



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico centro settentrionale

# IMPIANTO DI RECUPERO DI RIFIUTI NON PERICOLOSI COSTITUITI DA MATERIALI DI DRAGAGGIO

## VOLUME 2 PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO

FILE

CODICE

| Rev. | Data | Causale |
|------|------|---------|
| 0    |      |         |
| 1    |      |         |
| 2    |      |         |
| 3    |      |         |

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Giulia Minghetti

**RENCO**



## INDICE

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUZIONE .....</b>  | <b>2</b>  |
| 1.1      | SCOPO DEL DOCUMENTO.....   | 2         |
| <b>2</b> | <b>METODOLOGIA OPERATIVA.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>3</b> | <b>APPRONTAMENTO DELLA TUBAZIONE DI REFLUIMENTO .....</b>                    | <b>4</b>  |
| 3.1      | MEZZI UTILIZZATI.....  | 5         |
| 3.2      | INSTALLAZIONE DELLA TUBAZIONE.....   | 6         |
| 3.3      | INGOMBRO TUBATURA A TERRA.....   | 7         |
| <b>4</b> | <b>DRAGAGGIO.....</b>  | <b>8</b>  |
| 4.1      | PIANO DI DRAGAGGIO .....   | 8         |
| 4.2      | METODOLOGIA DI DRAGAGGIO .....   | 8         |
| <b>5</b> | <b>TRASPORTO IN NAVIGAZIONE DEL MATERIALE DI RISULTA.....</b>                | <b>10</b> |
| <b>6</b> | <b>REFLUIMENTO DEL MATERIALE NELLA CASSA DI COLMATA NADEP CENTRALE .....</b> | <b>10</b> |
| 6.1      | PROCEDURA STANDARD PER L'ACCOPPIAMENTO DRAGA-TUBATURA GALLEGGIANTE .....     | 10        |
| 6.2      | COLLAUDO TUBAZIONE .....   | 13        |
| 6.3      | MONITORAGGIO .....   | 14        |
| <b>7</b> | <b>ALLEGATI .....</b>  | <b>14</b> |

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione ha lo scopo di descrivere le modalità operative, le procedure attuative nonché le tempistiche per l'esecuzione delle attività di dragaggio idraulico dei fondali del porto di Ravenna e del successivo refluimento dei materiali di risulta nella cassa di colmata denominata NADEP Centrale ubicata nella zona della lottizzazione Ovest Piomboni, in località Trattaroli Est.

## 2 METODOLOGIA OPERATIVA

Posto che le autorizzazioni di rito all'esecuzione dei lavori di dragaggio saranno regolamentate dai singoli enti preposti, le lavorazioni sono di seguito riepilogate.

(Fig. 1 e Fig. 2 di dettaglio cassa NADEP):



Figura 1 – Individuazione fasi operative

1. Approntamento del cantiere e della tubazione di refluimento;
2. escavo dei fondali del porto di Ravenna (indicata una generica area di intervento in porto);
3. trasporto in navigazione del materiale di risulta;
4. refluimento diretto in cassa di colmata del predetto materiale



*Figura 2 – Dettaglio Cassa NADEP Centrale*



### **3 APPRONTAMENTO DELLA TUBAZIONE DI REFLUIMENTO**

Per refluire in colmata il materiale di risulta dall'escavo la draga impiegata per l'intervento è fornita di una linea fissa a prua (Fig. 3) che viene collegata, al momento dell'arrivo, ad una linea di inoltro verso terra. L'operazione di aggancio viene predisposta con l'ausilio di un mezzo marittimo e richiede qualche minuto.



*Figura 3 – Draga autocaricante – Linea di refluento fissa di prua*

La linea di refluento (Fig. 4) così ottenuta consta pertanto di un tratto in acqua, galleggiante e flessibile, a cui si aggancerà la draga, e di un tratto a terra fino a raggiungere il punto, in colmata, da cui verrà sversato il materiale.





*Figura 4 – Linea di refluimento*

### **3.1 MEZZI UTILIZZATI**

#### **3.1.1 Mezzi marittimi**

Per l'esecuzione dei lavori saranno utilizzate le seguenti attrezzature marittime o similari:

- Draga autocaricante aspirante refluyente (TSHD);
- Multicat (o similare). Agirà come mezzo navale di assistenza per l'equipaggiamento marittimo primario e nella fattispecie l'accoppiamento tubazione in acqua con il sistema di refluimento.

#### **3.1.2 Mezzi terrestri**

Per la predisposizione a terra della tubazione di refluimento si impiegheranno le seguenti attrezzature terrestri:

- Escavatori idraulici – CAT 330 o simili. Gli escavatori saranno utilizzati per lo spostamento e il posizionamento delle condotte di bonifica (Fig. 5).
- Pale gommate – CAT 980 o simili. Le pale gommate trasporteranno le tubazioni di bonifica intorno al sito.



