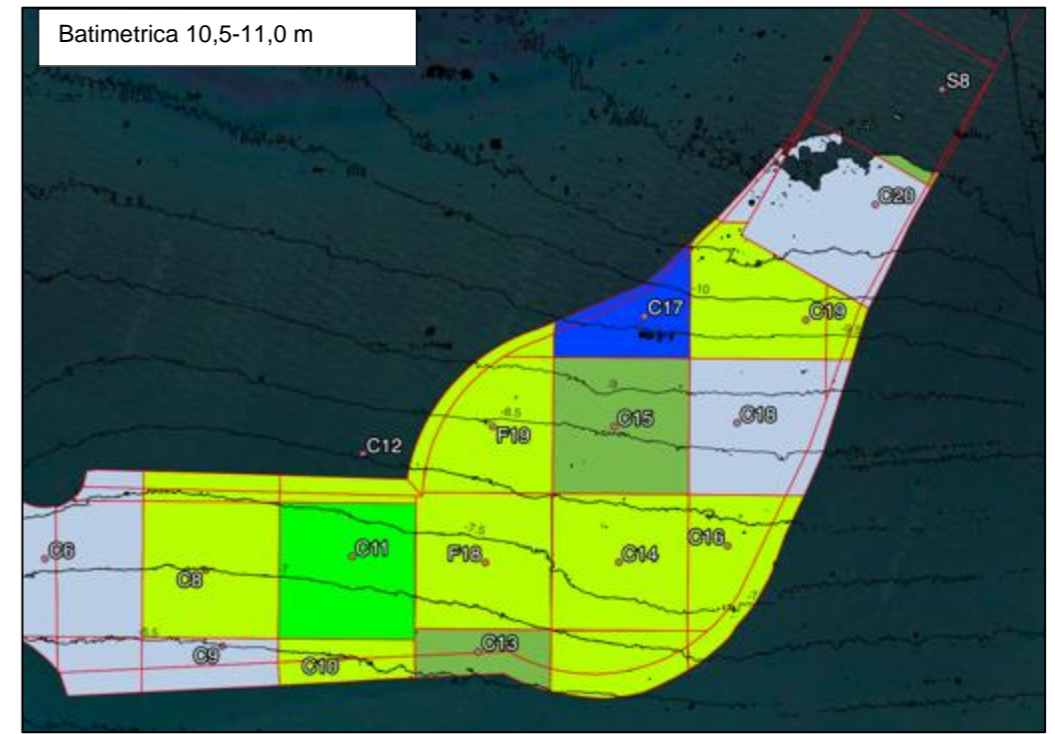
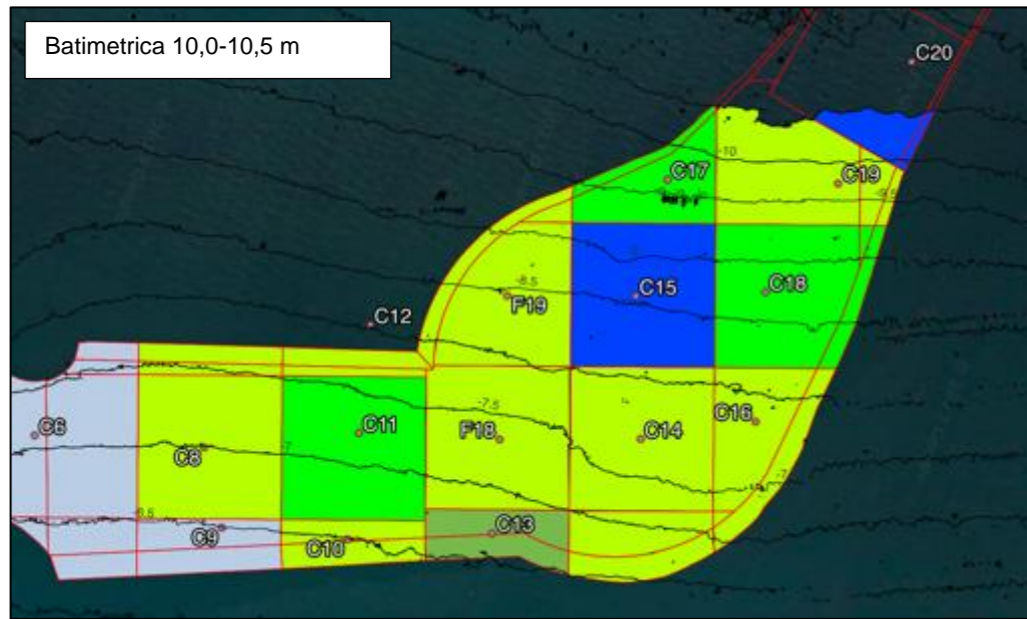
CLASSE DEI SEDIMENTI	
A con pelite <10%	A<10%
A con pelite 10-35%	10%<A<35%
A con pelite 35-50%	35%<A<50%
A con pelite >50% (gestire come Classe B)	A>50%
B con pelite <35%	B<35%
B con pelite 35-50%	35%<B<50%
B con pelite >50%	B>50%
C con pelite <35%	C<35%
C con pelite 35-50%	35%<C<50%
C con pelite >50%	C>50%



