



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



REGIONE DEL VENETO



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

Missione 2 - Componente 4 - Sub-investimento 2.1b



Agenzia Interregionale per il fiume Po

Agenzia Interregionale per il Fiume Po



ARGINE SINISTRO FIUME PO DI VENEZIA ABITATO DI MAZZORNO SINISTRO

LAVORI DI SISTEMAZIONE ARGINALE - I° STRALCIO

CUP B68H22000340006

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO:

12

RELAZIONE SULLA GESTIONE DELLE MATERIE

Perizia n° 1605

in data 16/08/2023

RO-E-1439

Progettista Coordinatore

Dott. Geol. Pierpaolo Erbacci

Collaboratore progettista

Geom. Samuele Bergamaschi

Collaboratore progettista

Geom. Riccardo Bauce

Collaboratore progettista

Dott. Alberto Gobbi

Collaboratore progettista

Geom. Paolo Pellegrino

Collaboratore progettista

Dott. Ing. Antonio Picardi

Collaboratore progettista

Geom. Paolo Ronconi

Collaboratore progettista

Dott. Arch. Andrea Spinardi

Responsabile Unico del Procedimento

Dott. Ing. Ettore Alberani

REV.

DESCRIZIONE

DATA

INDICE

1.	PREMESSA.....	2
2.	PROCEDURE AUTORIZZATIVE AMBIENTALI	2
3.	INQUADRAMENTO NORMATIVO DELLA DISCIPLINA DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO	4
4.	DPR 120/2017- Definizioni ed esclusioni	5
5.	MODALITÀ OPERATIVE DI REALIZZAZIONE DEL DIAFRAMMA	8
6.	AREA DI SCAVO.....	10
7.	CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DEI MATERIALI TERROSI DA MOVIMENTARE	16
8.	MODALITÀ DI CONTROLLO.....	20
9.	PIANO DI CAMPIONAMENTO IN FASE ESECUTIVA	21

RELAZIONE SULLA GESTIONE DELLE MATERIE

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce “Relazione sulla gestione delle materie” come previsto dal D.P.R. 207/2010 (per quanto ancora in vigore), art. 26 comma 1) lettera i).

La presente relazione accompagna il Progetto definitivo relativo all'intervento dal titolo "*Argine sinistro Fiume Po di Venezia - Abitato di Mazzorno sinistro - Lavori di sistemazione arginale - I stralcio*" per la costruzione di un diaframma plastico per il contrasto dei moti di filtrazione in prossimità dell'abitato di Mazzorno Sinistro fra gli stanti 515-518 in sinistra Po di Venezia in Comune di Adria (RO) dell'importo di € 2.400.000,00.

I lavori di escavo del diaframma comporteranno la produzione di terra avente granulometria variabile dalle prevalenti sabbie più o meno limose a localizzati limi argillosi, per un volume complessivo di circa 8.100 mc. Lo scavo lineare, dell'estesa di 505,20 m, seguirà l'unghia della scarpata arginale a fiume a livello del piano golenale, tra gli stanti 515-518.

2. PROCEDURE AUTORIZZATIVE AMBIENTALI

Con la legge regionale 26.03.1999, n. 10 (norme in materia di valutazione di impatto ambientale) come modificata dalla l.r. 24/2000 – in particolare nell'all. A2 lett. l) e m) – vengono individuate le tipologie progettuali relative a interventi di sistemazione idraulica da assoggettare alla procedura VIA in tutto il territorio regionale. Ulteriori modifiche alla l.r. 10/1999 sono intervenute con l.r. 16.08.2002, n. 27, che, tra l'altro – all'art. 5 – ha introdotto alcune variazioni all'all. 1 (Progetti assoggettati a VIA su tutto il territorio regionale) al quale sono state aggiunte nuove tipologie progettuali.

Infine, con Deliberazioni della Giunta Regionale n. 1547 del 31 luglio 2012 - Nuove disposizioni applicative in materia di Valutazione di Impatto Ambientale per interventi di difesa del suolo nel territorio regionale. Revoca D.G.R. n. 566 del 10/03/2003 e n. 527 del 5/03/2004 – si riporta quanto segue:

“In particolare, nell'ambito degli interventi di difesa del suolo riferibili alla manutenzione e ripristino dei manufatti esistenti, si propone di individuare:

– quegli interventi che per loro natura non risultano in grado di incidere sul regime delle acque e pertanto non sono riconducibili alla lettera o) del p.to 7 dell'All. IV alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006;

– quegli interventi che, pur riconducibili alle tipologie di cui alle lettere n) e o) del p.to 7 dell'All. IV alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006, presentano caratteristiche e/o elementi dimensionali cui sono riferibili impatti

potenziali sull'ambiente tali da poter essere esclusi direttamente dalla procedura di VIA, senza necessità di effettuare la procedura di verifica di assoggettabilità.

[...]

LA GIUNTA REGIONALE delibera

[...]

2. di approvare le nuove disposizioni applicative in materia di Valutazione di Impatto Ambientale per gli interventi di difesa del suolo nel territorio regionale, di cui alle premesse;

3. di stabilire che gli interventi di difesa del suolo di cui all'Allegato A, che costituisce parte integrante della presente deliberazione, sono esclusi dalla procedura di verifica di assoggettabilità alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale di cui all'art. 20 del D.Lgs. n. 152/2006 e successive modifiche ed integrazioni;

[...]

Interventi esclusi dalla procedura di Verifica di Assoggettabilità di cui all'art. 20 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

a) Interventi di manutenzione idraulica mediante:

1. Taglio della vegetazione e delle alberature presenti nell'alveo, nelle aree golenali, nelle arginature e nelle pertinenze idrauliche del corso d'acqua;

2. Ripristino di rivestimenti spondali esistenti in roccia, lastre o altre difese artificiali per contrastare i fenomeni erosivi;

3. Manutenzione di briglie, soglie, salti di fondo e/o di altri manufatti idraulici esistenti danneggiati dalle piene;

[...]

g) Interventi di consolidamento e impermeabilizzazione delle arginature, anche mediante diaframature;

h) Interventi di completamento di difese spondali esistenti, con le medesime e/o analoghe tipologie costruttive;"

Visto che gli interventi previsti riguardano:

- Il taglio di vegetazione lungo le arginature;
- la realizzazione di un diaframma lungo l'esistente arginatura per la riduzione delle criticità indotte dagli intensi processi di filtrazione;

- la posa sulla sagoma arginale del materiale terroso di risulta dagli scavi (per ringrosso-realizzazione di piazzettoni, ecc.);

sulla base del disposto normativo vigente non è stato predisposto alcuno Studio di Impatto Ambientale in quanto il progetto proposto è escluso dalle procedure di V.I.A.

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO DELLA DISCIPLINA DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

La gestione delle terre e rocce da scavo rientra nel campo di applicazione della parte IV del D.Lgs. n. 152/2006. A seconda delle condizioni che si verificano, le terre e rocce possono assumere qualifiche diverse e conseguentemente essere sottoposte ad un diverso regime giuridico. Le terre e rocce possono essere escluse dalla disciplina dei rifiuti se ricorrono le condizioni previste dall'art. 185 D.Lgs. 152/2006 relativo alle esclusioni dall'ambito di applicazione della suddetta disciplina.