*Figura 5 - Esempio di escavatore al lavoro per l'assemblaggio della linea di terra (tubatura rigida)*

### 3.2 INSTALLAZIONE DELLA TUBAZIONE

Per il refluimento dei materiali dragati sarà utilizzata una tubazione galleggiante, dal collegamento della draga (connessione a prua) al punto d'inizio della tubatura rigida e quindi una tubazione a terra in acciaio fino alla relativa area di conferimento in colmata NADEP Centrale.

Le tubature verso l'area di refluimento a terra saranno costituite principalmente da tubi in acciaio m con lunghezze standard di 12 m e un diametro esterno di 750-1000 mm.

Diramazioni, valvole e curve verranno utilizzate per creare ulteriori diramazioni o per superare eventuali dislivelli. I tubi dritti, i tubi di derivazione, le curve, le valvole, ecc. hanno tutti flange alle due estremità, cosa che consente loro di essere reciprocamente collegati mediante bulloni e dadi in acciaio. Le guarnizioni (cartone, gomma o plastica) assicurano la tenuta dei collegamenti bullonati. Il caposquadra di colmata ispeziona regolarmente la tenuta degli accoppiamenti flangia-flangia.



### 3.3 INGOMBRO TUBATURA A TERRA

Di seguito è riportata una rappresentazione schematica dell'area necessaria per l'installazione della condotta.



Dove:

**A** rappresenta la larghezza totale necessaria per l'accoppiamento dei tubi. La larghezza può variare a seconda dell'attrezzatura utilizzata. È richiesta una larghezza minima di 10 m.

**B** rappresenta lo spazio libero che deve essere lasciato dopo aver completato l'accoppiamento dei tubi. La larghezza ideale dovrebbe essere di 4 m (1.5 m per lato + 1 m al massimo di spessore della tubatura).

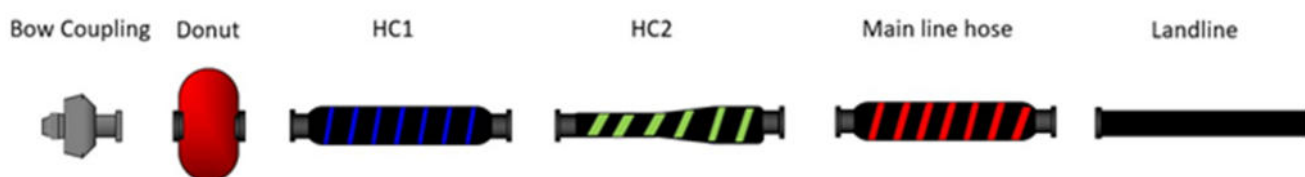


Figura 6 – Schema generale di una tubatura per refluento draga-colmata completa



## 4 DRAGAGGIO

### 4.1 PIANO DI DRAGAGGIO

Preventivamente all'inizio del dragaggio si predisporrà un piano di dragaggio nel quale l'area da trattare sarà suddivisa secondo un preciso reticolo; detto piano verrà distribuito all'unità operativa che eseguirà l'attività in bacino, nella quale apposito software di gestione consentirà di visualizzare in tempo reale la mappa della zona, la posizione del mezzo operativo ed altri parametri quali coordinate GPS, rotta ed eventuali scostamenti rispetto alla zona di escavo.

L'unità sarà dotata di un sistema di posizionamento che consente l'acquisizione in tempo reale della posizione visualizzandola nel monitor di bordo, in modo da garantire una precisione assoluta nella fase di posizionamento ed escavo.

### 4.2 METODOLOGIA DI DRAGAGGIO

L'attività di dragaggio idraulico prevede l'impiego di una draga autocaricante autopropulsa aspirante refluyente (indicata con il n. 3 in Fig. 7) che opererà all'interno delle aree come da piano di dragaggio. Appare doveroso rilevare che l'accuratezza delle operazioni consentirà eventuali rapidi spostamenti in caso di interferenza con il traffico marittimo, soprattutto nell'area del bacino di evoluzione.

Il metodo impiegato da una draga autocaricante ("Trailing Suction Hopper Dredger") consiste nel passare ripetutamente nella zona prescelta per il prelievo abbassando l'elinda (indicata con il n.2 in Fig. 7) fino a permettere che questa sia in contatto con il fondo.