RAPPRESENTAZIONE DELLE CLASSI DI QUALITÀ DEI SEDIMENTI RICADENTI NELL'AREA DI DRAGAGGIO -12,0 m

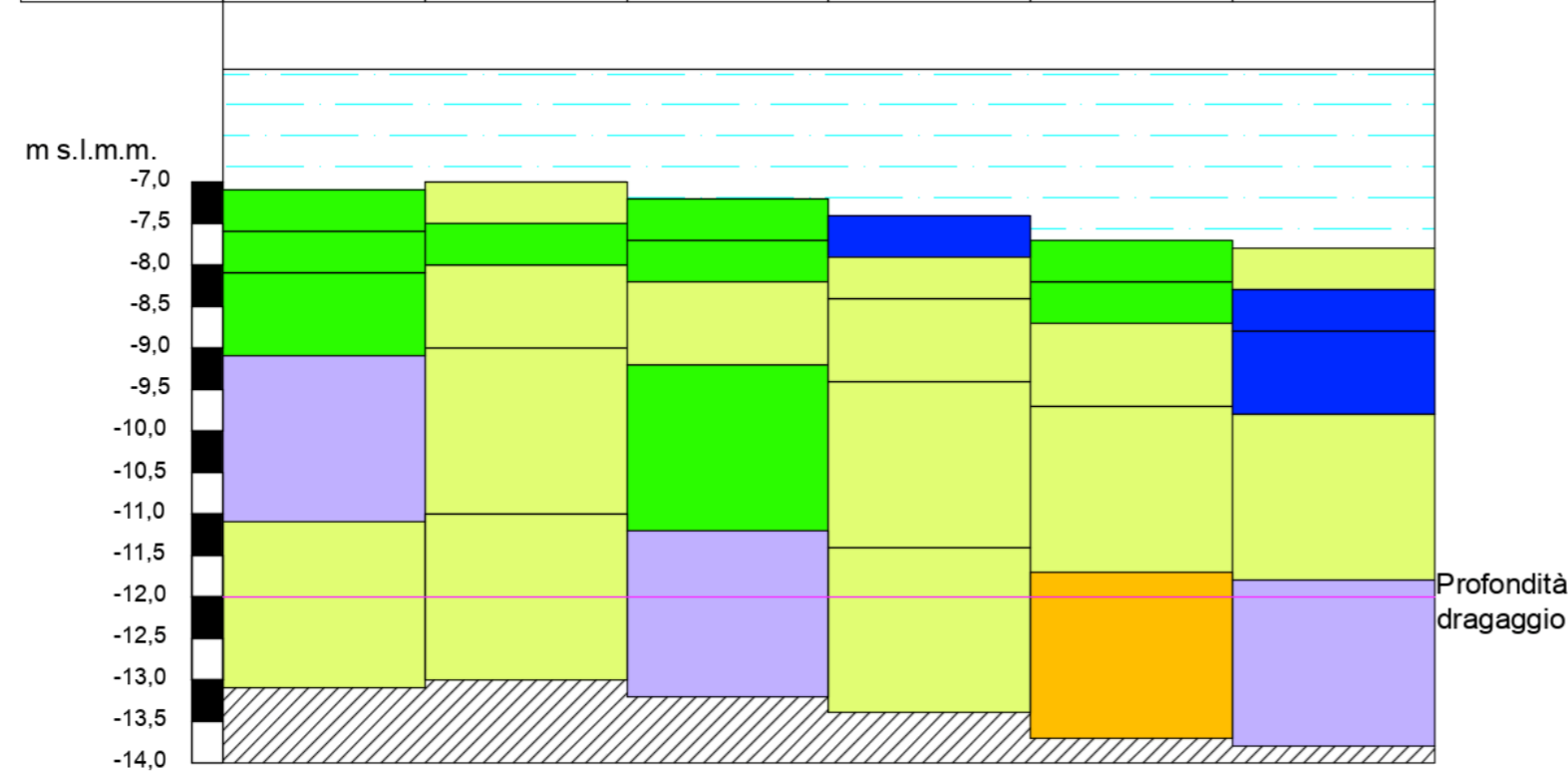




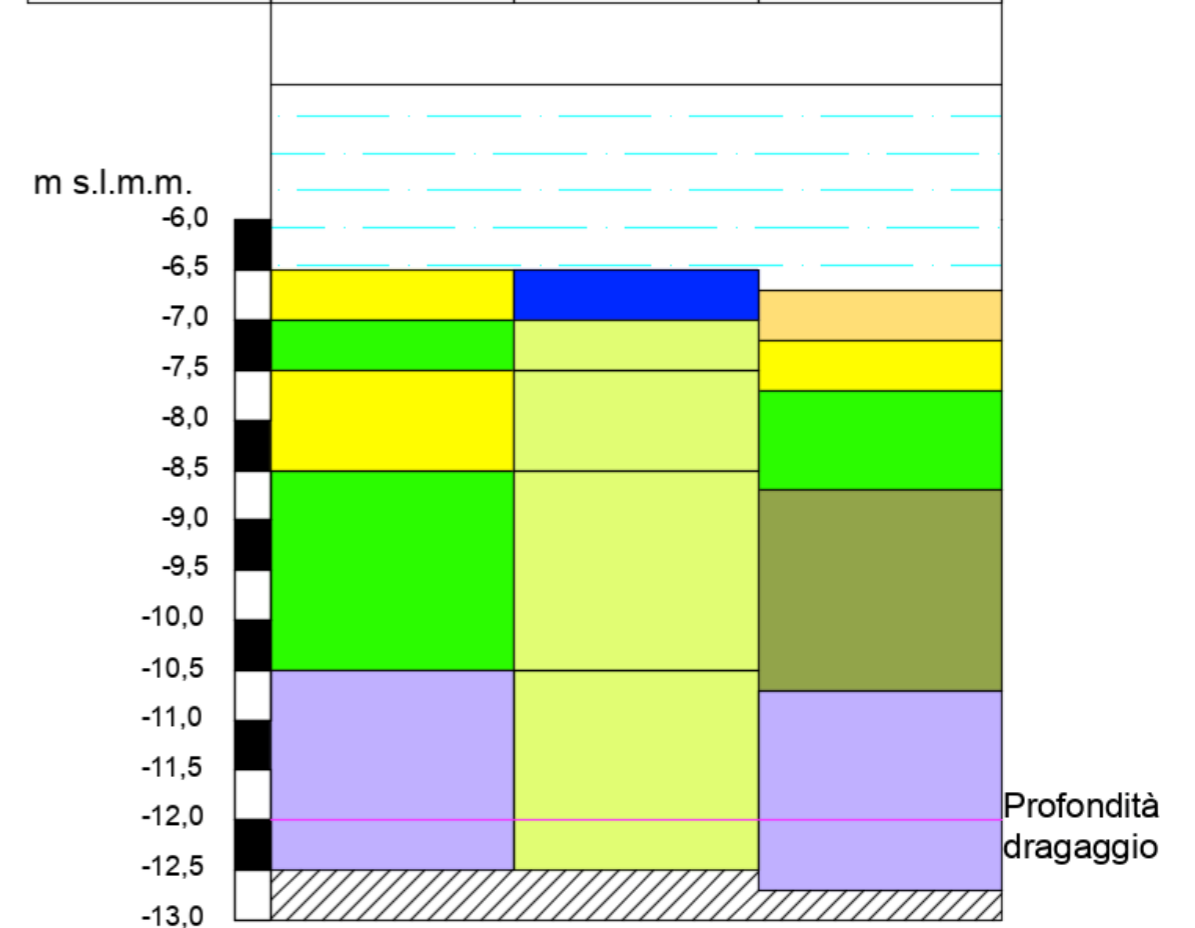


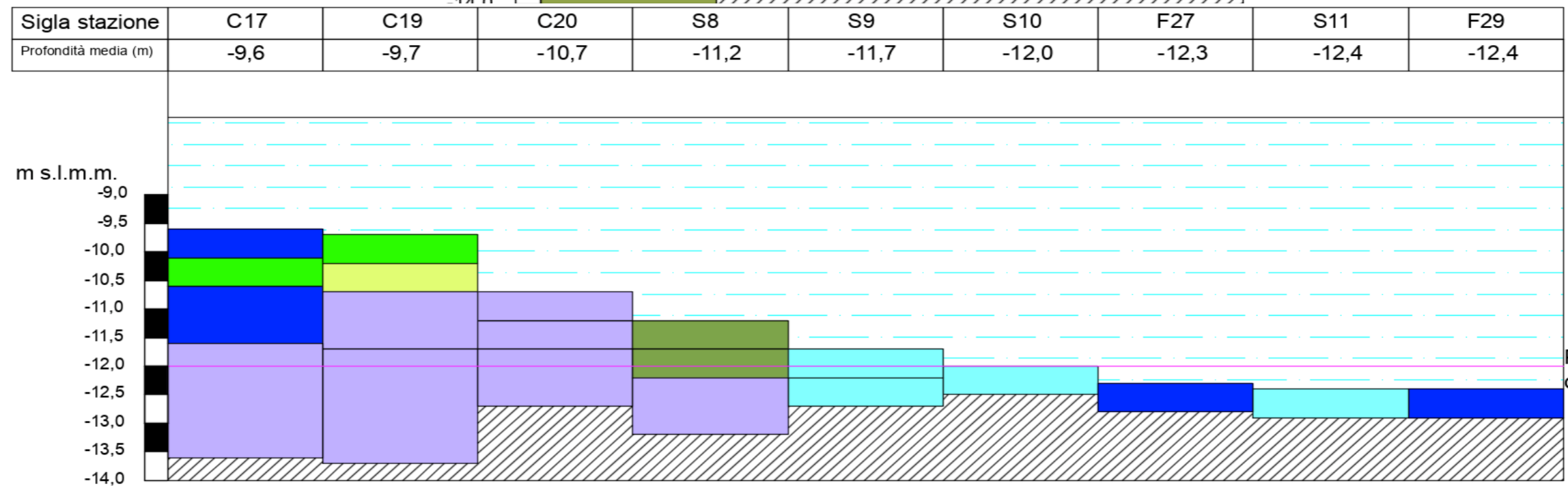
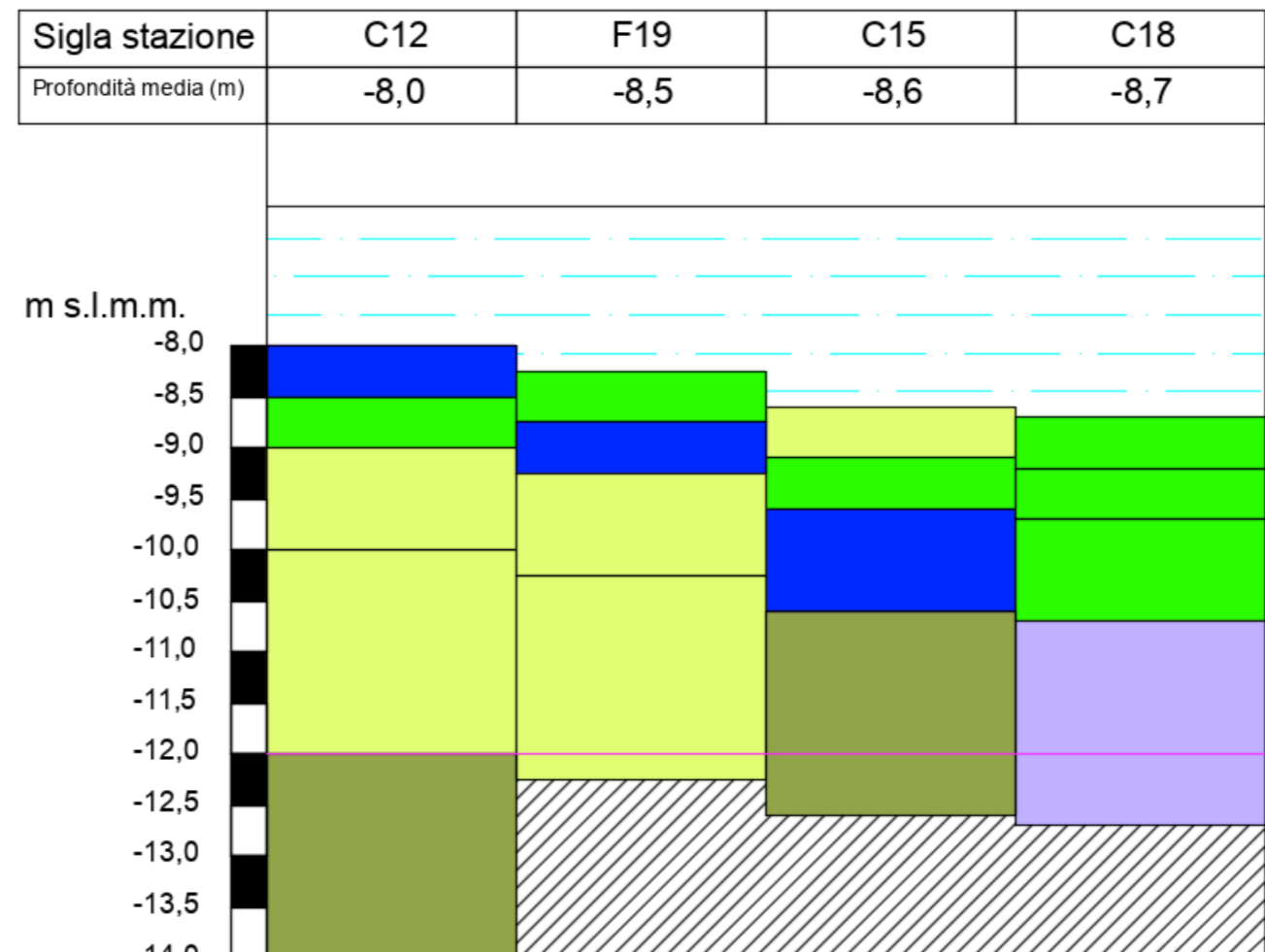
CLASSE DEI SEDIMENTI	
A con pelite <10%	A<10%
A con pelite 10-35%	10%<A<35%
A con pelite 35-50%	35%<A<50%
A con pelite >50% (gestire come Classe B)	A>50%
B con pelite <35%	B<35%
B con pelite 35-50%	35%<B<50%
B con pelite >50%	B>50%
C con pelite <35%	C<35%
C con pelite 35-50%	35%<C<50%
C con pelite >50%	C>50%

Sigla stazione	C6	C8	C11	F18	C14	C16
Profondità media (m)	-7,1	-7,0	-7,2	-7,4	-7,7	-7,8



Sigla stazione	C9	C10	C13
Profondità media (m)	-6,5	-6,5	-6,7





5 PIANO DI GESTIONE DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO

Sulla base delle informazioni e dati presentati nel paragrafo precedente, il presente paragrafo definisce le modalità di trattamento, smaltimento o utilizzo dei materiali di dragaggio. Tale piano di gestione ha lo scopo di massimizzare l'utilizzo delle risorse e ridurre al minimo gli impatti negativi sull'ambiente.

5.1 SCELTA DELLA METODOLOGIA DI DRAGAGGIO

La scelta della metodologia di dragaggio è basata su differenti fattori concomitanti, che tengono conto delle necessità di limitazione gli impatti ambientali (e quindi la durata delle operazioni) nonché l'efficienza del processo in base alla tipologia di materiale da dragare, con particolare attenzione alla percentuale di sedimento fine presente.

Considerando le caratteristiche del materiale da dragare (sabbie e sabbie limose) e il quantitativo totale di materiale, poco più di tre milioni di metri cubi, la tecnica di dragaggio più idonea è quella del dragaggio idraulico.

Tuttavia, la tipologia di intervento in oggetto per una buona parte del materiale richiede la necessità di dragaggio selettivo, per andare a dragare materiali che a seconda delle caratteristiche qualitative e/o di contenuto di fine, hanno destinazioni diverse.

Il piano di dragaggio in fase esecutiva andrà quindi a considerare quest'ultima tipologia di dragaggio e, ove possibile, il dragaggio idraulico.

Durante i lavori di dragaggio saranno eseguite le attività di monitoraggi previste ai sensi di legge, come descritto nel Cap. 9 dello Studio di Impatto Ambientale - P0031150-D-0-MP00-AM-REL-01_01.

5.1.1 Dragaggio meccanico

Tra le varie tipologie di draga meccanica, le ditte specializzate hanno a disposizione principalmente due tipologie di macchine: le draghe a benna (*grab dredger*) e le draghe escavatore (*backhoe dredger*).

5.1.1.1 Grab dredger

Una draga meccanica a benna è un'imponente macchina progettata per asportare materiale dal fondale marino, comunemente utilizzato per operazioni di dragaggio, anche "selettivo" ovvero individuando con ragionevole precisione il quantitativo di materiale da asportare (in genere di caratteristiche qualitative omogenee).

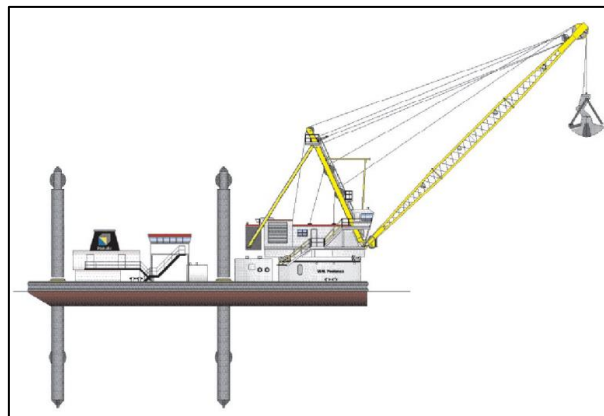


Figura 5-1: Schema di una draga a benna

La draga a benna è generalmente costituita da una struttura galleggiante, ospita il sistema di azionamento, i meccanismi di sollevamento e l'unità di controllo. La benna stessa è solitamente di grandi dimensioni e può variare a seconda della quantità di materiale da asportare e dalla tipologia del materiale stesso (sabbia, fango, ghiaia, ecc.). La benna è collegata a una struttura di sollevamento mediante cavi o catene. Il meccanismo di sollevamento è solitamente costituito da motori e ingranaggi in grado di sollevare la benna con il materiale dragato.

Una volta sollevata, la benna può essere orientata per spostare il materiale sopra la stiva di carico o per scaricarlo direttamente su chiatta o barca di trasporto.

5.1.1.2 Backhoe dredger (BHD)

Un Backhoe Dredger (BHD) è fondamentalmente un escavatore idraulico installato su un pontone. Il dragaggio è eseguito dall'escavatore montato su una piattaforma girevole nella parte anteriore del pontone.

Il BHD può essere utilizzato per il dragaggio in acque poco profonde o acque confinate ma anche in aree aperte. Un BHD è in grado di dragare una vasta gamma di materiali, da materiale morbido (come limo morbido) a materiale duro (come roccia esplosa o esposta all'aria o argilla rigida).

Un BHD è in grado di dragare con elevata precisione. A seconda delle condizioni del terreno e pendenze, è possibile ottenere una tolleranza media di 0,25 m.

I componenti principali di un BHD sono:

- ✓ Il pontone
- ✓ escavatore idraulico, costituito da un corpo idraulico dell'escavatore (gru), braccio e secchio
- ✓ Pali di ancoraggio e loro alloggiamenti.

I pali di ancoraggio garantiscono una piattaforma stabile durante le operazioni di dragando, mentre sollevano po' il pontone di alcuni decimetri. L'alloggiamento dei pali consente al pontone di muoversi in avanti e all'indietro quando vengono sollevati.