In particolare, sono esclusi dalla disciplina dei rifiuti: "b) il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno, fermo restando quanto previsto dagli articoli 239 e seguenti relativamente alla bonifica di siti contaminati; c) il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato".

Inoltre, il suolo escavato non contaminato e altro materiale allo stato naturale, utilizzati in siti diversi da quelli in cui sono stati escavati, devono essere valutati ai sensi, nell'ordine, degli articoli 183, comma 1, lettera a), 184-bis e 184-ter.

Quando ricorrono le condizioni, dunque, le terre e rocce da scavo possono essere qualificate come sottoprodotti o, se sottoposte ad opportune operazioni di recupero, cessare di essere rifiuti. In quest'ultimo caso dovranno essere soddisfatte le condizioni di cui alle lettere da a) a d) dell'art. 184 ter del D.Lgs. n. 152/2006 e successive modificazioni, nonché gli specifici criteri tecnici adottati in conformità a quanto stabilito dal comma 2 del medesimo art. 184 ter.

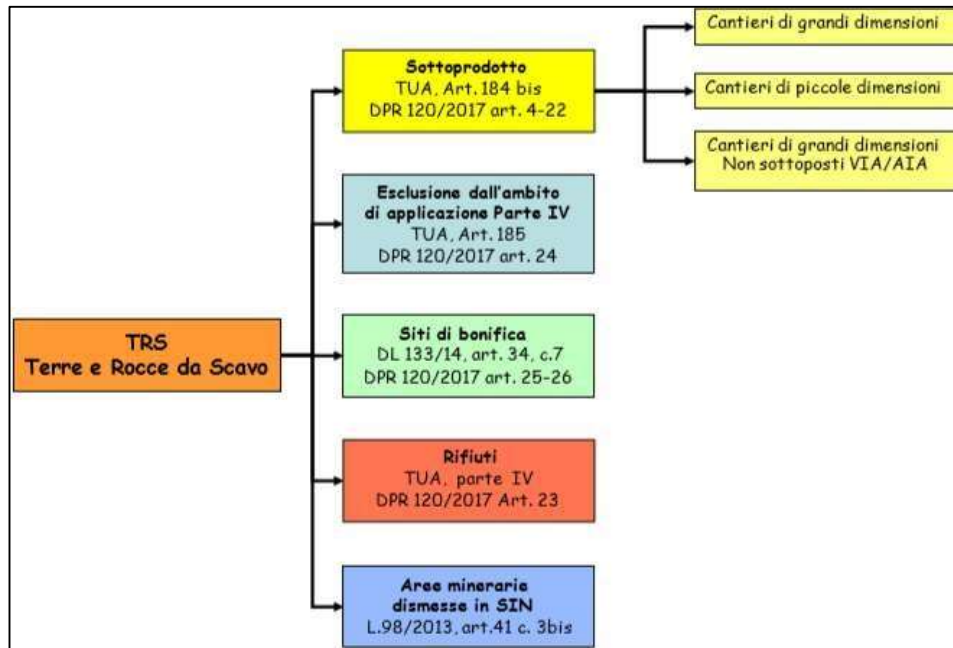


Figura 1 - Schema di riferimento per la qualifica e gestione delle terre e rocce da scavo.

Come previsto dal comma 3 del citato art. 184 ter, nelle more dell'adozione del regolamento comunitario o del decreto ministeriale sulla specifica tipologia di rifiuto, i materiali che conservano la qualifica di rifiuto possono essere sottoposti ad operazioni di recupero in via ordinaria (con autorizzazione dell'impianto nel rispetto dell'articolo 208 del D.Lgs 152/2006) o secondo le modalità previste dal DM 5 febbraio 1998 che individua i rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero. L'allegato 1 del DM prevede, infatti, l'utilizzo delle terre da scavo in attività di recupero ambientale o di formazione di rilevati e sottofondi stradali (tipologia 7.31-bis), previa esecuzione dell'obbligatorio test di cessione. Nel caso il terreno oggetto dello scavo risulti contaminato, si applicano, invece, le procedure dettate dal Titolo V in materia di bonifica dei siti contaminati (articoli 239-253 del D.Lgs 152/2006).

4. DPR 120/2017- Definizioni ed esclusioni

Il DPR 120/2017 dal titolo "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164" ricomprende, in un unico corpo normativo, tutte le disposizioni relative alla gestione delle terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotti.

Al fine di attribuire al materiale di scavo la qualifica di sottoprodotto occorre verificarne i requisiti di qualità ambientale; in particolare, ai sensi dell'art. 10 del suddetto DPR, deve essere dimostrato il non superamento delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica del sito di produzione e del sito di destinazione.

Pertanto, nell'ambito del presente piano, è stata svolta un'indagine di caratterizzazione chimica secondo le procedure definite nel suddetto DPR; i campionamenti ambientali sono stati effettuati sia con riferimento ai

siti di scavo (produzione) che con riferimento al sito di reimpiego-utilizzo finale (destinazione). I siti di produzione sono due e corrispondono, il primo, all'unghia arginale lato fiume (dove verrà scavato il diaframma), il secondo, ad un'area di prelievo di terra di circa 2.600 mq (per il presente stralcio) nell'adiacente golena demaniale. La terra di scavo proveniente da queste due aree verrà impiegata per la risagomatura della scarpata a fiume dell'arginatura maestra (sito di deposito, secondo la sezione tipo di Fig. 9) per un'estesa di 505,20 m che sarà caratterizzata da un petto con sommità riportata alla quota di massima piena e da un antipetto che interrompe, a quota 5 m, l'estesa della scarpata arginale.

Si evidenzia sin d'ora che le aree di scavo e quella di deposito sono afferenti al medesimo sito in quanto si collocheranno nell'ambito dello stesso cantiere in loc.tà Mazzorno Sinistro nel comune di Adria (RO) tra gli stanti 515 e 518; tutto il materiale proveniente dagli scavi verrà reimpiegato in situ.

L'attuale scarpata arginale a fiume è in buona parte rivestita con pietrame naturale di cava il quale, negli anni, ha determinato problemi di manutenzione nello sfalcio delle arginature con la conseguente crescita di alberature sul corpo arginale. Si procederà quindi alla rimozione del pietrame (circa 4400 mc) che sarà temporaneamente deposto in un'area di circa 2.500 mq nella golena adiacente per poi essere riposizionato, in parte, esclusivamente nella parte inferiore della nuova scarpata arginale; il volume eccedente potrà essere accatastato in loco per un riutilizzo successivo o, diversamente, ceduto all'impresa previa corresponsione di adeguata compensazione.

Considerati i volumi di terra risultanti dalle attività di scavo del diaframma (circa 8.100 mc) e dall'area di prelievo golenale (circa 5.500 mc), superiori a seimila metri cubi, la tipologia d'intervento (vedasi paragrafo 3) è inquadrabile come "cantiere di grandi dimensioni non sottoposto a procedure di valutazione di impatto ambientale (VIA) o ad autorizzazione integrata ambientale (AIA) di cui alla Parte II del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152".