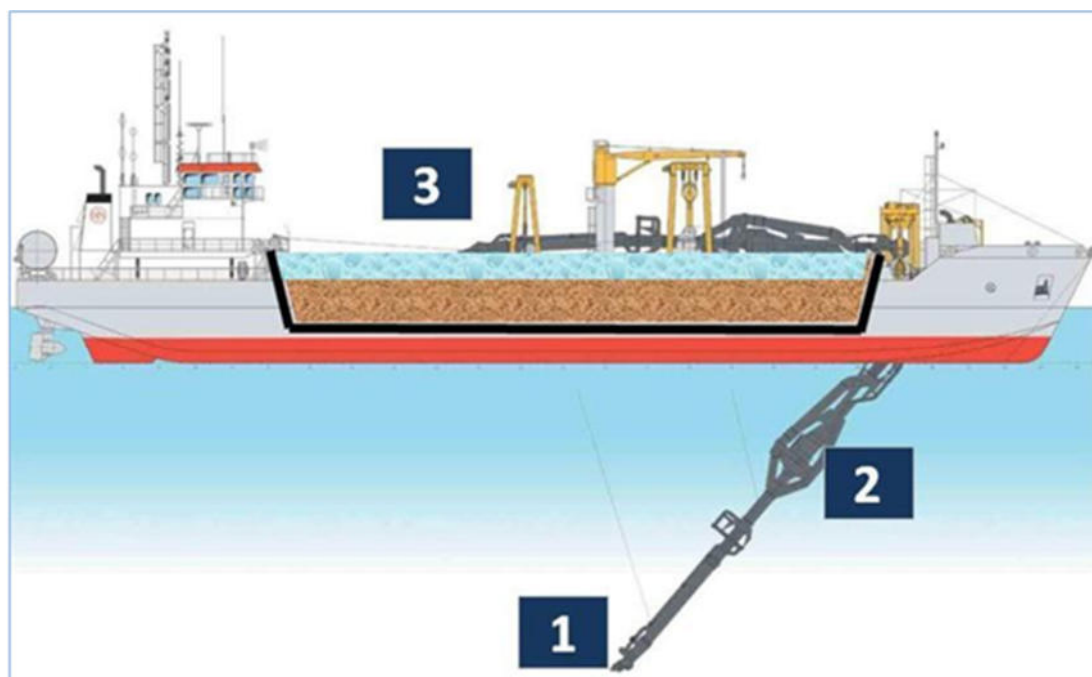


Figura 7 – Schema di una draga autocaricante aspirante refluyente (TSHD)

La velocità con cui si eseguono queste passate di dragaggio risulta contenuta a 1 - 3 nodi.

Le passate sono rettilinee ed una volta superata la zona prescelta, l'elinda viene sollevata dal fondo per permettere l'evoluzione della draga al fine di prepararsi ad una nuova passata.

Il contatto con il fondo avviene con la crepine (indicata con il n. 1 in Fig. 7 e dettagliata in Fig. 8), ossia l'ultimo tratto dell'elinda: essa si presenta come una testa dragante ed è dotata di alcuni denti, del tipo impiegato sugli escavatori, rivolti verso il fondo, per permettere di incidere sul banco sabbioso qualora questo risultasse, in alcuni punti, particolarmente compatto.

La crepine è dotata inoltre di un sistema di circolazione d'acqua ad alta pressione che, a seconda del numero di ugelli aperti/chiusi, possono raggiungere una pressione di 12-15 atm.

Insufflando acqua ad alta pressione si ottengono due risultati: migliorare la frantumazione degli strati duri superficiali e premiscelare i sedimenti con l'acqua di mare in fase di aspirazione.

Per permettere di operare anche con un certo moto ondoso, la draga è predisposta con un compensatore d'onda applicato ai verricelli dell'elinda.



Figura 8 – Elinda di una draga TSHD

In tal modo, anche con un moto ondoso di 2-3 m, la testa dragante rimane aderente al fondo svincolando le oscillazioni della draga dai movimenti dell'elinda.

La linea aspirante, ovviamente in depressione, può essere asservita da una o più pompe idrauliche, che possono essere vicendevolmente collocate all'interno della draga o posizionate sull'elinda stessa. Tale ultima soluzione risulta vantaggiosa in quanto i valori che si ottengono per la prevalenza in aspirazione divengono tali da permettere di aumentare considerevolmente la concentrazione della miscela acqua-sabbia e quindi di riempire il pozzo di carico in tempi ridotti.

Il deposito del sedimento nel pozzo di carico della draga permette di evitare qualsiasi fuoriuscita del materiale sia durante la fase di escavo sia nel successivo trasporto lungo il Canale Candiano.

Per motivi di sicurezza, l'unità operativa sarà in costante contatto radio VHF con l'Autorità Marittima competente.

## **5 TRASPORTO IN NAVIGAZIONE DEL MATERIALE DI RISULTA**

Le operazioni di dragaggio e trasporto del materiale di risulta saranno svolte dalla medesima unità operativa: la draga autocaricante, per sua prerogativa, consente di trasportare il materiale di risulta dalla zona di escavo, lungo il Canale Candiano e la piallassa Piomboni, direttamente alla cassa di colmata nel quale dovrà essere conferito.

Appare doveroso sottolineare che, grazie all'impiego di una draga autocaricante non è necessario alcun conferimento temporaneo di materiale in area intermedia tra il bacino di escavo e la colmata di destinazione.

Il materiale scavato dai fondali verrà trasportato nel pozzo di carico a tenuta della draga autocaricante senza alcuna dispersione nel corpo idrico del Canale Candiano o della piallassa Piomboni, e verrà refluito direttamente nella cassa di colmata appositamente allestita.

Il tragitto lungo il Canale Candiano, utile a coprire la distanza fino alla cassa di colmata, sarà percorso nell'assoluto rispetto delle prescrizioni in merito alla sicurezza della navigabilità sia nell'ambito del Canale Candiano stesso sia nella zona della piallassa Piomboni, in prossimità del cerchio di evoluzione, in modo da non ostacolare il normale traffico marittimo.