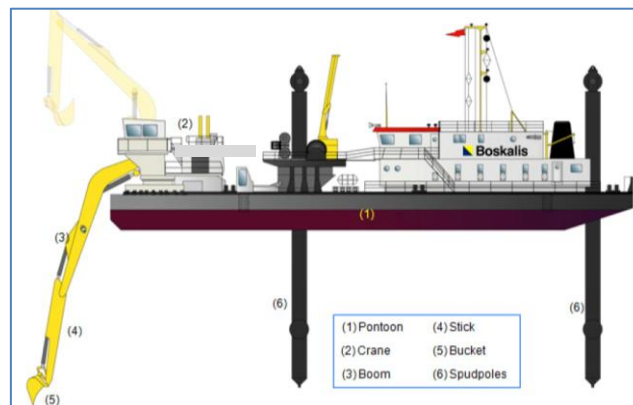


Figura 5-2: Schema di una Buckhoe dredger (BHD)

Il dragaggio con un BHD non è un processo continuo, ma consiste in un ciclo di operazioni.

Queste operazioni sono:

- ✓ Dragaggio: la benna scava il terreno un movimento combinato all'indietro e verso l'alto di braccio, asta e benna.
- ✓ Sollevamento: quando la benna è piena, un movimento verso l'alto del braccio e dell'avambraccio solleva il secchio sopra l'acqua per iniziare a oscillare.
- ✓ Oscillazione piena: la benna oscilla sopra la chiatta ruotando l'escavatore sulla piattaforma girevole.
- ✓ Scarico: posizionata sopra la chiatta di trasporto, la benna viene ruotata e ribalta il materiale da scaricare nella chiatta.
- ✓ Oscillazione a vuoto: al termine dello scarico, l'escavatore tornerà indietro vuoto alla sua ultima posizione di dragaggio.
- ✓ Abbassamento e posizionamento: Il braccio verrà abbassato e l'asta e la benna verranno spostati nella posizione iniziale. Con l'ausilio del sistema di monitoraggio e posizionamento della gru, la benna scava il materiale alla posizione e profondità desiderate.

5.1.2 Dragaggio idraulico (TSHD)

L'utilizzo del dragaggio idraulico offre infatti numerosi vantaggi, tra cui la capacità di trattare sedimenti con diverse dimensioni di particelle, l'efficienza nella rimozione di grandi volumi di materiale e la flessibilità nelle operazioni di dragaggio in termini di profondità e distanza di trasporto.

Nel dragaggio idraulico, la draga idraulica è dotata di una pompa idraulica che genera un getto d'acqua ad alta pressione. Questo getto d'acqua viene indirizzato sul fondo marino per fluidificare il materiale e successivamente aspirarlo tramite tubi di aspirazione o condotti.

Differenti tipologie di draga aspirante refluyente possono adattarsi all'operazione di dragaggio descritta, considerando le dimensioni, la capacità di aspirazione e il sistema di pompaggio; tuttavia, la tipologia di draga più idonea per l'esecuzione dell'intervento è rappresentata dalle draghe TSHD – Trailer Suction Hopper Dredger, ovvero le draghe a strascico aspirante, auto-caricanti, auto-refluenti (**Figura 5-3**).

Una draga con tramoggia aspirante (TSHD) è un'imbarcazione semovente con uno o due tubi di aspirazione, progettati per seguire il lato della nave. Le parti principali dell'imbarcazione sono:

In linea di principio le parti principali del TSHD Sono:

- lo scafo, contenente i motori, le pompe, pompa(e), gli alloggi dell'equipaggio, il ponte di navigazione e la sala di controllo del dragaggio;
- la tramoggia, in cui viene pompata la miscela di acqua e sedimento e dove quest'ultimo si deposita, e da cui l'acqua può essere scaricata attraverso un sistema di troppopieno (overflow);
- il tubo di aspirazione, attraverso il quale la miscela viene trasportata alla pompa;
- la testa dragante, posizionata alla fine del tubo di aspirazione, che disintegra il terreno spesso con l'ausilio di lame e/o un sistema a getto d'acqua.

Tubo di aspirazione

La draga TSHD è dotata di una tubazione di dragaggio per il trasferimento del materiale dragato all'interno della stiva. La miscela (materiale e acqua) viene aspirato mediante la testa dragante adagiata sul fondale e trasferito mediante la tubazione di cui trattasi all'interno della stiva. Durante il dragaggio (aspirazione) la TSHD viaggia ad una velocità ridotta in relazione alla tipologia di sedimento e agli spessori da dragare. Una volta completato il carico la tubazione di dragaggio viene recuperata a bordo e adagiata in coperta sulle apposite selle; quindi, la TSHD può procedere la navigazione può riprendere alla regolare velocità di crociera e comunque senza vincoli dovuti alla presenza della testa dragante in acqua.

Durante il dragaggio, al fine di evitare forti stress alla tubazione di dragaggio a causa delle vibrazioni, questa viene collegata allo scafo della nave mediante una tubazione flessibile realizzata in gomma ad altissima resistenza.

Testa dragante (draghead)

Su terminale del tubo di aspirazione dettagliatamente descritta al punto precedente, è collegata la c.d. draghead (testa dragante, **Error! Reference source not found.**). La funzione della testa dragante è quella di aspirare, mediante il vuoto creato da potenti pompe installate sulla tubazione di dragaggio o in stiva, la miscela sedimento-acqua e trasferirlo in stiva mediante il tubo di aspirazione. La testa dragante è dotata di specifici "denti" a seconda della tipologia di sedimento che facilitano la disgregazione del materiale, nel mezzo dei quali sono posizionati degli ugelli per il getto d'acqua ad altra pressione sempre finalizzati all'ottimizzazione della disgregazione del materiale, oltre ad una visiera regolabile per gestire il flusso il flusso dell'acqua durante l'aspirazione al fine di ottimizzare la concentrazione del materiale aspirato. Tutto questo combinato di accessori modificabili e regolabili, sono finalizzati all'ottenimento di una concentrazione ottimale della miscela acqua-sedimento durante la fase di aspirazione quindi di carico.

Nel caso vi sia il rischio di rinvenimento di ordigni bellici e/o trovanti di altro genererà, nell'ingresso della draghead potrà essere installata una griglia al fine di trattenere e quindi evitare che eventuali trovanti vengano aspirati e trasferiti in stiva per poi essere conferiti nel sito d'immersione.

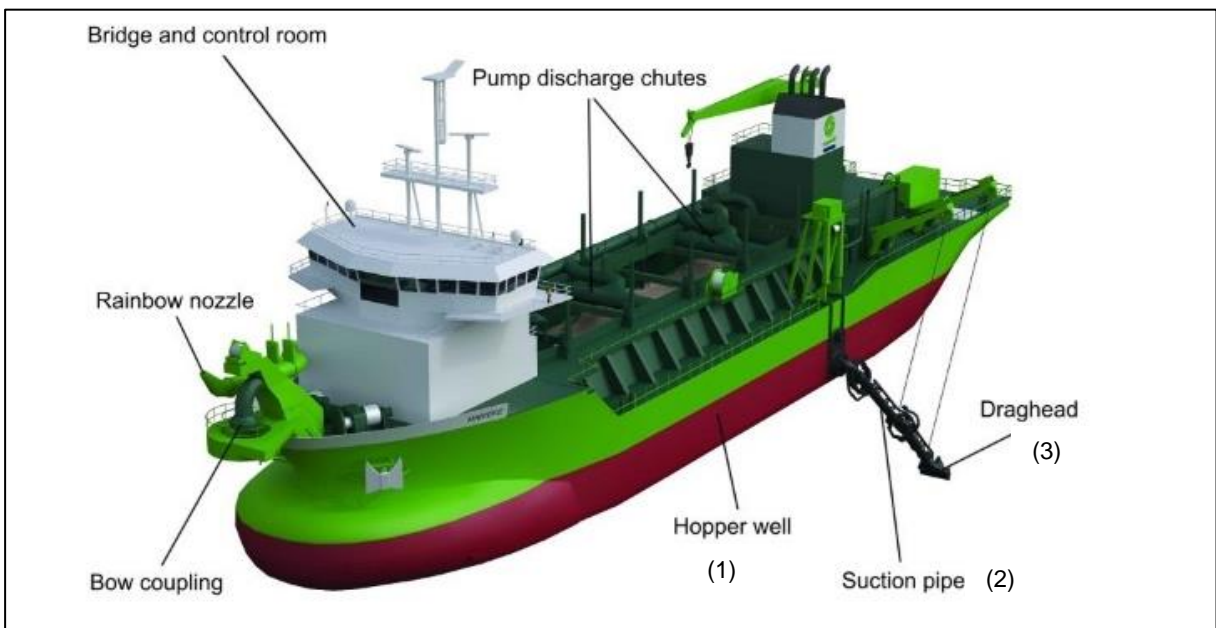
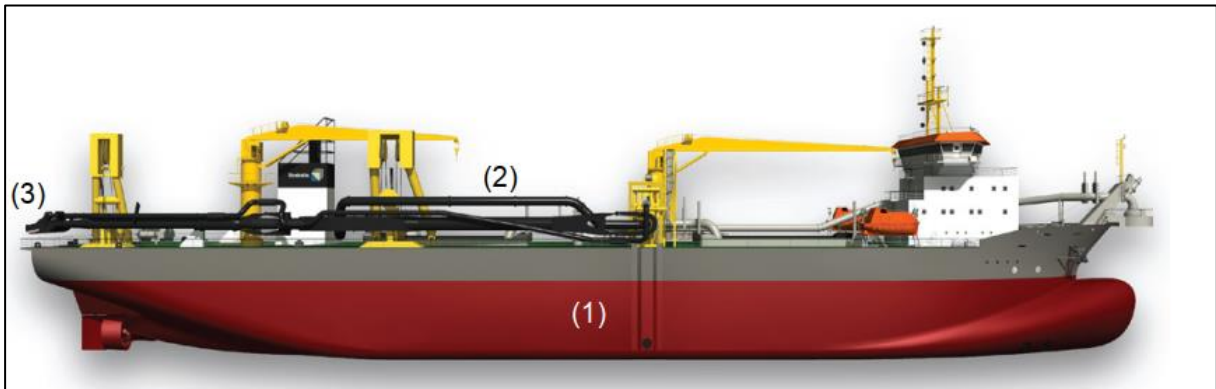


Figura 5-3: Esempi di draghe TSHD. (1) Tramoggia, (2) Tubo di aspirazione, (3) Testa dragante



Figura 5-4: Esempio di testa dragante (draghead)

La tramoggia

La miscela (sedimento-acqua) aspirata viene trasferita e distribuita in tramoggia (altrimenti detta "stiva") mediante dei diffusori che ne distribuiscono il carico in maniera uniforme. All'interno della stiva sono posizionati dei tubi verticali ad altezza regolabile chiamati "overflow" finalizzati alla restituzione dell'acqua di esubero di dragaggio in mare trattenendo in stiva solo il solido seppur saturo d'acqua.

Il ciclo di dragaggio e scarico

Per iniziare le operazioni di dragaggio la draga TSHD naviga direttamente in corrispondenza dell'area da dragare. Una volta in posizione, la draga abbassa il tubo di aspirazione finché la testa dragante non tocca il fondo.

La pompa di dragaggio, installata all'interno della draga aspira una miscela di acqua e terra attraverso la testa dragante e il tubo di aspirazione e pompa la miscela nella tramoggia.

I sedimenti si depositeranno nella tramoggia e l'acqua viene scaricata attraverso il sistema regolabile di troppopieno. Il dragaggio viene interrotto quando la nave raggiunge il pescaggio corrispondente al pieno carico, oppure quando le circostanze non consentono ulteriore carico. L'utilizzo del troppopieno (overflow) può essere limitato qualora venga richiesto per motivi ambientali (per controllare la torbidità generata).

La nave, quindi, salpa con il materiale dragato verso l'area di conferimento.

Lo scarico potrà essere eseguito tramite (Figura 5-5):

- Smaltimento fondo porta, il carico viene rilasciato aprendo le porte inferiori o lo scafo sdoppiato.
- Pompando a terra, collegando la TSHD a una condotta (in genere galleggiante) per pompare la miscela nell'area designata.

Una volta vuota, la nave ritorna all'area di dragaggio, completando così il ciclo.