Per il caso di specie, quindi, deve essere applicata la procedura prevista nel suddetto DPR n. 120 del 13 giugno 2017 al Capo IV - Terre e rocce da scavo prodotte in cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a VIA e AIA - art. 22 comma 1).

In tali casi non è prevista la stesura di un "Piano di Utilizzo" mentre è previsto che il produttore attesti il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'art. 4 del DPR in parola mediante la predisposizione e la trasmissione della dichiarazione di cui all'articolo 21 secondo le procedure e le modalità indicate negli articoli 20 e 21 del medesimo DPR.

In particolare, l'art. 21 riporta quanto segue:

"1. La sussistenza delle condizioni previste dall'[articolo 4](#), è attestata dal produttore tramite una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà resa ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, con la trasmissione, anche solo in via telematica, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo, del modulo di cui all'[allegato 6](#) al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di

protezione ambientale territorialmente competente. Nella dichiarazione il produttore indica le quantità di terre e rocce da scavo destinate all'utilizzo come sottoprodotti, l'eventuale sito di deposito intermedio, il sito di destinazione, gli estremi delle autorizzazioni per la realizzazione delle opere e i tempi previsti per l'utilizzo, che non possono comunque superare un anno dalla data di produzione delle terre e rocce da scavo, salvo il caso in cui l'opera nella quale le terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti sono destinate ad essere utilizzate, preveda un termine di esecuzione superiore.

- 2. La dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà di cui al comma 1, assolve la funzione del piano di utilizzo di cui all'articolo 2, comma 1, lettera f).*
- 3. Nel caso di modifica sostanziale dei requisiti di cui all'articolo 4, il produttore aggiorna la dichiarazione di cui al comma 1 e la trasmette, anche solo in via telematica, al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente. Decorsi 15 giorni dalla trasmissione della dichiarazione aggiornata, le terre e rocce da scavo possono essere gestite in conformità alla dichiarazione aggiornata. Costituiscono modifiche sostanziali quelle indicate all'[articolo 15, comma 2](#). Qualora la variazione riguardi il sito di destinazione o il diverso utilizzo delle terre e rocce da scavo, l'aggiornamento della dichiarazione può essere effettuato per un massimo di due volte, fatte salve eventuali circostanze sopravvenute, impreviste o imprevedibili.*
- 4. I tempi previsti per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti possono essere prorogati una sola volta e per la durata massima di sei mesi, in presenza di circostanze sopravvenute, impreviste o imprevedibili. A tal fine il produttore, prima della data di scadenza del termine di utilizzo indicato nella dichiarazione, comunica al comune del luogo di produzione e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente, il nuovo termine di utilizzo, motivando le ragioni della proroga”.*

Nel caso del presente Progetto, essendo l'area cantierata caratterizzata da contiguità territoriale in cui la gestione operativa dei materiali non interessa la pubblica viabilità (poiché è previsto il riutilizzo integrale del terreno scavato allo stato naturale all'interno dello stesso cantiere in cui è ubicato anche il sito di produzione), è prevista la compilazione dell'autocertificazione di riutilizzo dei materiali scavati predisposta dalla Regione Veneto (Circolare n. 127310 del 25/3/2014) e l'invio della stessa (almeno 15 giorni prima dell'inizio lavori) solamente all'indirizzo PEC del comune in cui si trova il sito di produzione (nel caso di specie all'Amministrazione comunale di Adria).

Non essendo previsto alcun tipo di trasporto su pubblica viabilità del materiale terroso in quanto reimpiegato completamente nel sito di produzione e nell'ambito del medesimo cantiere, non sarà necessario compilare alcun documento di trasporto.

Si precisa infine che l'area interessata non presenta evidenza di matrici di riporto e non è mai stata oggetto di fonti di pressione ambientale né di potenziali impatti.

5. MODALITÀ OPERATIVE DI REALIZZAZIONE DEL DIAFRAMMA

Il presente Progetto intende porre rimedio alle criticità descritte nella Relazione generale tramite un diaframma plastico, realizzato con miscela acqua-cemento-bentonite, autoindurente, dello spessore di 60 cm e di lunghezza di 505,20 m, da spingere sino alla profondità di 27 metri dall'unghia arginale a fiume in località Mazzorno Sinistro, tra gli stanti 515-518.

La realizzazione del diaframma comporta un profondo scavo a sezione obbligata le cui pareti saranno sostenute da una miscela plastica acqua-cemento-bentonite che, lasciata maturare in posto, costituisce anche il materiale definitivo costitutivo del diaframma. Lo scavo suddetto comporterà la produzione di complessivi 8.100 mc di terra che saranno utilizzati per la risagomatura dell'adiacente scarpata arginale.

Lo scavo avverrà con impiego di mezzi meccanici (benna mordente manovrata tramite aste guida telescopiche tipo Kelly) i quali depositeranno temporaneamente il materiale terroso in cumuli in adiacenza al fronte di scavo; tale terreno verrà lasciato asciugare per essere poi caratterizzato chimicamente.

L'esecuzione dello scavo avverrà per settori (setti) aventi sviluppo planimetrico ridotto (3.00 m circa di lunghezza ciascuno), spessore di 0,60 m e profondità di ml 27,00, in modo da realizzare una trincea continua. Le dimensioni del setto sono imposte dalle dimensioni della benna di scavo.

Come anzidetto, contestualmente alle operazioni di scavo (perforazione) i setti vengono riempiti con la miscela ternaria costitutiva del diaframma che ha la seguente composizione (riferita ad 1 mc di miscela):

- acqua: 880-900 Kg;
- cemento: 235-245 Kg;
- bentonite: 55-65 Kg.

Il processo comporterà il mescolamento del materiale terroso presente in sito (escavato) con la miscela suddetta che nella fattispecie funge provvisoriamente come sostegno delle pareti di scavo e in via definitiva come opera idraulica.



Figura 2 - Inquadramento generale dell'area interessata dall'intervento in località Mazzorno Sinistro nel comune di Adria (RO); la linea gialla evidenzia il diaframma di progetto, il poligono marrone a sinistra l'area golenale di prelievo della terra (1° stralcio), il poligono grigio a destra l'area di deposito temporaneo del pietrame.



Figura 3 - Fase di scavo del diaframma - intervento di classifica RO-E-1432 – Cavanella Po (Adria, RO).



Figura 4 - Materiale escavato depositato ai margini dello scavo - intervento di classifica RO-E-1432 – Cavanella Po (Adria, RO).

6. AREA DI SCAVO

L'area di scavo del diaframma ricade all'interno dell'area di imposta arginale; la tratta interessata è ubicata nel comune di Adria (RO) in località Mazzorno Sinistro, tra gli stanti 515-518, lungo l'argine sinistro del fiume Po di Venezia. In particolare, è previsto lo scavo del diaframma per una profondità di 27,00 m dall'unghia arginale, per un'estesa di 505,20 m (spessore m 0,60) e con un volume complessivo asportato di terra, incluso lo scavo a sezione obbligata per la realizzazione delle corree, di circa 8.100 mc.