## **6 REFLUIMENTO DEL MATERIALE NELLA CASSA DI COLMATA NADEP CENTRALE**

La draga autocaricante aspirante refluyente provvederà a refluire il materiale direttamente nella cassa di colmata NADEP Centrale, ubicata a Ravenna, in zona lottizzazione Ovest Piomboni.

Il materiale di risulta, che all'origine è una miscela di acqua e sabbia, verrà refluito dalla draga nella cassa di colmata NADEP Centrale mediante apposita tubazione, sia galleggiante, nel primo tratto in piallassa, sia fissa, montata a terra e lungo il perimetro dell'Area denominata "Ex- Carni",

### **6.1 PROCEDURA STANDARD PER L'ACCOPIAMENTO DRAGA-TUBATURA GALLEGGIANTE**

La connessione tra una draga autocaricante aspirante e una tubatura galleggiante consiste in una connessione "femmina-maschio". Per cui la parte femmina è rappresentata dal giunto a prua e la parte maschio dal "click-in", che è fissato all'estremità della tubazione galleggiante.

Generalmente, la TSHD si avvicina alla condotta galleggiante a velocità ridotta, in uno specchio acqueo ove è possibile mantenere la nave in una posizione fissa, mediante il supporto di uno o più rimorchiatori (Multicat) di assistenza, utilizzando una o più ancore o mediante una combinazione di metodi. Una volta posizionata, la nave di assistenza si avvicinerà alla prua e con un sistema di cavi 'consegnerà' la linea di tubazione galleggiante alla draga.

Una volta espletati questi collegamenti, la linea galleggiante verrà accoppiata maneggiando il cavo di sollevamento, che viene collegato all'estremità maschio della tubazione galleggiante (click- in). La

draga solleverà la linea e tirerà la linea galleggiante e l'estremità maschio (click-in) verso l'accoppiamento femmina. Una squadra dell'equipaggio supervisionerà l'operazione e comunicherà di conseguenza con il ponte.

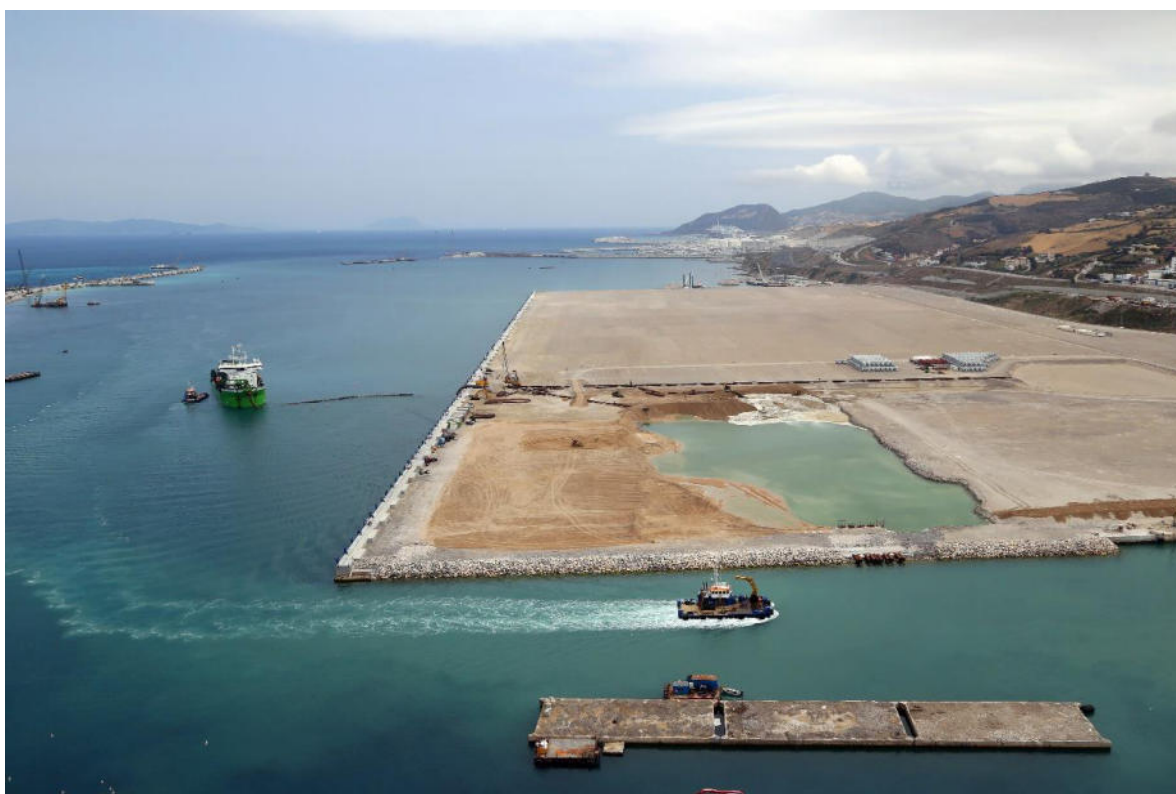
Completate tali operazioni, possono iniziare le attività di pompaggio.