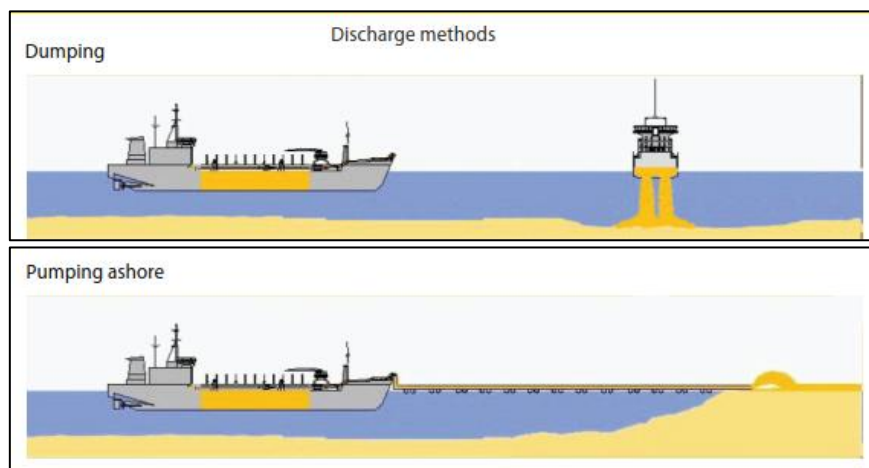


Figura 5-5: Modalità di scarico di una draga TSHD: Dumping (scarico tramite porte di fondo), Pumping ashore (pompaggio tramite tubazione)

5.2 DESTINAZIONI D'USO DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO

Il piano di dragaggio è stato predisposto secondo i seguenti criteri:

- ✓ Massimizzare il materiale che possa essere destinato al ripascimento degli arenili in erosione;
- ✓ Minimizzare l'impatto ambientale tramite:
 - una minor durata delle operazioni, ovvero cercando di conferire i sedimenti il più vicino possibile all'area di dragaggio
 - riempimento delle volumetrie di colmata a terra necessarie per il progetto, limitando quindi l'importazione di materiale da cava

- limitazione del quantitativo di materiale da disporre a largo solamente alla frazione pelitica più fine, che in parte viene comunque riutilizzata all'interno delle aree di colmata

Sulla base di questi principi, sono state identificate le aree di dragaggio quanto più omogenee, cercando di assegnare, secondo le possibili classi d'uso, al materiale proveniente da una determinata area, una singola destinazione.

In particolare, tutto il materiale che verrà dragato dall'area dello yacht marina verrà conferito in colmata. La maggior parte del resto del materiale di colmata proviene inoltre dal bacino superyacht e crociere (ad eccezione delle classi B e C del canale di accesso). Ciò potrà permettere che la draga possa lavorare in uno spazio limitato e facilmente confinabile, qualora fosse necessario, ad esempio da panne anti-torbidità, limitando quindi la dispersione della torbida unicamente all'area dei bacini.

La ripartizione delle volumetrie per distinzioni d'uso a seconda delle classi qualitative è riportata nella tabella seguente.

Tabella 5.1: Destinazioni d'uso dei sedimenti, aree di dragaggio e classi qualitative corrispondenti

Destinazione d'uso	Area di dragaggio	Quantitativi (m ³)	Classi qualitative	Totali (m ³)
Ripascimento degli arenili in erosione	Canale di accesso e bacino Superyacht e Crociere	1.665.260	Classe A, con pelite < 10% (idoneo per spiaggia emersa)	503.091
			Classe A, Con pelite > 10 % (idoneo per spiaggia sommersa)	1.162.169
Conferimento in cassa di colmata e rilevati nell'ambito del progetto	Bacino dello Yacht Marina e Bacino Superyacht e crociere	984.524	Classe A con pelite tra 10 e 50%	443.640
			Classe B	394.325
			Classe C	146.559
Immersione in sito idoneo a largo	Bacino Superyacht e crociere e Canale di accesso	510.917	s	510.917

5.2.1 Ricostruzione degli arenili in erosione

Come sopra menzionato, si è data la precedenza al riutilizzo dei sedimenti per la ricostruzione e rinaturalizzazione degli arenili, dal momento che il litorale Laziale, in prossimità dell'area di dragaggio, è interessato da importanti fenomeni erosivi.

Per l'identificazione di un litorale idoneo nonché la progettazione dell'intervento è stato predisposto il progetto di fattibilità tecnico ed economica di RICOSTRUZIONE DEGLI ARENILI DI FREGENE E RINATURALIZZAZIONE DELLA RISERVA DI MACCHIAGRANDE, elaborato da Iterprogetti srl, e allegato al presente PFTE (EE_Elenco elaborati_Rev1_13177), a cui si rimanda per ogni dettaglio.

Il sito di progetto è situato interamente nel Comune di Fiumicino sulla costa di Fregene, da diversi anni flagellata da un imponente fenomeno erosivo, che ha ridotto di diverse centinaia di metri l'estensione dell'arenile.

5.2.2 Conferimento in colmata

I materiali che andranno utilizzati per le colmate sono essenzialmente quelli classificati come B e C (classe di qualità riconosciuta dal DM 173/2016). Da un punto di vista granulometrico il materiale di dragaggio si presenta

essenzialmente sabbioso con contenuto in fine variabile fino a raggiungere, in alcune zone, percentuali maggiori al 50%.

Per quanto riguarda la tecnica di conferimento in vasca, si distingue tra aree con riempimento fatto all'asciutto e aree con riempimento fatto in acqua. In Figura 5-6 si riporta la planimetria in cui si evidenzia le diverse metodologie di riempimento adottate.

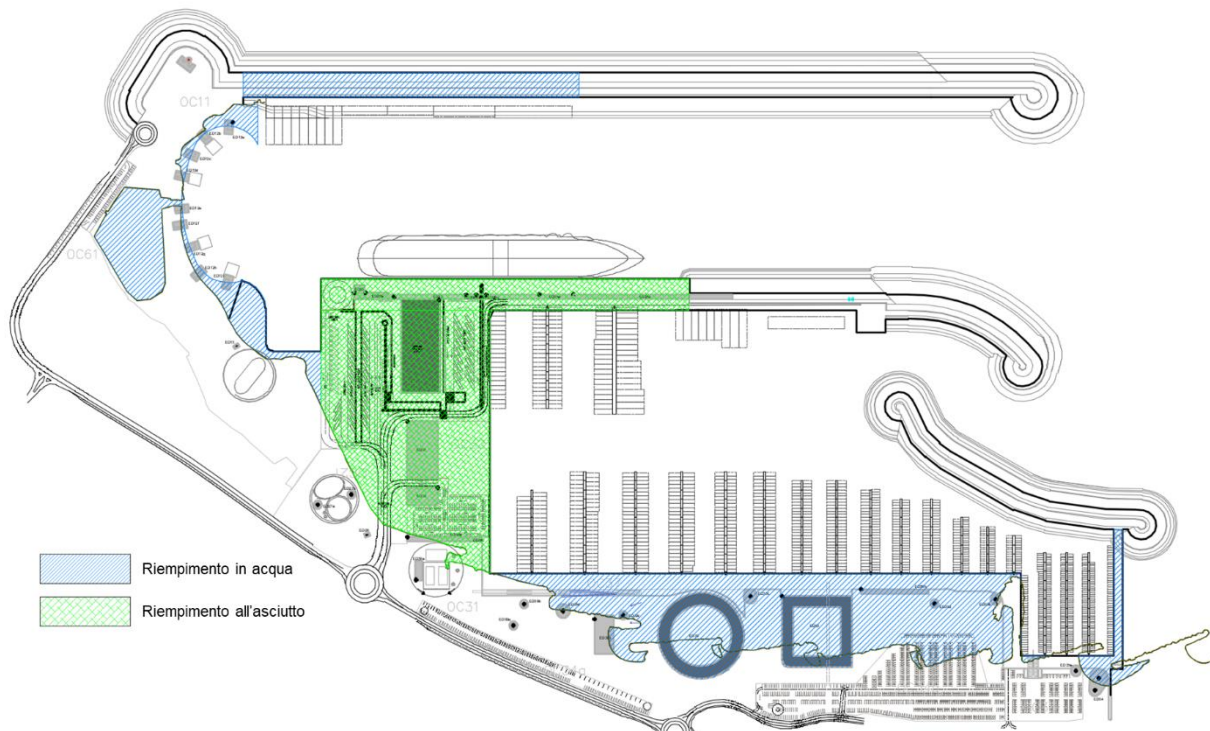


Figura 5-6: Individuazione delle diverse metodologie di riempimento

5.2.2.1 Riempimento all'asciutto

Il riempimento all'asciutto si rende necessario al fine di garantire in tempi brevi buone caratteristiche meccaniche del terreno di riempimento e ridurre i cedimenti propri del terrapieno di colmata.

Da un punto di vista geotecnico la questione assume particolare importanza per i possibili effetti sui banchinamenti e sulle opere di completamento. Per minimizzare tali effetti, in vasca di colmata verrà conferito materiale preventivamente essiccato e costipato meccanicamente; in tale modo il definitivo ed omogeneo consolidamento dei sedimenti di dragaggio risulterà più rapido ed efficace.

Il riempimento dello specchio d'acqua avverrà per fasi. In particolare, una volta realizzata la conterminazione della vasca di colmata tramite palancolati, si procederà con lo svuotamento dell'acqua contenuta nella vasca, portando la quota piezometrica al livello del fondale (variabile da 0m a -5 da l.m.m.); successivamente sarà regolarizzato il terreno affiorante mediante stesa di materiale granulare e, infine si procederà al riempimento della vasca di colmata con i sedimenti essiccati.

Prima del conferimento in vasca, il materiale dragato dovrà essere inviato in una vasca di colmata per la prima fase di stoccaggio. In questa prima fase avverrà una prima riduzione del contenuto d'acqua presente nel terreno dragato.

Successivamente il materiale stoccato nella vasca di colmata verrà inviato ad un impianto di pretrattamento che procederà alla vagliatura per eliminare gli elementi di grosse dimensioni presenti ed all'asciugatura fino a portare il materiale residuo ad un contenuto d'acqua basso (essenzialmente minore dell'ottimo Proctor). Il materiale così condizionato sarà quindi portato a un secondo sito stoccaggio.

Dopo il pretrattamento, il materiale può essere disposto nella vasca in strati di spessore omogeneo e compattato mediante macchinari di peso e dimensione idonei. L'obiettivo è quello di riempire la vasca con una successione di strati di sedimento stabilizzato, con spessore massimo 30/50 cm, fino al raggiungimento della quota di sommità

prevista in progetto. In Figura 5-7: Schema di flusso delle principali lavorazioni per il riempimento dello specchio d'acqua

è riportato lo schema di flusso delle principali lavorazioni, mentre in Figura 5-8: Planimetria con le aree di cantiere planimetria in cui si individuano le aree di cantiere che potranno essere destinate alle lavorazioni sopra descritte.

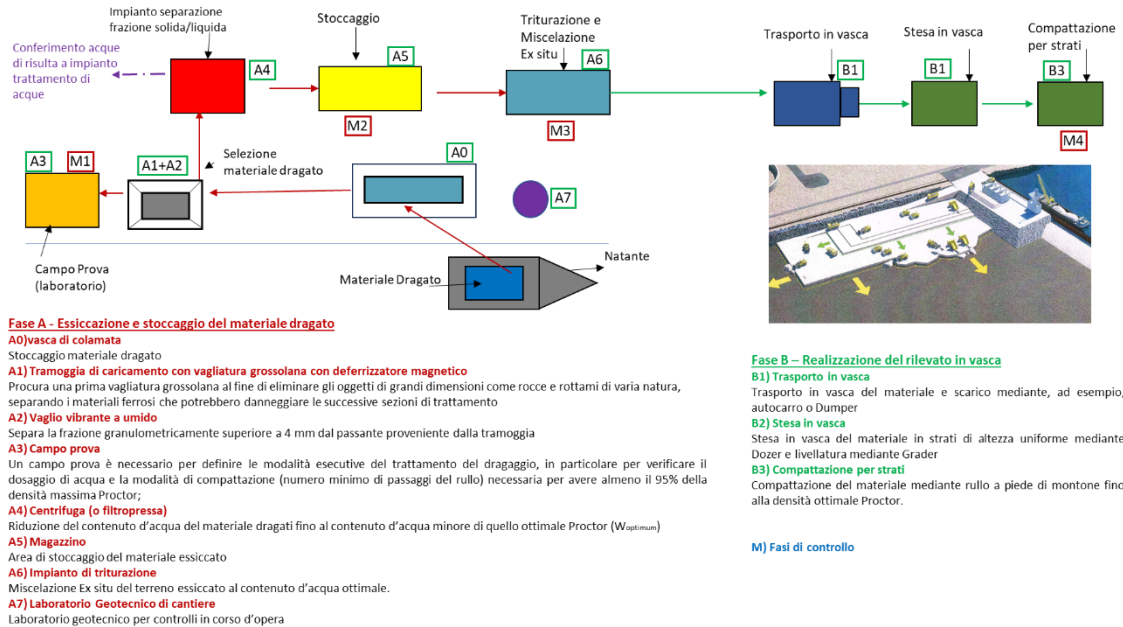


Figura 5-7: Schema di flusso delle principali lavorazioni per il riempimento dello specchio d'acqua