L'area di scavo del diaframma ricade in ambito demaniale (arginatura) ed è identificata catastalmente nel Comune censuario di Adria – Sezione C (Bottrighe) al Foglio 26, particelle 35, 36 e 37. La seconda area di scavo per il prelievo di terra golenale ricade anch'essa in ambito demaniale ed è identificata catastalmente nel Comune censuario di Adria al Foglio 26, particelle 3 e 32 (Fig. 6).

Il materiale terroso proveniente dallo scavo del diaframma sarà temporaneamente accumulato nelle adiacenze dello scavo (Fig. 6, linea gialla), lungo una fascia della larghezza di circa 10-15 m nelle vicinanze del piede arginale; qui il materiale si asciugherà naturalmente e verrà sottoposto ad una caratterizzazione chimica.

Le particelle interessate da occupazione temporanea sono tutte demaniali e ricadono nel Foglio 26 del comune di Adria: in particolare, per il deposito del materiale terroso proveniente dallo scavo del diaframma saranno interessate le particelle 35, 36 e 37, mentre per l'area di prelievo della terra e per il deposito di pietrame saranno interessate le particelle 3 e 32 (Fig. 6).

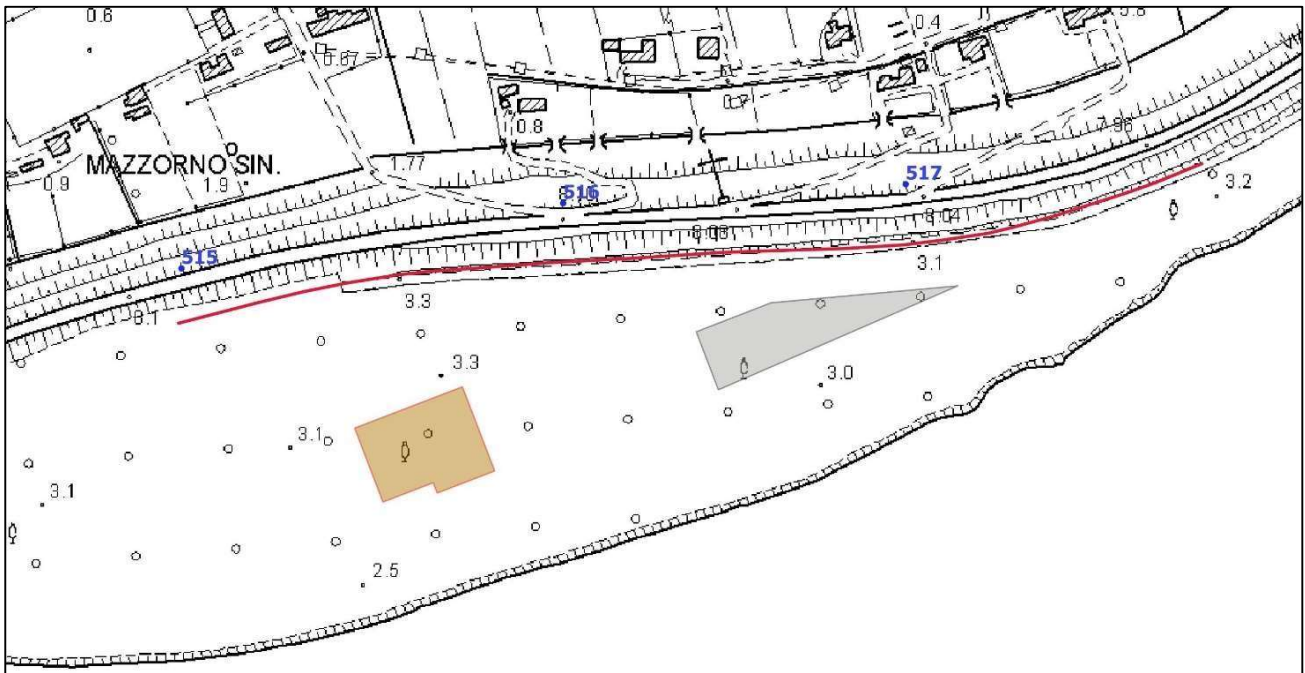


Figura 5 - Planimetria su CTR con la localizzazione dell'area di scavo del diaframma (linea rossa), dell'area di prelievo della terra golenale (poligono marrone, 1° stralcio) e dell'area di deposito temporaneo del pietrame (poligono grigio).



Figura 6 - Area di posizionamento temporaneo del materiale di risulta dello scavo del diaframma (linea gialla) su base catastale, il poligono marrone individua l'area di prelievo della terra golenale (1° stralcio), il poligono grigio l'area di deposito temporaneo del pietrame.



Figura 7 - Foto dell'area d'intervento con vista verso monte – unghia arginale a fiume con ubicazione dell'area di imposta del diaframma (linea gialla).



Figura 8 - Foto dell'area d'intervento con vista verso valle – unghia arginale a fiume con ubicazione dell'area di imposta del diaframma (linea gialla).