Di seguito sono riportati alcune foto che rappresentano il collegamento della linea galleggiante con la TSHD/colmata.



*Figura 9 – Connessione della TSHD alla tubatura galleggiante (bow coupling/collegamento di prua).*





*Figura 10 – Prima della connessione. Avvicinamento e mezzi ausiliari (rimorchiatori in questa foto).*



*Figura 11 – Dopo la connessione/bow coupling. Inizio refluito/pompaggio.*

## 6.2 COLLAUDO TUBAZIONE

Dopo aver ultimato il montaggio, e prima della messa in esercizio, la tubazione fissa montata a terra sarà sottoposta ad una prova di pressione idraulica.

Le estremità verranno chiuse con relative flange cieche.

Devono essere previsti due stacchi valvolati sulla tubazione:

- uno nel punto più basso per il caricamento dell'acqua di test
- uno sul punto più alto per le funzioni di vent'aria e successivo posizionamento manometro di prova.

Il test sarà eseguito alla pressione di 1.5 volte la pressione di esercizio per almeno un'ora.

Durante la prova, la pressione dovrà mantenersi costante e nessuna perdita dovrà esserci negli accoppiamenti flangiati.

Apposito personale dovrà verificare ogni singolo accoppiamento flangiato durante la prova.

### 6.3 MONITORAGGIO

Durante le operazioni di refluento del materiale, dalla draga alla cassa di Colmata Nadep Centrale, sarà previsto un presidio stabile di un addetto per la verifica visiva continua della tubazione e degli accoppiamenti flangiati.

Un controllo di interfaccia, mediante contatto radio continuo, sarà garantito tra l'operatore della draga, l'addetto al monitoraggio della tubazione e l'operatore della draga situata nella Cassa di Colmata Nadep Centrale, al fine di assicurare l'interruzione immediata del refluento in caso eventuali criticità.

Nel caso di perdite accidentali della tubazione una squadra di pronto intervento sarà immediatamente allertata per la messa in atto di opportune misure di contenimento e segregazione dell'area.

Ad ulteriore protezione di sversamenti fortuiti in piallassa si prevede l'apposizione, in corrispondenza di tutti gli attacchi flangiati della tubazione di refluento, di idoneo muro di contenimento prefabbricato interposto tra il tubo e la piallassa stessa (fig.12).