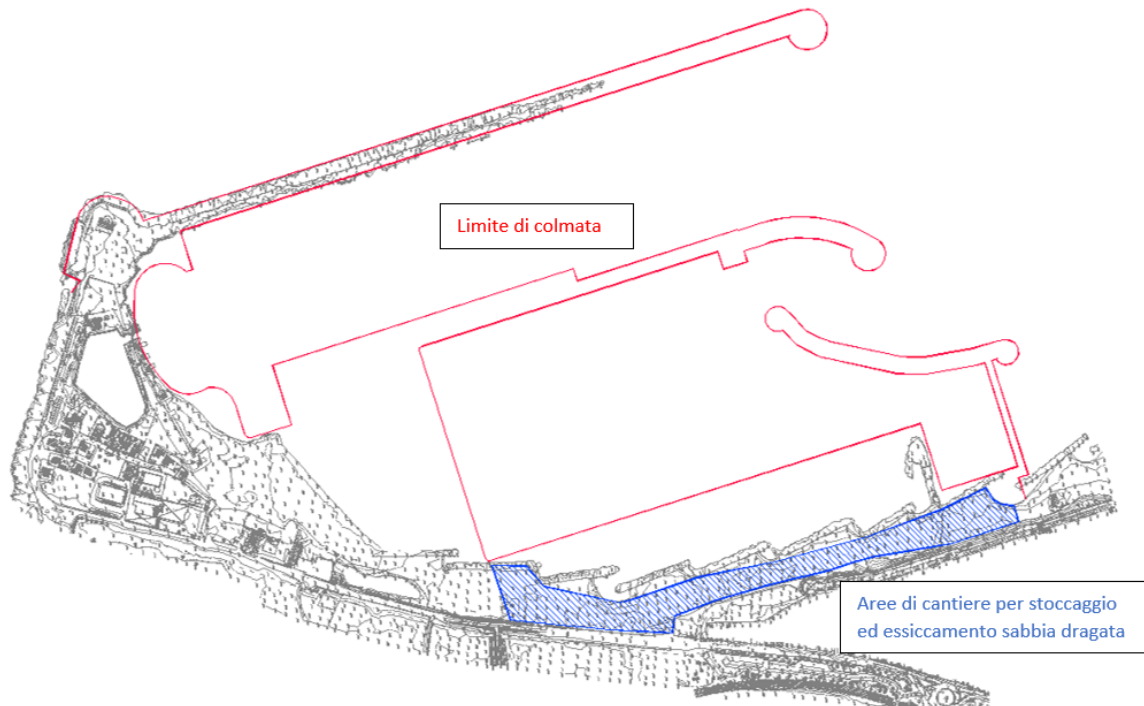


Figura 5-8: Planimetria con le aree di cantiere

Di seguito si fornisce una breve descrizione dei principali dispositivi che potranno essere utilizzati.

Tramoggia di caricamento con vagliatura grossolana

La tramoggia (Figura 5.8) procura una prima vagliatura grossolana al fine di eliminare gli oggetti di grandi dimensioni come rocce e rottami di varia natura (trovanti).



Figura 5-9: Tramoggia

Vaglio vibrante a umido

Il vaglio vibrante (Figura 5-10) separa la frazione granulometricamente superiore a 4 mm dal passante proveniente dalla tramoggia. Il sopravaglio asciutto, comunque destinato allo smaltimento, viene accantonato sui piazzali. La frazione passante ai 4 mm viene inviata alla successiva fase di lavorazione.



Figura 5-10: Vaglio vibrante a umido

Idrocicloni

Ha il compito di separare la parte solida dalla parte liquida. Qualora il materiale si presenti con una componente fine importante allora l'idrociclone separerà anche le sabbie dai limi e dalle argille (Fig. 5-10).

In questo caso il materiale fine viene successivamente spedito alla filtropressa. Togliere la sabbia evita il danneggiamento delle tele e delle membrane della filtropressa e contemporaneamente garantisce migliori prestazioni in termini di resa della filtropressa.



Figura 5-11: schema di un idrociclone.

Filtropresse

Nelle filtropresse avviene la riduzione del contenuto d'acqua dei terreni fini, nella figura seguente è mostrato lo schema di funzionamento della filtropressa (dx) e il materiale essiccato (sx).

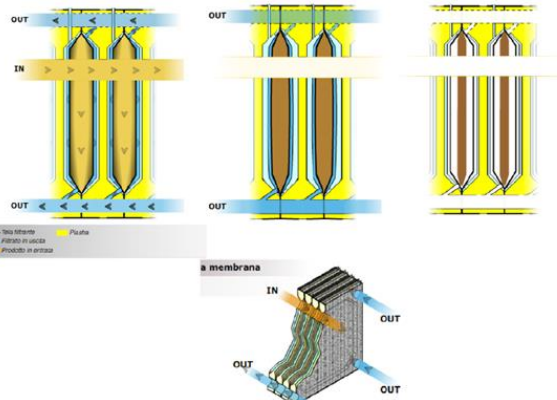


Figura 5-12: Filtropressa

Mezzi per la realizzazione del rilevato in vasca

Il materiale essiccato potrà essere collocato in vasca mediante l'utilizzo dei tipici messi da cantiere come il dumper per il trasporto, il Dozer e il grader per la stesa e il rullo a piede di montone per la compattazione. In Figura 5-13: Mezzi per la realizzazione del rilevato in vasca

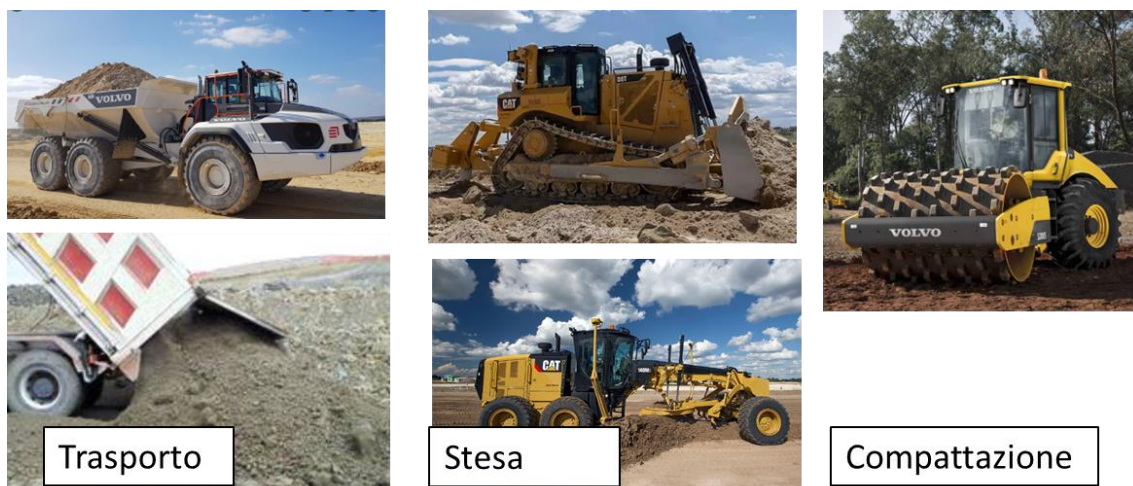


Figura 5-13: Mezzi per la realizzazione del rilevato in vasca

5.2.2.2 Riempimento in acqua (con miscela acqua-sabbia)

Questo riempimento viene eseguito tramite tubazione, attraverso la quale la draga idraulica conferisce una miscela acqua-sabbia direttamente in colmata.

In queste aree, sempre dopo aver realizzato la conterminazione della vasca di colmata tramite palancole, il riempimento viene effettuato direttamente con il materiale dragato senza ulteriori lavorazioni. In Figura 5-13: Mezzi per la realizzazione del rilevato in vasca

un esempio di come viene sversato in vasca il materiale dragato e la gestione con escavatori.











Figura 5-14: Gestione del materiale di dragaggio nelle aree con riempimento in acqua

5.2.2.3 Aree di Colmata

In base alla configurazione delle nuove aree di intervento e alle caratteristiche dei terreni di colmata, sono state considerate otto diverse aree di intervento, distinte in base agli interventi di consolidamento previsti e ad i tempi di consegna.

Tali aree sono individuate con diverse colorazioni in Figura 5-15, mentre nella Tabella 5.2 sono indicati gli interventi previsti per ciascuna area, ed i tempi di lavorazione, questi ultimi distinti secondo due fasi di consegna, la fase 1 con orizzonte temporale previsto entro il 2025 (circa 12 mesi per le realizzare le lavorazioni) e la fase 2 con orizzonte temporale più avanzato nel tempo (circa 24 mesi in più di attività lavorative).

Tabella 5.2: Lavorazioni previste per ogni area di intervento

Area	Descrizione	Tecnica di riempimento	Fase di consegna	Interventi previsti	
	Area 1	Banchina Molo Claudio	All'asciutto	Fase 1	Riempimento all'asciutto Dreni maglia 2x2m per consolidazione a 8 mesi Pre carica dovuta all'abbassamento di falda
	Area 2a e 2b	Piazzali, parcheggi del Molo Marina lato corto	All'asciutto	Fase 1	Riempimento all'asciutto. 2a: Dreni maglia 2x2 per consolidazione a 8 mesi 2b: Dreni maglia 3x3m per consolidazione a 13 mesi Pre carica dovuta all'abbassamento di falda
	Area 3	Banchina Molo Traiano	In acqua	Fase 2	Riempimento in acqua Dreni maglia 3x3m per consolidazione a 13 mesi
	Area 4	Riempimento zona bilancioni	In acqua	Fase 2	Riempimento in acqua Dreni maglia 3x3m per consolidazione a 13 mesi
	Area 5	Riempimento tra linea di costa e Molo Marina, lato lungo	In acqua	Fase 2	Riempimento in acqua Dreni maglia 3x3m per consolidazione a 13 mesi Pali in ghiaia
	Area 6 e 6a	Piazzali, parcheggi Terminal e struttura Terminal	All'asciutto	Fase 1	Riempimento all'asciutto Dreni maglia 2x2m per consolidazione a 5 mesi 6a: anche Rilevato di pre carica
	Area 5a	Struttura Circular	In acqua	Fase 2	Riempimento in acqua Dreni maglia 3x3m per consolidazione a 13 mesi Rilevato di pre carica Pali in ghiaia
	Area 5b	Struttura Hotel	In acqua	Fase 2	Riempimento in acqua Dreni maglia 3x3m per consolidazione a 13 mesi Rilevato di pre carica Pali in ghiaia

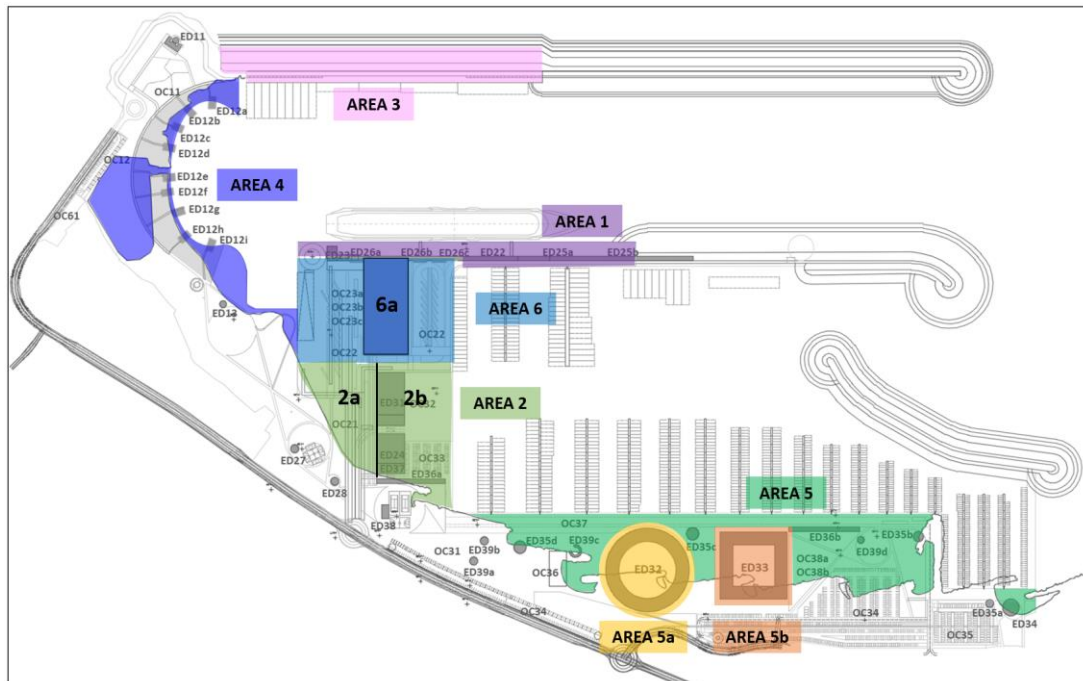


Figura 5-15: Planimetria delle aree di intervento

Per ognuna delle aree sono state definite le caratteristiche degli interventi di consolidamento necessari a raggiungere gli obiettivi del progetto, garantendo la funzionalità delle opere nei tempi previsti dal cronoprogramma di realizzazione.