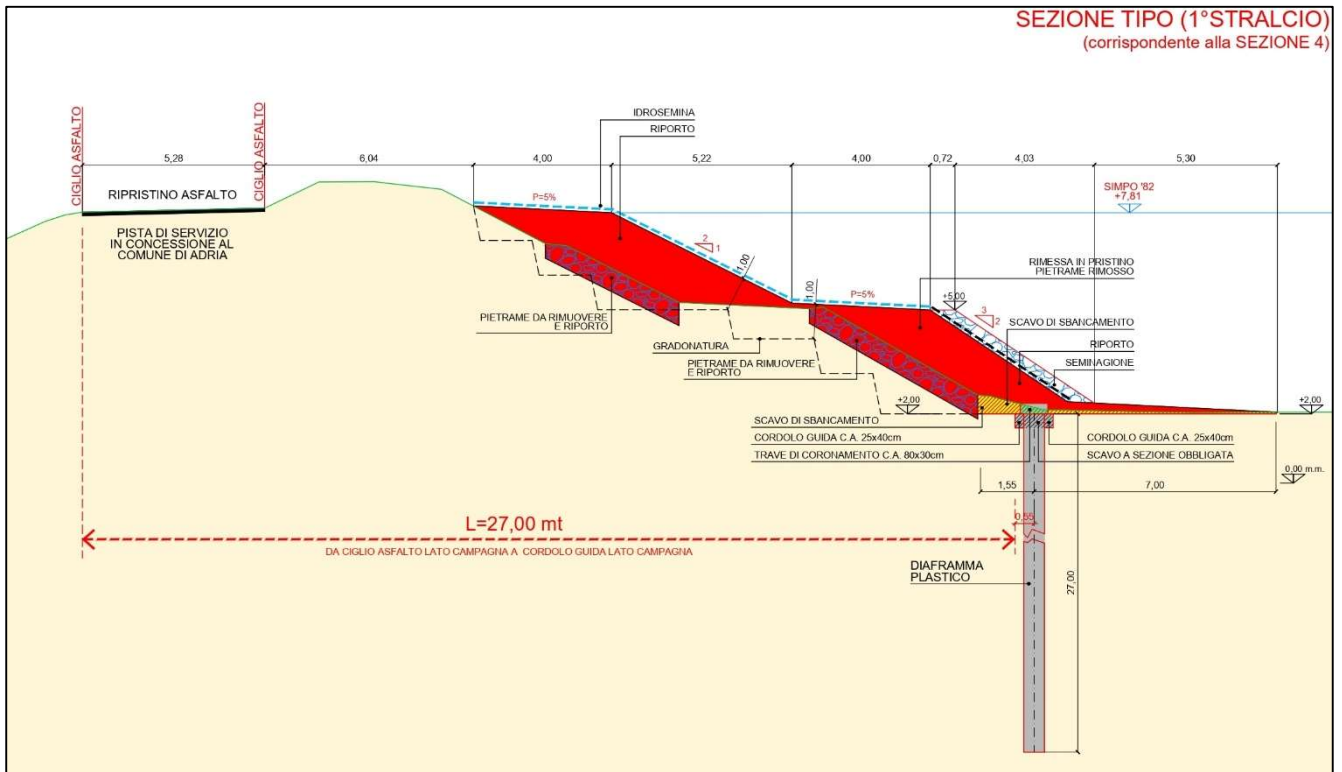


Figura 9 - Sezione tipo dell'intervento (diaframma e del ringrosso arginale)

La continuità degli orizzonti stratigrafici individuati nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo e degli scavi con mini-escavatore consente di schematizzare, per la tratta d'intervento, le seguenti unità stratigrafiche.

Elementi stratigrafici del corpo arginale e delle terre di fondazione

L'indagine geognostica svolta ha permesso di rilevare i seguenti elementi stratigrafici critici per il corpo arginale ed i relativi terreni di fondazione:

1) Unità rilevato arginale (R): da sommità arginale (quota $8,6 \div 9,0$ m sul l.m.m.) sino a quota $0 \div 2,0$ m sul l.m.m (base del rilevato arginale); lo spessore è quindi variabile tra 7,7 e 9 m. Le litologie che caratterizzano il rilevato arginale sono del tipo "limi sabbiosi debolmente argillosi di colore nocciola", con permeabilità media dell'ordine di 10^{-6} m/sec; l'origine di tali materiali è da attribuire agli interventi di rialzo e ringrosso arginale effettuati in passato con materiale proveniente da cave in loco o di dragaggio dall'alveo del fiume;

2) Unità limo argilloso [L(A)]: il rilevato arginale poggia su uno strato di limo argilloso con uno spessore che varia da Ovest a Est: in corrispondenza della CPTU1 ha uno spessore di 10 m, in corrispondenza della CPTU7 uno spessore di circa 7 m per poi diminuire considerevolmente e mantenersi costante per tutto il tratto con uno spessore di circa 2.5-3.5 m; a tale unità è stata attribuita una permeabilità media dell'ordine di 10^{-7} m/sec;

3) Unità alternate tra limi argillosi e sabbie fini (LA – SL): al di sotto delle unità descritte in precedenza, si osserva uno strato costituito prevalentemente da terreni fini (limi e argille) ma intercalati a sabbie fini. Questa unità è stata individuata dalle prove CPTU3,4,5,9 e, in particolare, dal sondaggio S3 (2020), che tra 8 e 10.45 m da p.c. presenta uno strato di limo e argilla nocciola chiaro con fiamme ocra; a tale unità è stata attribuita una permeabilità media dell'ordine di 10^{-5} m/sec;

4) Unità sabbia debolmente limosa S(L): ancora più in profondità i sondaggi eseguiti hanno evidenziato la presenza di depositi permeabili di natura sabbiosa ben gradata, debolmente limosa con resti conchigliari di colore grigio e grigio scuro. Osservando tutti i sondaggi si nota che i banchi di sabbia sono intervallati da livelli di limo argilloso (unità L(A)), talvolta sono presenti anche orizzonti torbosi; a tale unità è stata attribuita una permeabilità media dell'ordine di $5 \cdot 10^{-5}$ m/sec;

Al di sotto dell'Unità S (L) si ritrova un altro strato di limo argilloso continuo avente le medesime caratteristiche dell'Unità L(A); in particolare questo strato è rilevato alla quota di circa -27 m s.l.m., il suo spessore è di circa 1÷2 m tranne che in corrispondenza del sondaggio S1 (2020) che tra 31 e 37.4 m da p.c. individua uno strato consistente di limo argilloso intervallato a livelli organici – torbosi (come il livello tra 33.9-34 m da p.c.); a questo strato è stata attribuita una permeabilità dell'ordine di 10^{-7} m/sec.

Infine, al di sotto di questo strato e sino alla massima profondità indagata, riprendono litologie appartenenti alle sabbie debolmente limose S (L), analoghe per tipologia a quelle dell'Unità S(L).

Sia il materiale costituente l'arginatura sia le relative terre di fondazione che verranno scavate per la realizzazione dell'opera non contengono materiale di origine antropica e sono costituiti da materiale terroso esclusivamente naturale.

Elementi stratigrafici dell'area di prelievo golenale

Gli scavi esplorativi effettuati nell'area di prelievo golenale con mini-escavatore (planimetria in Fig. 12) fino alla profondità di circa 3 metri hanno permesso di rilevare i seguenti elementi stratigrafici (terre alluvionali del fiume Po):

Scavo 1 (Sc 1):

Strato C1 (0-60 cm): limo sabbioso debolmente argilloso

Strato C2 (60-160 cm): sabbia medio-fine

Strato C3 (160-300 cm): strato limo-argilloso

Scavo 2 (Sc 2):

Strato 1 (0-60 cm): limo sabbioso debolmente argilloso

Strato 2 (60-150 cm): sabbia medio-fine

Strato 3 (150-310 cm): strato limo-argilloso

Scavo 3 (Sc 3):

Strato 1 (0-15 cm): limo sabbioso debolmente argilloso

Strato 2 (15-120 cm): sabbia medio-fine

Strato 3 (120-300 cm): strato limo-argilloso

Le schede stratigrafiche sono allegate in calce alla presente relazione.

Il terreno presente in golenale che verrà scavato per la realizzazione del ringrosso arginale non contiene materiale di origine antropica essendo costituito da materiale terroso esclusivamente naturale.



Figura 10 - Profilo verticale Sc1 nell'area di prelievo golenale (ubicazione in Fig. 12).

7. CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DEI MATERIALI TERROSI DA MOVIMENTARE

Come anticipato nei paragrafi precedenti, le due aree di scavo previste dal presente progetto sono state interessate da un'indagine di caratterizzazione chimica al fine di verificarne i requisiti di qualità ambientale richiesti dalla normativa vigente in materia di terre e rocce da scavo. La localizzazione planimetrica dei sondaggi e degli scavi stratigrafici effettuati nell'area di produzione delle terre e rocce da scavo nell'ambito dei quali è stato effettuato il campionamento ambientale è indicata nelle Figg. 11 e 12.



Figura 11 - Localizzazione carotaggi (con indicazione degli stanti) in sommità arginale eseguiti ai fini della caratterizzazione ambientale ai sensi della normativa “terre e rocce da scavo” - loc.tà Mazzorno Sinistro – Adria (RO).