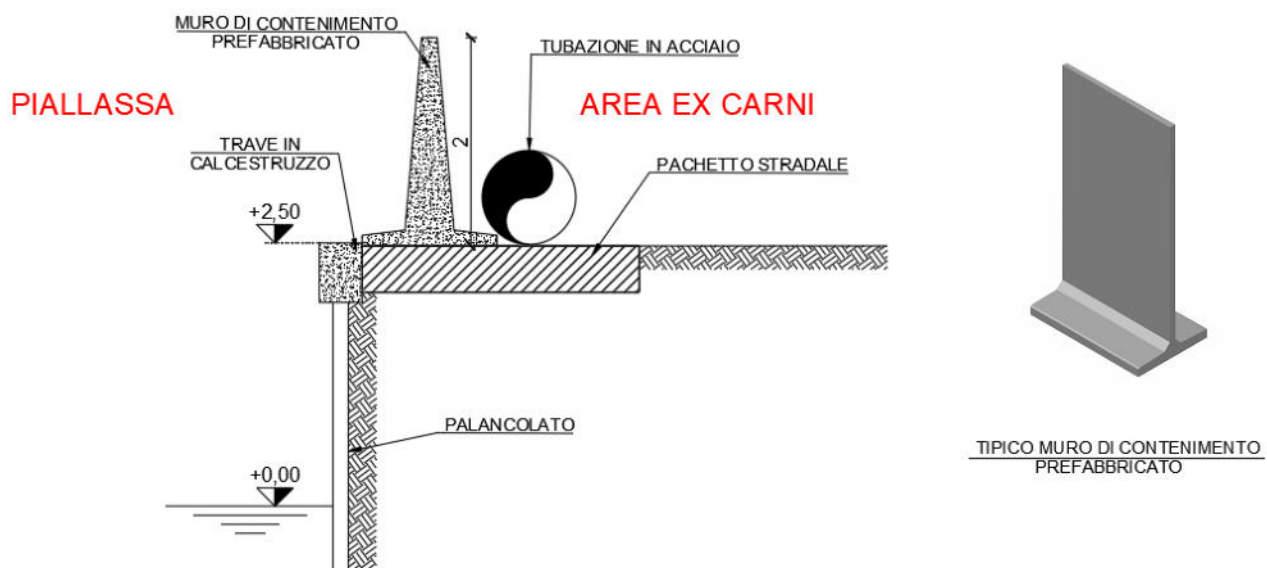


Figura 12 – Muro di contenimento prefabbricato

## 7 ALLEGATI

- PLANIMETRIA GENERALE
- PLANIMETRIA INQUADRAMENTO



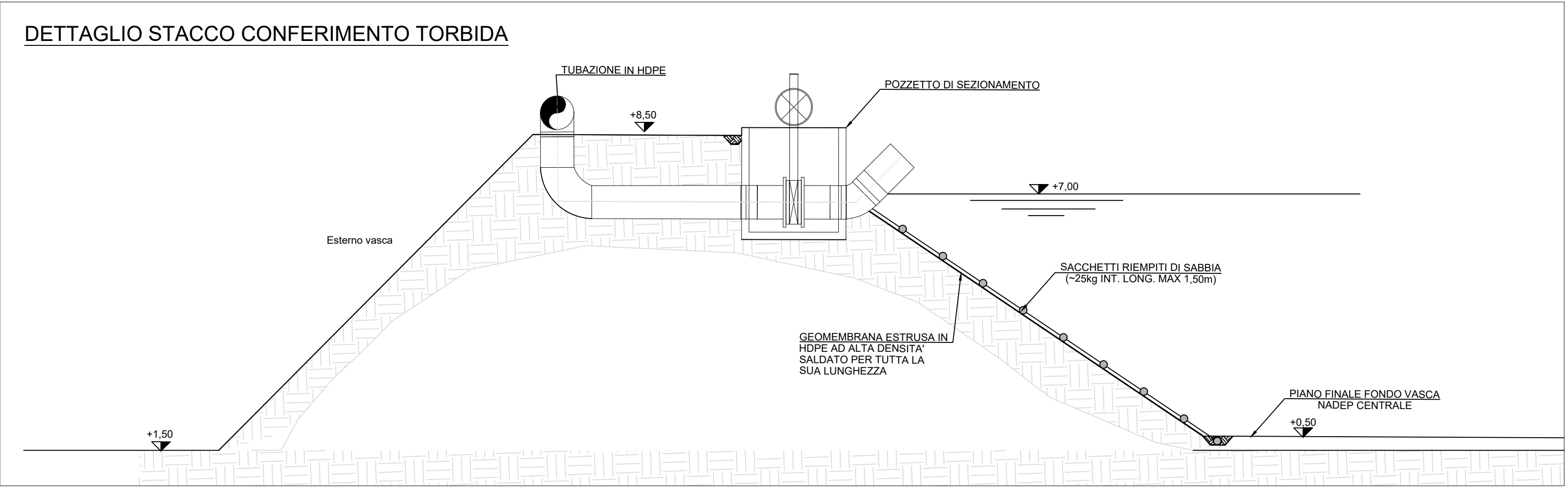
PLANIMETRIA GENERALE  
1:500



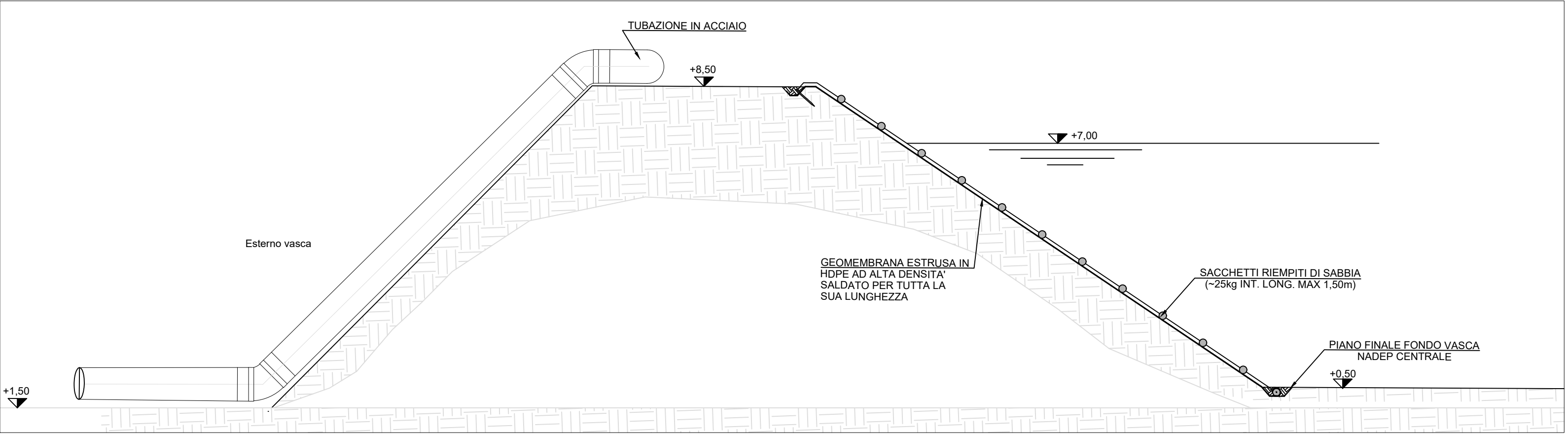
DETTAGLIO 01



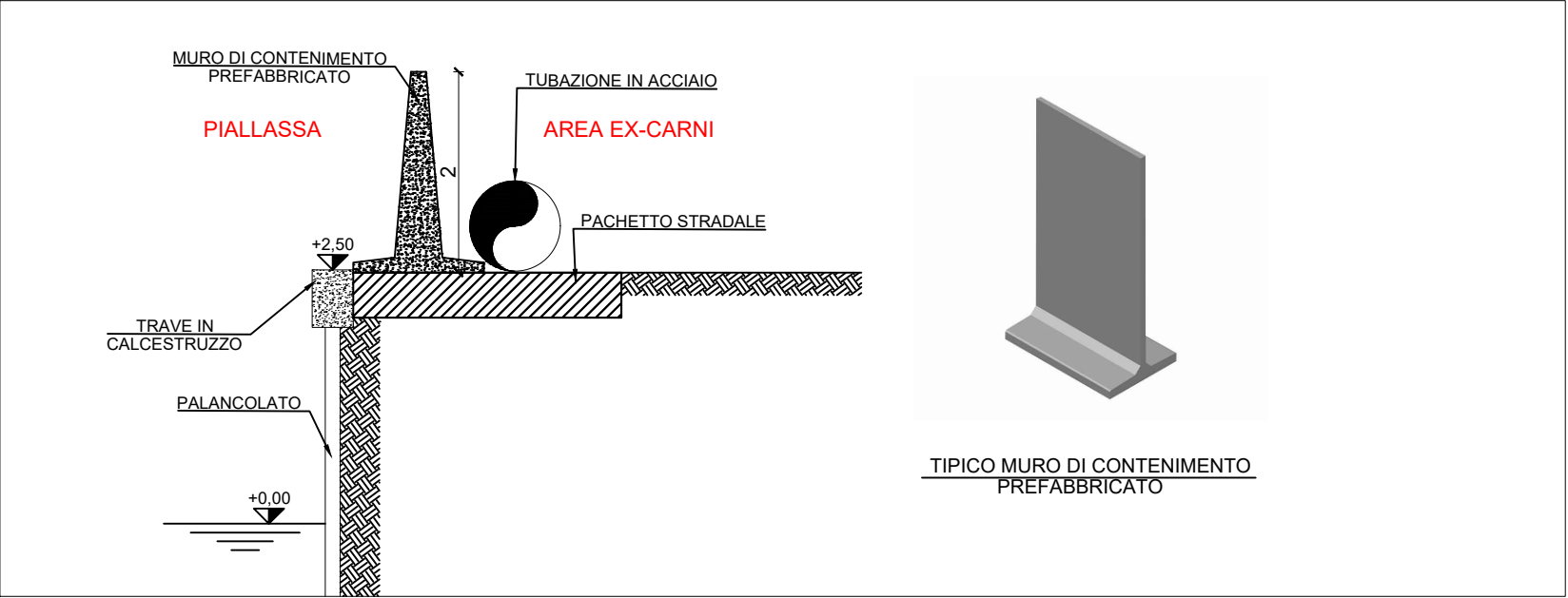
DETTAGLIO 02



SEZIONE C-C



SEZIONE B-B



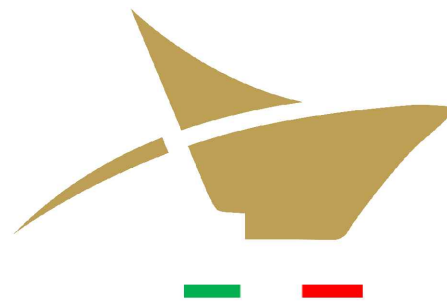
SEZIONE A-A



DETTAGLIO 04



DETTAGLIO 03



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico centro settentrionale

OGGETTO  
VOL2-ELABORATO 52  
Sistema immissione torbida bacino di stoccaggio

| FILE             | CODICE            | SCALA |
|------------------|-------------------|-------|
| Vol2-Elaborato52 | Vol2-Elaborato 52 | VARIE |

| Rev. | Data     | Causale                         |
|------|----------|---------------------------------|
| 0    | Lug 2023 | Emissione per integrazione PAUR |
| 1    | Nov 2023 | Emissione per integrazione PAUR |
| 2    |          |                                 |
| 3    |          |                                 |