Gli interventi individuati sono strettamente necessari perché tutti i terreni che ricadono nel volume significativo delle diverse opere presentino le caratteristiche meccaniche, di rigidità e resistenza, richieste per il soddisfacimento delle verifiche imposte dalla Normativa vigente e dalle prestazioni previste per le opere in progetto.

La natura dei terreni provenienti dai dragaggi impone l'adozione di una varietà di interventi di consolidamento che comprendono, dreni verticali con interassi variabili da zona a zona, realizzazione di colonne di ghiaia, rilevati di precarica e riduzione temporanea del livello dell'acqua per incrementare gli effetti del precarico applicato.

In base all'articolazione degli interventi, procedendo area per area, sono stati stimati i cedimenti ed i relativi tempi di attesa.

La complessità delle lavorazioni previste e conseguentemente anche quella della previsione degli effetti degli interventi impone di procedere nella logica del metodo osservazionale, per il quale è la stessa Norma che prescrive l'uso sistematico del monitoraggio in corso di costruzione, in modo da potere controllare tutti i processi in atto e di anticipare la necessità di eventuali interventi correttivi, per raggiungere gli obiettivi del progetto nei tempi previsti.

Per maggiori dettagli sugli interventi di consolidamento si rimanda alla Relazione sui Consolidamenti P0031150-D-0-MP00-GI-REL-05_00.

5.2.3 Immersione in area marina oltre le 3 miglia nautiche

Per l'individuazione di un'area idonea oltre le 3 miglia nautiche dalla costa per l'immersione deliberata in mare di sedimenti marini, non gestibili altrimenti è stato effettuato un desk study (a cui si rimanda per maggiori dettagli: documento: P0031150-D-5-OM51-OM-REL-02_00 - Desk Study per l'individuazione del sito di immersione di sedimenti marini >3mn dalla foce del Tevere - Fiumicino (RM).

La necessità di inquadrare un sito nel litorale laziale è dovuta alla mancanza, al momento della stesura del presente studio, di aree già autorizzate dalla Regione Lazio idonee all'immersione di sedimenti marini.

Il Desk Study è stato redatto in conformità con le indicazioni normative vigenti, in particolare quelle previste dall'allegato Tecnico del Decreto Ministeriale 173/2016 "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per

l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini". Si sottolinea come l'ubicazione individuata per il sito di immersione in questa fase ha carattere di screening e non definitivo.

Per la stesura del Desk Study si è fatto affidamento a dati bibliografici provenienti da numerose fonti, tra cui si annoverano: la normativa nazionale, studi pubblicati da Enti nazionali di rilievo quali ARPA o ISPRA, pubblicazioni scientifiche nazionali ed internazionali e database online nazionali ed europei.

Il documento, a seguito di una breve introduzione sulla normativa seguita e il metodo di ricerca adottato, comprende una rassegna di tutti i livelli informativi (layer) inclusi per la costruzione del modello dell'area potenziale ed il procedimento di sovrapposizione sequenziale (overlaying) adottato per l'individuazione del sito di immersione.

Infine, il documento include anche una proposta di piano di caratterizzazione del sito individuato.

5.2.3.1 Localizzazione delle aree di immersione

Il presente paragrafo si focalizza sulla modalità di immersione che verranno adottate presso l'area di immersione a mare di cui verrà richiesta l'autorizzazione.

Come riportato nel citato Desk Study per l'individuazione del sito di immersione di sedimenti marini > 3mn dalla foce del Tevere, il sito deve essere dimensionato in funzione dei volumi di materiale da immergere, considerando un ricoprimento teorico medio massimo pari a 5 cm. Inoltre, la forma del sito di immersione deve essere definita secondo geometrie regolari suddivisibili in Subaree Unitarie di superficie pari a 1 MN quadro (MNq), nelle quali differenziare temporalmente i volumi di materiale da immergere.

Visti i volumi previsti da gestire per mezzo di immersione deliberata a mare, pari a ca. 500.000 mc (progettualmente stimati in 518.000 mc), e considerando la prescrizione normativa vigente dello spessore di ricoprimento teorico pari a 5 cm (che comporta ca. 172'000 massimi teorici per ogni maglia), è necessario riservare ca. 3 MNq, il che si traduce in n.3 maglie unitarie da 1 MNq ciascuna.

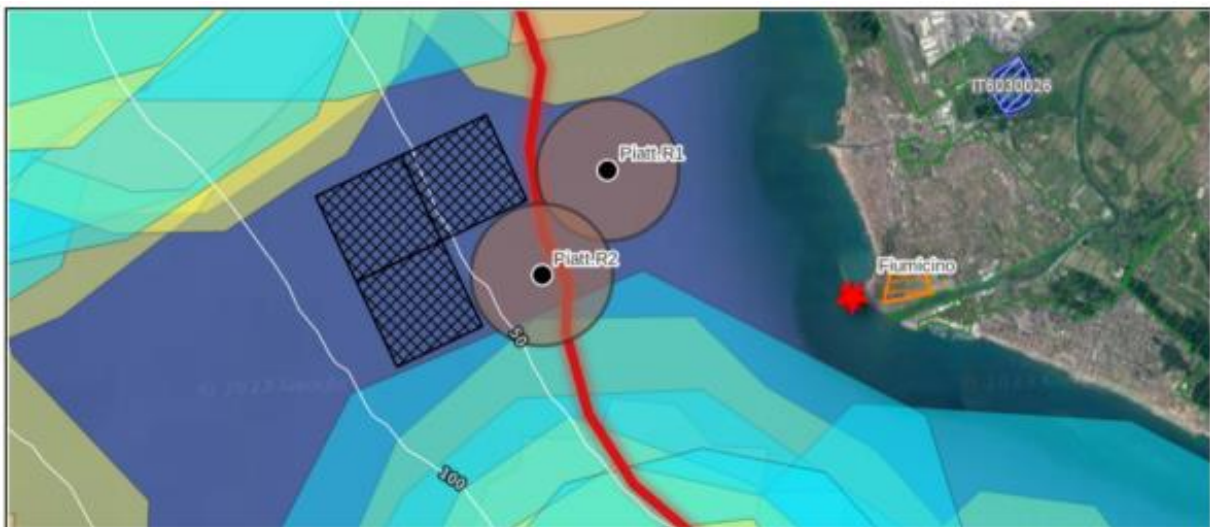


Figura 5-16: Posizionamento del sito di immersione composto da n.3 maglie di 1MNq

Pertanto, la migliore ubicazione possibile risulta quella di cui alla seguente Figura, all'interno del "corridoio" a bassa o nulla densità di specie ittiche di pregio, ovvero oltre le 3 MN ed all'esterno delle aree di rispetto delle piattaforme presenti al largo di Fiumicino. Figura 43 – Posizionamento del sito di immersione composto da n.3 maglie da 1 MNq. Con questa posizione l'area è interamente ricompresa entro la batimetria dei 100 m ed il sito di immersione risulta più prossimo possibile all'area di dragaggio, così da minimizzare i costi del trasporto (e gli impatti ambientali di un trasporto su distanze maggiori). Alternativamente, nel caso in cui il DM 173/2016 andasse incontro alle modifiche normative citate in precedenza sulla base delle indicazioni dell'Osservatorio Esperto, sarà possibile ridurre il sito di immersione a solamente n.2 maglie quadre di lato 1 MN e finanche ubicare l'intero sito di immersione entro la batimetria dei 50 m, delimitando con maggior dettaglio le aree di riproduzione individuate, semplificando significativamente le attività di caratterizzazione da effettuare ed il successivo monitoraggio dell'opera.

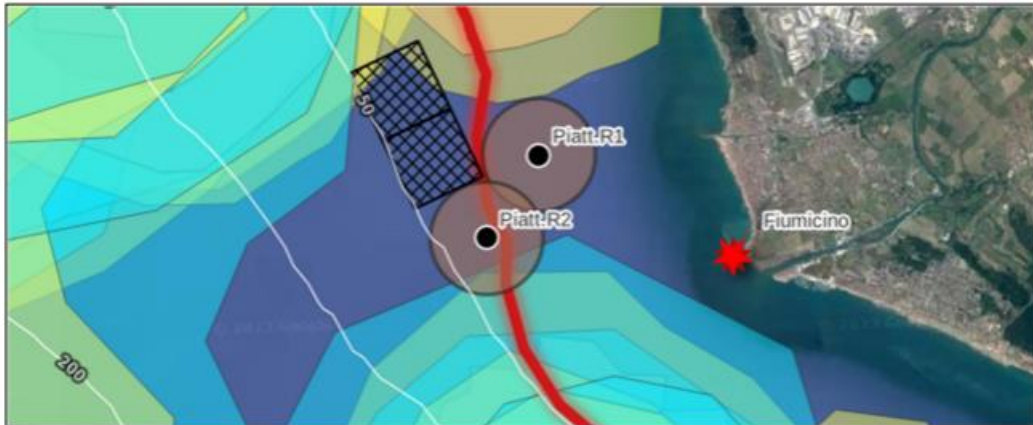


Figura 5-17: Opzione di posizionamento sito di immersione nel caso di riduzione a n.2 maglie per inclusione delle modifiche proposte al DM 173/2016 dal relativo Osservatorio Esperto

Come si vede dalle figure precedenti, la rotta più semplice per raggiungere le aree di deposito va a intersecare l'area di pertinenza delle due piattaforme offshore. Le rotte scelte dalle draghe dovranno quindi evitare tali aree e dovranno passare necessariamente all'esterno delle stesse, come mostrato dalla figura seguente:

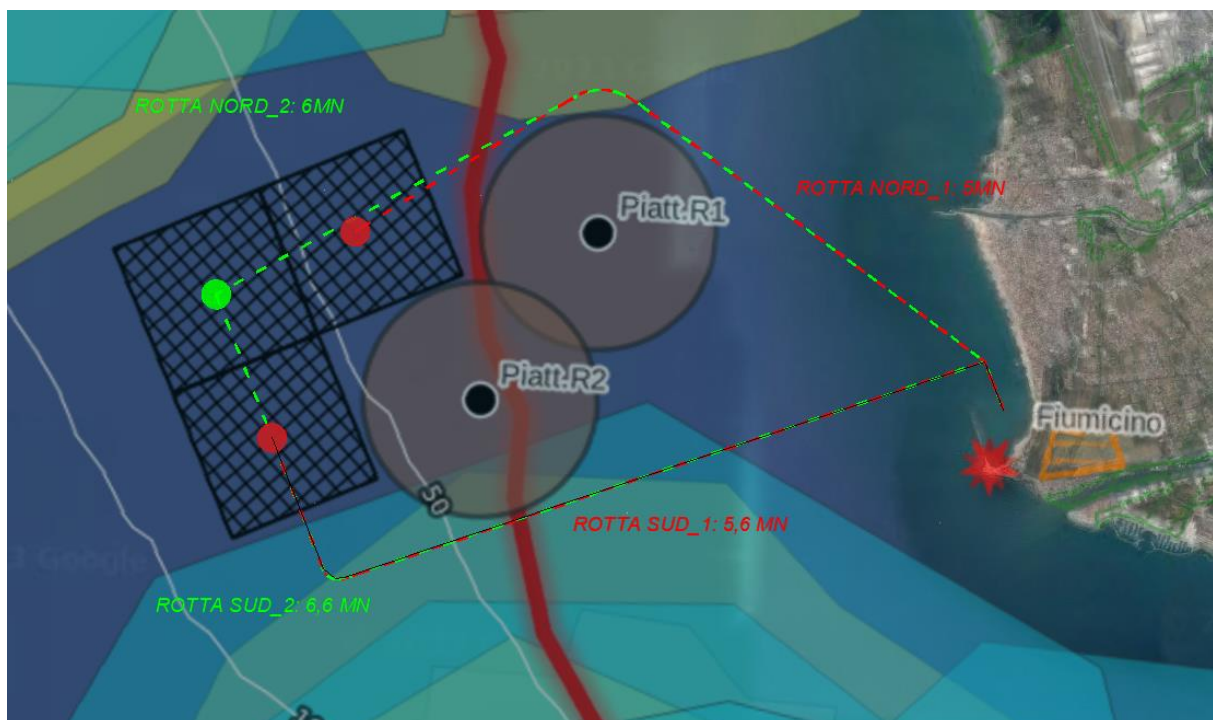


Figura 5-18: Rotte dal sito di dragaggio al sito di immersione (con rispetto del vincolo imposto dalle piattaforme petrolifere)

Le rotte Nord_1 e Sud_1 sono quelle di arrivo al centro delle aree di immersione più vicine, mentre Nord_2 e Sud_2 al centro di quella più distante. Come prescritto nel "Regolamento per le operazioni ai terminali petroliferi nella Rada di Fiumicino" della Capitaneria di Porto di Roma, all'articolo 2 (Zone di rispetto intorno alle piattaforme), non è consentito il passaggio all'interno delle fasce di rispetto delle due piattaforme, individuate come segue:

ZONA DI RISPETTO INTORNO ALLE PIATTAFORME

Sono individuate due zone di rispetto attorno alle piattaforme petrolifere:

- a) la zona Romeo uno compresa in un cerchio di raggio 0,75 miglia avente come centro la piattaforma R1;
- b) la Zona Romeo due compresa in un cerchio di raggio 0,75 miglia avente come centro la piattaforma R2.