PROVA	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84	
	LATITUDINE N	LONGITUDINE E
S1	45.02074°	12.12445°
S2	45.02155°	12.12784°
S3	45.02170°	12.13235°

Tabella 1 - Coordinate delle indagini puntuali (sondaggi a carotaggio continuo) in sommità arginale eseguiti ai fini della caratterizzazione ambientale ai sensi della normativa “terre e rocce da scavo” - loc.tà Mazzorno Sinistro – Adria (RO).



Figura 12 - Localizzazione scavi esplorativi effettuati con mini-escavatore in area golenale eseguiti ai fini della caratterizzazione ambientale ai sensi della normativa “terre e rocce da scavo” - loc.tà Mazzorno Sinistro – Adria (RO). Il poligono marrone individua l’area di prelievo della terra golenale (1° stralcio).

PROVA	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84	
	LATITUDINE N	LONGITUDINE E
Sc 1 (mini-escavatore)	45.02069°	12.12918°
Sc 2 (mini-escavatore)	45.02077°	12.12975°
Sc 3 (mini-escavatore)	45.02100°	12.13028°

Tabella 2 - Coordinate delle indagini puntuali (mini-escavatore) nell’area di prelievo golenale eseguite ai fini della caratterizzazione ambientale ai sensi della normativa “terre e rocce da scavo” - loc.tà Mazzorno Sinistro – Adria (RO).

Le istruzioni ARPAV dal titolo “Indirizzi operativi per l’accertamento della qualità ambientale delle terre e rocce da scavo e criteri per l’esecuzione dei controlli da parte di ARPAV (DPR 120/2017)”, finalizzate all’accertamento del non superamento dei valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell’allegato 5 alla parte IV del D.Lgs. n. 152/2006, con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d’uso urbanistica, prevedono, per interventi di scavo in corsi d’acqua, “.....il prelievo di un campione ogni 200 m di corso d’acqua; in presenza di un centro abitato o di fonti di pressione sarà opportuno infittire la maglia di campionamento adottando la linea generale di un campione ogni 100 m di corso d’acqua. In presenza di scarichi di attività produttive, scaricatori di piena di pubbliche fognature, scarichi di acque meteoriche provenienti da piazzali pavimentati sede di attività potenzialmente inquinanti, scarichi di acque meteoriche provenienti da grandi vie di comunicazione (autostrade, superstrade, ecc.), la situazione andrà studiata, caso per caso, adeguando il numero dei punti di prelievo e i parametri da analizzare. Per la modalità di formazione dei campioni si rimanda alle linee guida del SNPA”.

Per quanto riguarda, invece, le analisi chimiche di laboratorio da effettuare, considerata la collocazione ed il contesto antropico (assenza di infrastrutture viarie di grande comunicazione, assenza di strutture ed edifici in genere in area golenale in cui sono presenti materiali contenenti amianto) si ritiene che sia almeno necessario verificare i parametri relativi a:

- Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco (più i metalli per i quali il valore di fondo è maggiore della Concentrazione Soglia di Contaminazione)
- Idrocarburi pesanti (C>12).

Le attività sono consistite nell'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo (in sommità arginale) e con mini-escavatore (in area golenale) con prove di permeabilità in foro, installazione piezometri, prove penetrometriche CPTU e SCPTU, prove di dissipazione, prove geotecniche in laboratorio sui campioni rimaneggiati prelevati durante i sondaggi ed analisi chimiche su campioni di suolo e acque di falda.

In particolare, sono state eseguite alcune indagini di carattere prettamente ambientale, quali:

- n° 9 analisi su campioni di terra del corpo arginale e delle terre di fondazione (profondità varie);
- n° 3 analisi su campioni di terra dell'area golenale spinte fino ad una profondità di 3 m.

Le operazioni di campionamento, prelievo, formazione e conservazione dei campioni per le analisi di laboratorio sono state condotte secondo le specifiche di normativa al fine di ottenere campioni che rappresentino correttamente la situazione esistente in sito.

Per quel che riguarda l'indagine ambientale in area golenale, sono stati preparati n° 3 campioni compositi, tramite quartatura, rappresentativi dei 3 orizzonti litostratigrafici individuati.



Figura 13 – Operazioni di miscelazione e omogeneizzazione del campione composito di terreno in area golenale.



Figura 14 – Campioni compositi di terreno golenale riposti in contenitori in vetro sigillati.

Le analisi chimiche sui campioni rappresentativi delle terre costituenti il corpo arginale e le terre di fondazione sono state eseguite dal laboratorio Agrolab Italia S.r.l. di Altavilla Vicentina (VI) certificato ACCREDIA.

Le analisi chimiche sui campioni prelevati in ambito golenale (area di prestito) sono state eseguite dal laboratorio Lab Control S.r.l. di San Martino di Venezze (RO) certificato ACCREDIA.

I relativi certificati di prova sono riportati in allegato alla presente relazione unitamente a una tabella di sintesi relativa ai campioni del corpo arginale.

Ai sensi dell'art. 10 del DPR 120/2017 deve essere dimostrato il non superamento delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica del sito di produzione e del sito di destinazione.

Dall'esame dei Rapporti di Prova risulta che tutti i campioni, ad eccezione del C3 prelevato in area golenale (Rapporto di Prova n° R202304680 del 28/03/2023), hanno fatto registrare concentrazioni inferiori alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di Colonna A relative ai siti destinati "*ad uso verde pubblico, privato e residenziale*"; il suddetto campione C3 è risultato avere, solo per un parametro (idrocarburi

pesanti C>12), una concentrazione superiore alla soglia di contaminazione di tabella 1 allegato 5 colonna A del D.Lgs. n° 152 del 3 aprile 2006, ma inferiore alla colonna B relativa ai siti destinati “*ad uso commerciale e industriale*”.

Comunque si fa presente che lo sfioramento del suddetto parametro è minimo e rientra all’interno delle incertezze di misura; si precisa comunque come nel Veneto, per i materiali riutilizzati nella realizzazione delle opere infrastrutturali, sono stati considerati come riferimento i limiti di cui alla colonna B della tabella 1, allegato 5 al Titolo V, parte IV del D.Lgs. 152/2006 (vedasi nota di prot. ARPAV n° 0057866 del 09/06/2015). Pertanto, si conferma la completa compatibilità dei materiali che verranno scavati al riutilizzo nell’ambito dello stesso cantiere-sito per la realizzazione di ringrossi dei rilevati esistenti.

Infine si riporta di seguito la tabella relativa al bilancio complessivo del materiale scavato e riutilizzato nell’ambito del cantiere in parola.