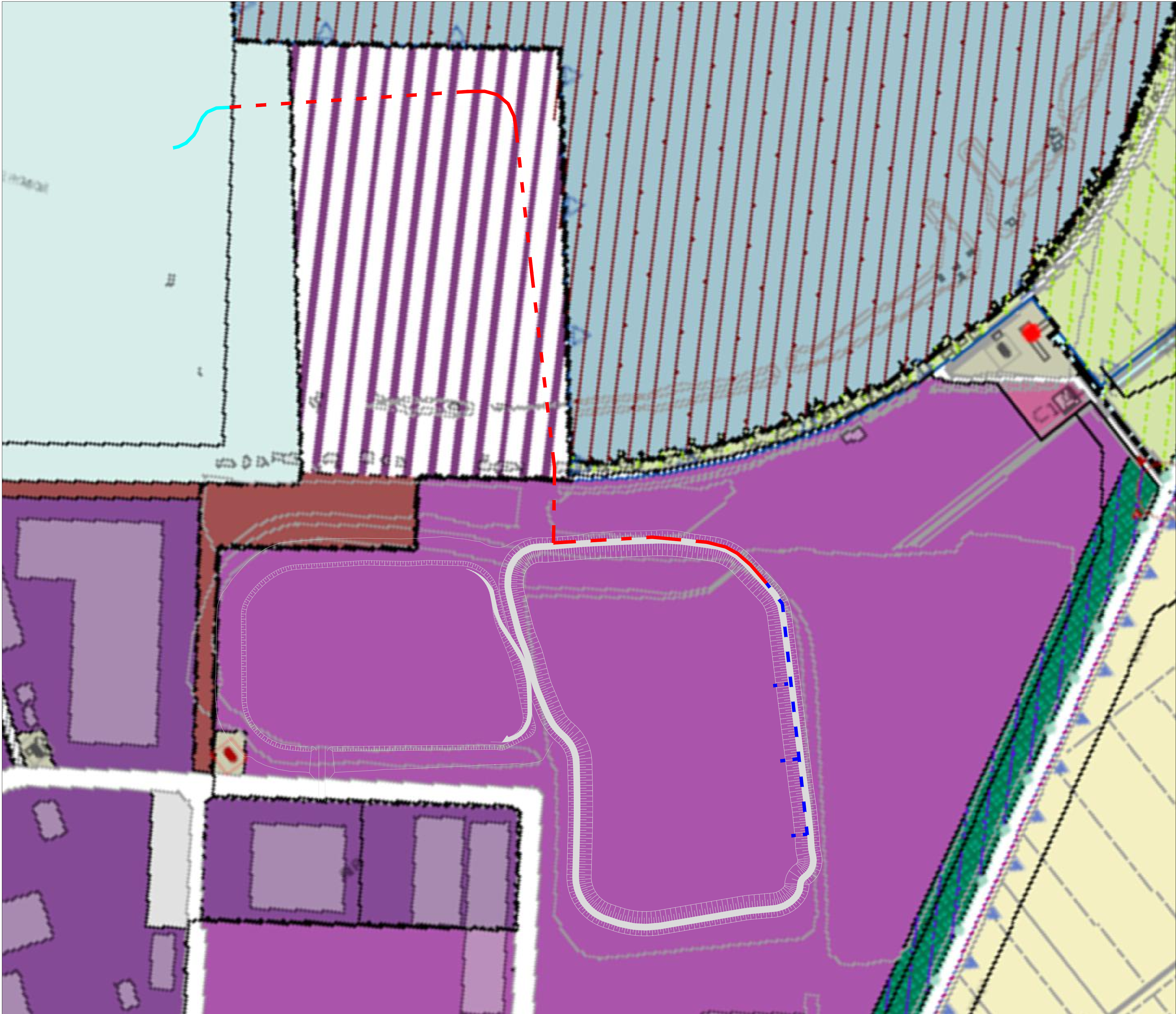
| AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL<br>MARE ADRIATICO CENTRO SETTENTRIONALE | IL PROGETTISTA |
|--|----------------|
|  |                |



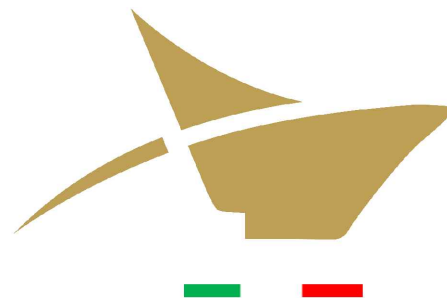


PLANIMETRIA INQUADRAMENTO

1:500



- TUBATURA GALLEGGIANTE
- TUBO ACCIAIO DN 900
- TUBO HDPE DN 900
- STRADA BANCHINA IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO
- SP1 - AREE CONSOLIDATE PER ATTIVITA PRODUTTIVE PORTUALI art. VII.1.3
- SP2 - AREE CONSOLIDATE PER ATTIVITA PRODUTTIVE PORTUALI FACENTI PARTE DI PI VIGENTI ALLA DATA DI ADOZIONE DEL PSC art. VII.1.4
- SP6 - SERVIZI AL PORTO art.VII.1.9
- SPAZIO PORTUALE, AREE DI NUOVO IMPIANTO PER ATTIVITA PRODUTTIVE PORTUALI art. VII.1.10c2
- ARA - AREE DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE Pr Ara 6 atr I.1.3
- SISTEMA DELLA MOBILITA, NODI DI SCAMBIO E SERVIZIO, CANALE PORTUALE art,IV.2.7 c1



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico centro settentrionale

OGGETTO  
VOL2-ELABORATO 52  
Sistema immissione torbida bacino di stoccaggio

|                          |          |                                 |                |
|--------------------------|----------|---------------------------------|----------------|
| FILE<br>Vol2-Elaborato52 |          | CODICE<br>Vol2-Elaborato 52     | SCALA<br>VARIE |
| Rev.                     | Data     | Causale                         |                |
| 0                        | Lug 2023 | Emissione per integrazione PAUR |                |
| 1                        | Nov 2023 | Emissione per integrazione PAUR |                |
| 2                        |          |                                 |                |
| 3                        |          |                                 |                |

|  |                |
|--|----------------|
| AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL<br>MARE ADRIATICO CENTRO SETTENTRIONALE | IL PROGETTISTA |
|--|----------------|