Figura 5-19: Estratto del Regolamento della Capitaneria di Porto Roma

Tali fasce, individuate in Figura 5-18, non vengono attraversate dalle rotte teoriche della draga che risultano essere le più brevi e funzionali all'immersione in mare dei sedimenti.

5.2.3.2 Piano di caratterizzazione dei siti di immersione

Il piano di caratterizzazione del sito di immersione è stato elaborato da parte di Fiumicino Waterfront (ref. P0031150-D-5-OM-REL-02_00) di cui si riportano i punti più salienti e a cui si rimanda per maggiori dettagli.

La caratterizzazione del sito d'immersione e delle aree di controllo, secondo il capitolo 3.1.1 dell'AT al DM 173/2016 il piano di indagine e campionamento di sedimenti superficiali deve prevedere:

- il posizionamento di un numero di stazioni non inferiore a n.3 per siti di immersione con superficie minore di 2 MNq ;
- il posizionamento di un numero di stazioni non inferiore a n.2 per ogni MNq per siti di immersione con superficie maggiore di 2 MNq ;
- il posizionamento di un numero di stazioni non inferiore a n.3 per ogni MNq nelle aree di controllo.

Sono individuate all'interno di ciascuna delle maglie (di immersione e di controllo) un adeguato numero di stazioni di campionamento, che in totale ammontano a n.12 (n.6 per il sito di immersione e n.6 per le aree di controllo).

La tipologia di indagini ambientali da effettuare sulle stazioni individuate nelle maglie è riportata nei capitoli 3.3.1 e 3.3.3 dell'AT al DM 173/2016. Le indagini di caratterizzazione ambientale illustrate a seguire potranno poi fungere anche da punto di partenza per le indagini di ante operam per la prima fase del monitoraggio che sarà associato all'opera di immersione.

Le indagini saranno svolte seguendo le indicazioni riportate nel documento "Metodologie Analitiche di Riferimento", redatto da ICRAM nell'ambito del Programma di Monitoraggio per l'Ambiente Marino Costiero 2001-2003.

Sulla base dei dati ottenuti riguardo il sedimento e la colonna d'acqua verrà poi redatto il report di caratterizzazione del sito di immersione e delle aree di controllo.

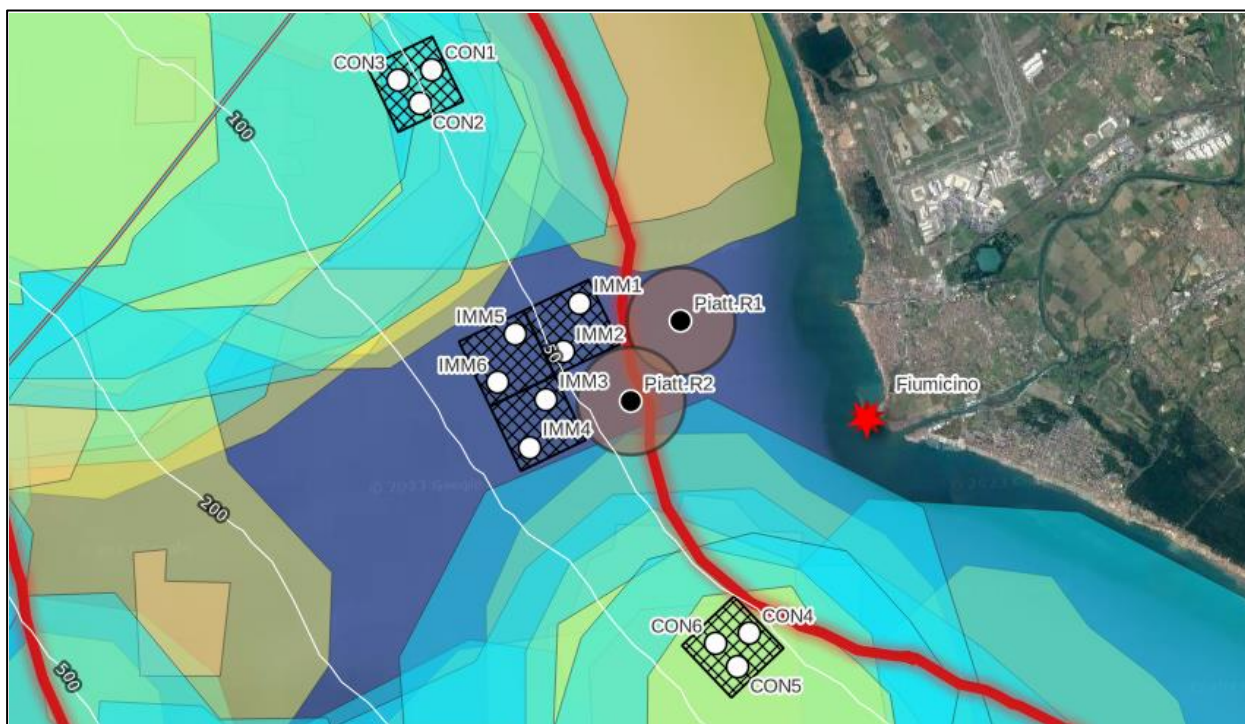


Figura 5-20 – Posizione delle stazioni di campionamento e caratterizzazione all'interno delle varie maglie.

Le coordinate per le stazioni di campionamento sono riportate nella seguente tabella. Il sistema impiegato è quello delle coordinate proiettate UTM su WGS 84, fuso 32 (codice identificativo EPSG:32632), conformemente con quanto indicato nel capitolo 3.1.1 dell'AT.

Tabella 5.3: Coordinate UTM WGS 84 fuso 32 delle stazioni di campionamento previste per la caratterizzazione

ID	Lat	Long	ID	Lat	Long
IMM1	41.7733409457721	12.1358960815764	CON1	41.8287487717292	12.09244670354
IMM2	41.7623785280307	12.1301165118695	CON2	41.8212123839415	12.08837057165
IMM3	41.7514157338818	12.1243390089187	CON3	41.826665729855	12.0819400728219
IMM4	41.7404525636585	12.1185635711517	CON4	41.6953757606238	12.1843370241758
IMM5	41.7667040763099	12.11547349614	CON5	41.6878425687887	12.1802597367134
IMM6	41.7557404799359	12.1096980111023	CON6	41.6933004434081	12.1738499710768

5.2.3.3 Modalità di immersione dei sedimenti

L'estensione dell'area è stata scelta per allocare, secondo i criteri stabiliti, ca. 500.000 mc (progettualmente stimati in 518.000 mc) di sedimenti.

Per questa porzione del dragaggio, si prevede di utilizzare draghe TSHD – Trailer Suction Hopper Dredger, ovvero le draghe a strascico aspirante, auto-caricanti, auto-refluenti (Par. 5.1.2). Uno o due tubi di aspirazione vengono abbassati sul fondale marino e la testata di dragaggio viene trascinata sul fondo. Un sistema di pompe aspira una miscela di terreno e acqua e la scarica nella stiva della nave. La nave completamente carica naviga verso il sito di scarico, dove il materiale viene depositato sul fondale marino tramite portelli sul fondo ("bottom doors").

Conformemente a interventi simili eseguiti in passato in altri siti di immersione, si prevedere di utilizzare principalmente il sistema di scarico controllato mediante aperture delle portine di fondo della draga (dumping), illustrato in Figura 5-21.



Figura 5-21: Rilascio del materiale sul fondale marino (dumping)

Una volta completato il carico e recuperata la tubazione di dragaggio a bordo e messa in sicurezza (o le tubazioni nel caso siano due ed entrambi utilizzate), la draga si dirige verso il punto di scarico che nello specifico di tratta d'immersione del sedimento in mare mediante apertura delle portine di fondo. Una volta all'interno dell'area, procedendo a velocità ridotta, procede all'apertura delle portine di fondo in maniera graduale al fine di rilasciare e distribuire il materiale sul fondale in maniera regolare e uniforme.

In particolare, in prossimità dell'arrivo in area d'immersione, la draga riduce la velocità e si dirige verso le box (come si chiamano nel gergo delle imprese di dragaggio le celle in cui l'area di deposito è suddivisa) identificate per lo scarico. Al fine di garantire una distribuzione uniforme dei sedimenti sul fondale marino, infatti, la draga scarica all'interno di box ben definiti e prestabiliti. I box sono definiti in modo da contenere un carico ciascuno; quindi, di ciascun scarico viene registrato il box di destinazione e quest'ultimo non verrà più utilizzato. Lo scarico avviene a velocità minima con apertura graduale delle c.d. portine di fondo.

Riportiamo in seguito (Figura 5-22) un esempio di maglia utilizzata per l'immersione di sedimenti in mare.

Le dimensioni e il numero delle box vengono determinati da ditte specializzate in base a diversi fattori, tra cui le specifiche della draga e le profondità del sito di immersione, che nel nostro caso variano tra -30 e -80 metri slmm. Sulla base di tali parametri, vengono stabilite le velocità di navigazione e di apertura delle portine di fondo.

In particolare, si dimensionano le celle di scarico definendone le aree come $2 \times$ lunghezza della draga \times $2/3$ larghezza della draga. In questo modo, grazie ai raffinati strumenti di geolocalizzazione, è possibile distribuire uno spessore sulle celle, conforme ai criteri delle linee guida in materia di immersione in mare (e s.m.i.), in termini di modalità e quantità.

È fondamentale controllare la velocità dello scarico per limitare la risospensione del materiale. La ditta incaricata deve trovare un equilibrio tra il rispetto dei criteri ambientali riguardanti la risospensione e la necessità di effettuare uno scarico completo del materiale. In presenza di materiale limo-argilloso, soprattutto durante lo scarico controllato, esiste il rischio che una parte del carico residuo rimanga nella stiva della draga. Se questo materiale

non viene adeguatamente rimosso ad ogni ciclo, la quantità può aumentare, comportando un aumento dei viaggi e quindi dell'impatto ambientale dell'intervento (circo stanza che deve essere assolutamente evitata).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	7.465	7.373	7.719	7.126	6.795	7.157	7.023	0	6.055	5.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	8.032	7.485	7.332	7.800	7.219	5.940	6.008	0	0	5.590	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	7.668	7.729	7.475	7.699	6.691	6.511	6.694	976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	7.404	7.137	7.608	6.544	7.260	5.361	6.300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	7.465	7.404	5.739	7.961	6.805	4.078	5.966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	4.946	5.917	6.583	6.055	4.802	5.649	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	6.130	6.854	4.813	5.124	6.463	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H	4.738	6.443	6.294	6.190	5.026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	5.428	6.071	6.210	6.302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	5.938	6.697	0	0	0	0	0	0	0	7.013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	5.520	2.816	0	0	0	0	0	0	0	6.492	6.836	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.873	6.930	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.250	6.823	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 5-22: Box per lo scarico

6 PIANO DI MANUTENZIONE DELLE AREE DI DRAGAGGIO

6.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Articolo 21 della Legge 31 luglio 2002, n. 179;
- Articolo 109 del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;
- Articoli 184 bis e 186 del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

6.2 MONITORAGGIO E CRITERIO DI DRAGAGGIO

Considerata la posizione del Porto di Isola Sacra, come documentato nello Studio di Impatto Ambientale (P0031150-D-0-MP00-AM-REL-01_01), nel corso del tempo il bacino portuale e il canale di accesso potranno essere soggetti a sedimentazione. Questo fenomeno è principalmente causato dal trasporto solido del Fiume Tevere, il quale, tuttavia, ha mostrato una tendenza decrescente nel corso degli anni (documento di Di Lazzaro ancora in bozza), rappresentando una delle principali cause dell'erosione costiera lungo le coste settentrionali della foce del Fiume stesso.