Bilancio delle terre e rocce da scavo					
Tipologia di scavo	materiale scavato	volume (m ³) teorico	materiale da riportare	materiale da riportare	volume (m ³)
rimaneggiamento	pietrame naturale	3.200,00	rimaneggiamento	pietrame naturale	3.200,00
scavo di sbancamento	terre da limo- sabbiose deb. argill. a sabbie medio-fini limose	1.937,682	formazione rilevato	terre da limo- sabbiose deb. argill. a sabbie medio-fini	1.937,682
scavo a sez. obbligata	terre da limo- sabbiose deb. argill. a sabbie medio-fini limose	222,288	formazione rilevato	terre da limo- sabbiose deb. argill. a sabbie medio-fini	222,288
scavo diaframma		8.062,992	formazione rilevato		8.062,992
scavo cava prestito	terre da limo argill. a sabbie medio-fini limose (incluso scotico)	5.303,054	formazione rilevato	terre da limo argill. a sabbie medio-fini	5.050,054
totale scavato teorico (m ³)		18.726,016	totale reimpiegato teorico (m ³)		18.726,016

8. MODALITÀ DI CONTROLLO

Sulla scorta delle analisi chimiche dei campioni ambientali prelevati in fase progettuale nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo, tenuto conto che il materiale terroso proveniente dallo scavo del diaframma sarà mescolato a fango bentonitico-cementizio, è necessario prevedere, in fase esecutiva, una ri-caratterizzazione chimica dei materiali di scavo.

Le terre e rocce da scavo possono infatti contenere anche miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della parte IV, del D.Lgs. 152/06 per la specifica destinazione d'uso. Sono previste quindi analisi di riaccertamento (vedasi paragrafo 9) in fase esecutiva sui materiali in cumulo; sulla base delle considerazioni esposte al paragrafo 9 non ci si attende alcuno sfioramento della concentrazione di inquinanti rispetto ai limiti di legge.

9. PIANO DI CAMPIONAMENTO IN FASE ESECUTIVA

In fase esecutiva si procederà a controlli sulle terre in cumulo provenienti dallo scavo del diaframma (in presenza della miscela ternaria) e sulle terre provenienti dall'area di prelievo golenale; qualora si verificasse lo sfioramento dei valori limite di colonna A, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della parte IV, del D.Lgs. 152/06, dovrà essere apposto apposito vincolo (da parte dell'Amm.ne comunale) con esclusione di interventi ad uso residenziale/verde pubblico nelle aree interessate dal ringrosso arginale.

La scelta tipologica adottata per la realizzazione del diaframma comporta lo scavo di una trincea utilizzando una miscela acqua – cemento - bentonite, per il sostegno delle pareti; il fluido ha inoltre funzioni impermeabilizzanti e viene lasciato indurire all'interno della trincea stessa (diaframma monofase).

Tale tipologia d'intervento non è in grado di determinare un rischio di contaminazione per l'ambiente ed in particolare non si prevede lo sfioramento dei limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della parte IV, del D.Lgs. 152/06.

In particolare, la bentonite è un prodotto non tossico, ad alto contenuto di montmorillonite (minerale naturale), compatibile con l'ambiente; si riporta di seguito una scheda tecnica tipo e la relativa composizione in ossidi.


ANALISI CHIMICA			
SiO ₂	%	56.88	
Al ₂ O ₃	%	20.4	
TiO ₂	%	0.40	
Fe ₂ O ₃	%	4.44	
P ₂ O ₅	%	0.07	
MnO	%	0.12	
MgO	%	3.59	
CaO	%	2.82	
K ₂ O	%	0.62	
Na ₂ O	%	3.17	
Perdita alla calcinazione	%	7.49	

Tabella 3 - Composizione chimica di una bentonite sodica espressa in ossidi.

Il cemento utilizzato per la realizzazione del diaframma sarà del tipo “cemento in polvere CEM II/B-P o CEM II/B-Q (Cemento Portland alla pozzolana)” in cui, oltre al clinker (K), presente in percentuale variabile dal 65 – 79 %, è presente, quale costituente secondario in quantità variabile dal 21 al 35 %, la pozzolana naturale o

industriale (vedasi UNI EN 197). Possono essere presenti nella miscela, in percentuale 0-5 %, costituenti secondari (gesso).

La composizione del clinker può essere espressa in funzione degli ossidi presenti (Tab. 4).

Ossidi	Contenuto [%]
CaO	60 ÷ 67
SiO ₂	17 ÷ 25
Al ₂ O ₃	3 ÷ 8
Fe ₂ O ₃	0,5 ÷ 6
MgO	0,1 ÷ 4
Alcali	0,2 ÷ 1,3
SO ₃	1 ÷ 3

Tabella 4 - Limiti approssimati di composizione chimica del clinker di Portland.

In relazione a quanto esposto sopra non si prospettano problematiche di inquinamento ambientale relativamente al riutilizzo del terreno di scavo miscelato al fango di perforazione i cui componenti sono stati sopra elencati. A dimostrazione di ciò, sulla base della recente esperienza del lavoro di diaframmatrice nel cantiere di Cavanella Po (Adria), si allega, a titolo di esempio, il rapporto di prova n° 21RP01280 del 07/04/2021 relativo all'analisi dei cumuli di terreno di scavo del diaframma mescolati al fango di perforazione.

Le terre e rocce da scavo possono contenere bentonite e miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della parte IV, del D.Lgs. 152/06 per la specifica destinazione d'uso.

Come anzidetto, per comprovare il rispetto di quanto sopra si prevede, in fase esecutiva di scavo del diaframma, la ripetizione dell'indagine ambientale. Per questa fase si prevede di effettuare l'indagine ambientale tramite prelievo di campioni di materiale terroso in cumuli posti in adiacenza allo scavo. Le analisi saranno condotte in modo tale da analizzare campioni medi, rappresentativi del materiale terroso. Le sostanze chimiche da analizzare saranno quelle già analizzate in fase progettuale.

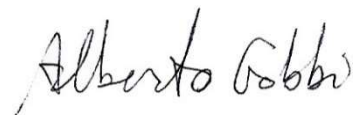
Le attività di campionamento per la caratterizzazione ambientale del materiale scavato durante l'esecuzione dell'opera potranno essere effettuate direttamente sui cumuli depositati in adiacenza allo scavo per l'asciugatura del materiale, in modo da ottenere campioni rappresentativi secondo la norma UNI 10802.

In particolare, il materiale terroso sarà accumulato temporaneamente in prossimità dell'area di scavo sull'adiacente scarpata arginale e sul piano golenale, e lungo la fascia di rispetto arginale, in attesa della caratterizzazione ambientale.

I PROGETTISTI

Geol. Pierpaolo Erbacci

Dott. Alberto Gobbi

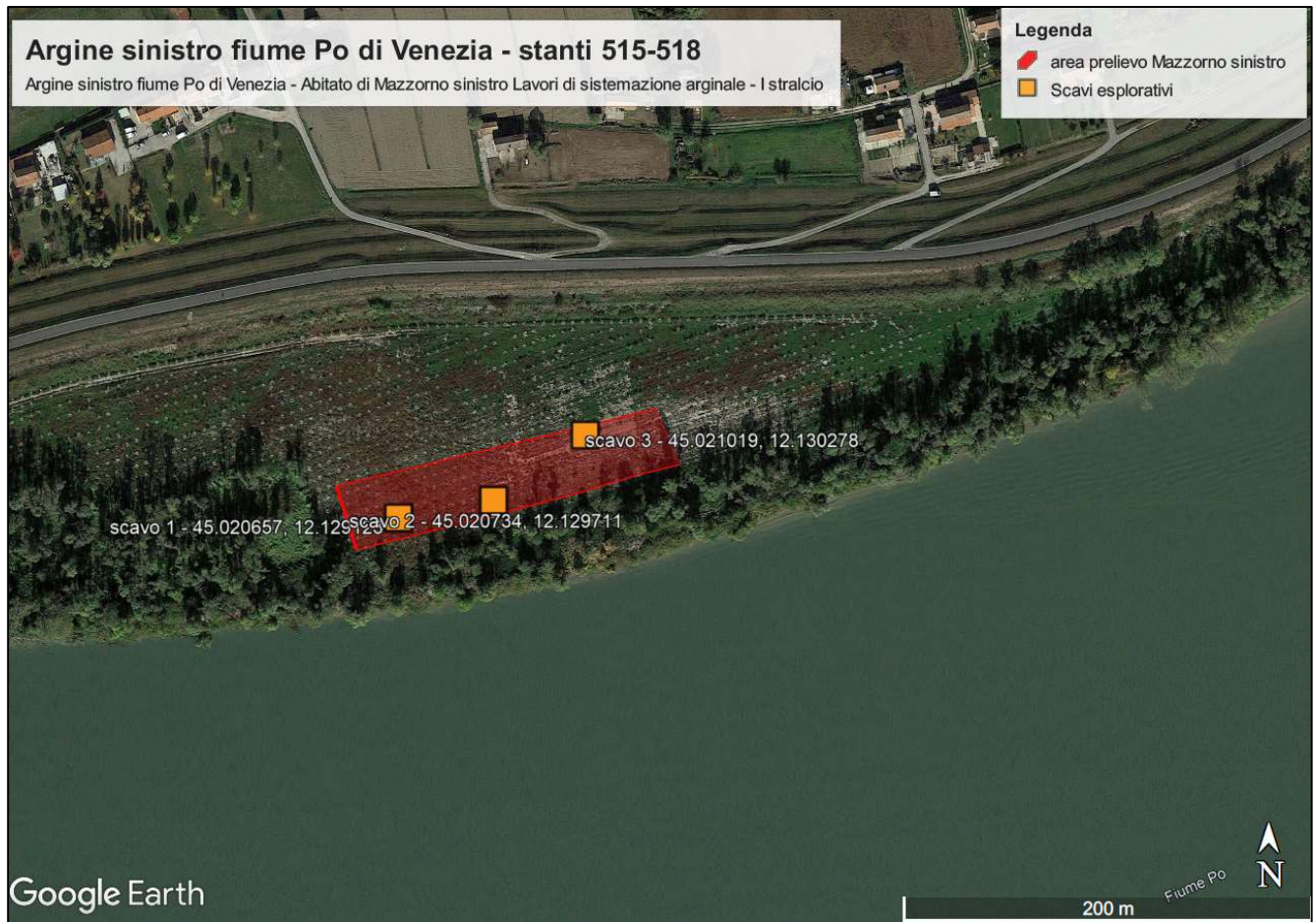


ALLEGATI:

- Schede stratigrafiche di n° 3 scavi in area golenale fronte abitato di Mazzorno Sinistro – Adria (RO) e relativa documentazione fotografica;
- n. 9 certificati di analisi di caratterizzazione chimica sui campioni di materiale terroso prelevati nell'area di scavo del diaframma (loc. Mazzorno Sinistro, Adria);
- n. 3 certificati di analisi di caratterizzazione chimica sui campioni di materiale terroso prelevati nell'area golenale (loc. Mazzorno Sinistro, Adria);
- n. 1 certificato di analisi su campione di materiale terroso di risulta dallo scavo del diaframma mescolato alla miscela autoindurente (vedasi precedente cantiere di classifica RO-E-1432 - loc. Cavanella Po, Adria).

ALLEGATI

Ubicazione scavi esplorativi in area golenale di Mazzorno sinistro – Adria (RO)



Stratigrafie scavi esplorativi in area golenale di Mazzorno sinistro – Adria (RO)



Agenzia Interregionale per il fiume Po
Corso del Popolo, 129 - 45100 ROVIGO
Tel. 0425203111 - Fax. 0425422407
www.agenziainterregionalepo.it
ufficio-ro@agenziapo.it

COMMITTENTE: AIPO Agenzia Interregionale per il fiume Po						Sc. 1	
CANTIERE: Golena Mazzorno sinistro - Adria (RO)						pag.1	
Data: 06/03/2023		Attrezzatura: Escavatore idraulico		Lat.: 45.020657° Long.: 12.129123° Piano golena			
profondità (m)	stratigrafia	campioni	pro- fondità	tor- vane	DESCRIZIONE	Campioni	
p.c.		tipo n°	pro- fondità	kg/cmq		Indisturbato	Rimaneggiato
1,0	0,60	01	0,30		C1 Limo sabbioso deb. argilloso marrone		
2,0	1,60	02	1,20		C2 Sabbia medio fine pulita colore grigio		
3,0	3,00	03	2,20		C3 Limo argilloso marrone con screziature ocra		
Fine scavo						falda fondo scavo	

COMMITTENTE: AIPO Agenzia Interregionale per il fiume Po						Sc. 2	
CANTIERE: Golena Mazzorno sinistro - Adria (RO)						pag.1	
Data: 06/03/2023		Attrezzatura: Escavatore idraulico		Lat.: 45.020734° Long.: 12.129711° Piano golena			
profondità (m)	stratigrafia	campioni	pro- fondità	tor- vane	DESCRIZIONE	Campioni	
p.c.		tipo n°	pro- fondità	kg/cmq		Indisturbato	Rimaneggiato
1,0	0,60	01	0,30		C1 Limo sabbioso deb. argilloso colore marrone		
2,0	1,50	02	1,00		C2 Sabbia medio fine pulita colore grigio		
3,0	3,00	03	2,20		C3 Limo argilloso marrone con screziature ocra		
						falda a 2,95 m	

COMMITTENTE: AIPO Agenzia Interregionale per il fiume Po						Sc. 3	
CANTIERE: Golena Mazzorno sinistro - Adria (RO)						pag.1	
Data: 06/03/2023		Attrezzatura: Escavatore idraulico		Lat.: 45.021019° Long.: 12.130278° Piano golena			
profondità (m)	stratigrafia	campioni	pro- fondità	tor- vane	DESCRIZIONE	Campioni	
p.c.		tipo n°	pro- fondità	kg/cmq		Indisturbato	Rimaneggiato
1,0	0,15	01	0,15		C1 Limo sabbioso deb. argilloso colore marrone		
2,0	1,20	02	0,90		C2 Sabbia medio fine pulita colore grigio		
3,0	3,00	03	2,10		C3 Limo argilloso marrone con screziature ocra		
Fine scavo						falda a 3,00 m	

Golena fronte abitato di Mazzorno sinistro
Scavi esplorativi nell'area di prestito del materiale terroso



1) Scavo 1 (Sc 1) – vista verso fiume



2) Scavo 1 (Sc 1) – vista verso l'arginatura



3) Scavo 1 (Sc 1) – vista interno scavo



4) Scavo 2 (Sc 2) – vista verso fiume



5) Scavo 2 (Sc 2) – vista interno scavo



6) Scavo 3 (Sc 3) – vista verso argine



7) Scavo 3 (Sc 3) – vista interno scavo