Per definire criteri di monitoraggio dei fondali e, se necessario, interventi di dragaggio, si prende innanzitutto in considerazione il tasso previsto di sedimentazione, come riportato nello Studio Morfodinamico (P0031150-D-0-OM00-RS-REL-05_01), dettagliato nella tabella seguente.

Tabella 6.1: Stime dei Tassi di Sedimentazione nelle diverse aree

Area di Dragaggio	Profondità del Dragaggio (m)	Tasso di Sedimentazione (m ³ /h/m)	Tempo per 1 m di Sedimentazione Media (mesi)	Tasso medio annuo di sedimentazione (m/anno)
Yacht La Marina	4.5	0.0523	48	0.20
Canale Interno – Imboccatura Portuale e "Superyacht and Cruise Marina"	11.5	0.0628	40	0.30
Bacino di Evoluzione	12.0	0.0209	120	0.10
Canale di Accesso	12.0	0.0209	120	0.10

Ai fini dell'attività portuale, le profondità di progetto sono state scelte in modo da poter tollerare, in media, una sedimentazione di circa un metro, senza compromettere significativamente ingressi e uscite delle varie tipologie di imbarcazioni.

Pertanto, il criterio per l'avvio di un dragaggio manutentivo, durante l'operatività del porto, sarà il raggiungimento di uno spessore di sedimentazione di un metro in un'area individuata come significativa, dove monitorare l'evoluzione dei fondali e condurre regolari rilievi batimetrici.

Sulla base di queste considerazioni, i criteri, le modalità e la frequenza dei monitoraggi pianificati sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 6.2: Criteri, modalità e intervalli di monitoraggio previsti

Parte d'opera	Tipo di ispezione	Modalità	Cadenza
Canale d'accesso e bacino di evoluzione	Verifica della profondità e larghezza di progetto	Rilievo batimetrico con strumentazione multibeam e confronto con i rilievi precedenti	Bi annuale (tendenzialmente a settembre e a maggio)
Bacino Traiano	Verifica della profondità di progetto		Bi annuale (tendenzialmente a settembre e a maggio)
Bacino Claudio	Verifica della profondità di progetto		Annuale
Area di conferimento o offshore	Verifica della profondità di progetto e capienza residua		Quando necessario

6.3 CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DI DRAGAGGIO

Il materiale da dragare verrà caratterizzato, secondo quanto prevede la normativa vigente, in maniera del tutto analoga a quanto fatto per l'intervento di dragaggio di capital dredging ed incluso nel presente progetto (Ref. P0031150-D-0-MP00-AM-REL-15_00).

Al fine della caratterizzazione ambientale dell'area oggetto di indagine, saranno ragionevolmente allocate stazioni di campionamento sulla base dei punti di prelievo dei sedimenti. I campioni di sedimento saranno prelevati attraverso un carotiere a rotazione, e le carote prelevate, una volta estruse dal liner, saranno suddivise in varie sezioni, da un minimo di 2 ad un massimo di 5 parti, in base alla lunghezza della carota stessa.

I campioni raccolti saranno impiegati per le analisi chimiche, fisiche ed ecotossicologiche. In particolare; sulla base del D.M. 15/07/2016 No. 173, per ciascun campione saranno effettuate le seguenti analisi:

- **Analisi Fisiche:** granulometria.
- **Analisi Chimiche:** Mercurio, Cadmio, Piombo, Arsenico, Cromo, Cromo esavalente, Rame, Ferro, Nichel, Zinco, Alluminio, Vanadio, Idrocarburi C>12, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Policlorobifenili (PBC), Pesticidi organo clorurati, Composti organostannici, Sostanza Organica Totale.
- **Analisi Microbiologiche:** Coliformi fecali e totali, Streptococchi fecali (enterococchi), spore di clostridi solfito riduttori, salmonelle.
- **Analisi ecotossicologiche:** Saggio biologico su sedimento con *Corophium orientale*, saggio biologico con l'alga *Phaeodactylum tricorutum*, test di embriotossicità con *Crassostrea gigas*.

Nell'area oggetto di indagine potrà essere effettuato anche lo studio del popolamento bentonico e, a tal fine, in base alle attività previste, saranno posizionate le stazioni di campionamento. I campioni saranno prelevati mediante benna Van Veen. Una volta raccolto, il materiale sarà setacciato con setaccio da 0,5 mm. Gli organismi e il sedimento rimasto sul setaccio saranno raccolti in barattoli di plastica (HDPE) contenenti una soluzione di acqua marina al 7% di Cloruro di Magnesio (MgCl₂) allo scopo di narcotizzare e quindi rilassare gli animali. Successivamente, dopo circa un'ora, gli organismi saranno fissati con formaldeide tamponata diluita al 5% con acqua di mare e successivamente trasportati in laboratorio per le analisi.

6.3.1 Analisi dei dati fisici, chimici ed ecotossicologici

Nell'ambito della attività previste si provvederà alla classificazione della qualità dei sedimenti secondo i criteri stabiliti dal D.M. 173/2016. In particolare, per la definizione del pericolo chimico e del pericolo ecotossicologico dei sedimenti saranno effettuate analisi fisiche, chimiche ed ecotossicologiche dei sedimenti dragati e, i dati ottenuti

saranno raccolti in due matrici (stazioni x contaminanti e stazioni x saggi ecotossicologici) ed elaborati tramite software di riferimento.

La classificazione chimica si basa sull'indice *Hazard Quotient_chimico* (HQ_c) che considera la tipologia, il numero e l'entità dei parametri non conformi rispetto ai livelli chimici di riferimento (L1 e L2) riportati nella tab. 2.5 del D.M. 173/2016, mentre la classificazione ecotossicologica si basa su un giudizio di pericolo ecotossicologico (*Hazard Quotient_batteria*) che varia da Assente a Molto alto, elaborato dalla integrazione ponderata dei risultati dei saggi biologici impiegati.

Al pericolo chimico HQ_c e al pericolo ecotossicologico vengono assegnate delle classi di pericolo da assente a molto alto come riportato nella seguente tabella (da D.M. n.173/2016):

Tabella 6.3: Classificazione del pericolo chimico ed ecotossicologico

HQ chimica	HQ ecotossicologia	Classe di pericolo
0 - < 1.3	<1	Assente / Trascurabile
1.3 - < 2.6	≥1 – 1,5	Basso
2.6 - < 6.5	≥1,5 – 3,0	Medio
6.5 - < 13.0	≥3,0 – 6,0	Alto
≥ 13.0	≥6,0 – 10,0	Molto Alto

Successivamente, attraverso software di riferimento verrà individuata la Classi di qualità dei materiali di escavo mediante l'applicazione dei criteri di integrazione ponderata dei pericoli chimici ed ecotossicologici come rappresentato nella Tabella 6.4: Classi di qualità del sedimento del D.M. 173/2016 e di seguito riportata:

Tabella 6.4: Classi di qualità del sedimento

Classe di pericolo ecotossicologico elaborato per l'intera batteria (HQ _{Batteria})	Classificazione chimica	Classe di Qualità del materiale
Assente	HQ _c (L2) ≤ Trascurabile	A
	Basso ≤ HQ _c (L2) ≤ Medio	B
	HQ _c (L2) = Alto	C
	HQ _c (L2) > Alto	D
Basso	HQ _c (L1) ≤ Basso	A
	HQ _c (L1) ≥ Medio e HQ _c (L2) ≤ Basso	B
	Medio ≤ HQ _c (L2) ≤ Alto	C
	HQ _c (L2) > Alto	D
Medio	HQ _c (L2) ≤ Basso	C
	HQ _c (L2) ≥ Medio	D
≥ Alto	HQ _c (L2) ≤ Basso	D
	HQ _c (L2) ≥ Medio	E

La valutazione integrata prevede cinque classi di qualità con le rispettive opzioni di gestione che vanno dalla A alla E, dove la classe A corrisponde ai sedimenti di qualità ambientale più elevata mentre la E identifica la classe peggiore che prevede un'eventuale rimozione in sicurezza del sedimento dall'ambiente marino dopo la valutazione di rischio. Di seguito si riportano le opzioni di gestione compatibili con la classe di qualità del sedimento.

Tabella 6.5: Classi di qualità ed opzioni di gestione

Classe	Opzioni di gestione
A	<ul style="list-style-type: none"> . RIPASCIMENTO della spiaggia emersa con pelite $\leq 10\%$ o altro valore stabilito su base regionale; . RIPASCIMENTO della spiaggia sommersa con frazione sabbiosa prevalente; . IMMERSIONE DELIBERATA IN AREE MARINE NON COSTIERE (oltre 3 mn); . IMMERSIONE IN AMBIENTE CONTERMINATO MARINO COSTIERO.
B	<ul style="list-style-type: none"> . IMMERSIONE DELIBERATA IN AREE MARINE NON COSTIERE (oltre 3 mn) con monitoraggio ambientale; . IMMERSIONE IN AMBIENTE CONTERMINATO in ambito portuale incluso capping, con monitoraggio ambientale.
C	<ul style="list-style-type: none"> . IMMERSIONE IN AMBIENTE CONTERMINATO in ambito portuale in grado di trattenere tutte le frazioni granulometriche del sedimento, incluso capping all'internodi aree portuali con idonee misure di monitoraggio ambientale.
D	<ul style="list-style-type: none"> . IMMERSIONE IN AMBIENTE CONTERMINATO IMPERMEABILIZZATO, con idonee misure di monitoraggio ambientale.
E	<ul style="list-style-type: none"> . EVENTUALE RIMOZIONE IN SICUREZZA DELL'AMBIENTE MARINO DOPO VALUTAZIONE DI RISCHIO, secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

6.3.2 Analisi dei dati del macrobenthos

In laboratorio si provvederà all'analisi del macrobenthos dei campioni prelevati. In particolare, i campioni saranno sciacquati su un setaccio di maglia inferiore a 0,5 mm e quindi posti allo stereomicroscopio per l'individuazione e lo smistamento (*sorting*) degli organismi nei principali taxa animali. A seguito delle operazioni di *sorting* gli organismi saranno classificati, quando possibile, a livello di specie per la produzione finale di una matrice specie-stazione.

Per ogni stazione di campionamento saranno prodotte le liste faunistiche delle specie raccolte. Da ciascuna matrice specie-stazione si provvederà al calcolo, per ciascuna stazione, dei seguenti parametri strutturali della comunità bentoniche:

- numero di specie;
- numero di individui;
- indice di ricchezza specifica (Margalef, 1958);
- indice di equiripartizione o "evenness" (Pielou, 1966);
- indice di diversità specifica (Shannon e Weaver, 1949).

A valle della caratterizzazione e del controllo dei sedimenti, si provvederà alla definizione dei siti di conferimento degli stessi.

6.3.3 Destinazione del materiale di dragaggio

In base alla classificazione della qualità, i volumi di dragaggio saranno gestiti separatamente in conformità con le opzioni di gestione indicate nel punto 2.8 dell'AT al DM 173/2016, come avviene anche per il materiale associato al Capital Dredging nella fase progettuale attuale.

Considerando gli elevati standard ambientali adottati nel progetto e che saranno seguiti durante la costruzione e l'operatività del terminal, non ci si aspetta che le attività portuali generino ulteriori impatti sulla qualità dei sedimenti. Questo significa che la qualità del materiale sedimentato sarà principalmente influenzata dal suo percorso lungo il fiume Tevere. Per quanto riguarda l'utilizzo, verrà data priorità, ove possibile dal punto di vista ambientale, all'impiego dei materiali per il ripascimento delle spiagge in erosione.

È utile sottolineare il potenziale effetto positivo del porto e del canale di accesso come "trappola sedimentaria". Ovvero la presenza del porto garantisce, di per sé, che il (seppur poco) materiale che verrà trasportato dal Tevere nel corso degli anni verrà, qualora idoneo, effettivamente distribuito sugli arenili in erosione.

Se non fosse possibile intervenire con interventi di ricostruzione e rinaturalizzazione delle spiagge a causa di incompatibilità ambientale, si valuteranno altri utilizzi a terra, come sottoprodotto per il ripristino di suolo, la ricreazione del paesaggio, l'uso agricolo o come materiale da costruzione, sempre nel rispetto dei criteri stabiliti dalla normativa ambientale vigente nel momento dell'intervento.