



Gennaio 2018



veneto acque



REGIONE DEL VENETO

# **MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E BONIFICA DELL'EX DISCARICA DI SANT'ELENA DI ROBEGANO IN COMUNE DI SALZANO (VE)**

## **PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO**

**Elaborato 14a**

**Capitolato Speciale d'Appalto  
Norme tecniche**

**Revisione a seguito della  
Conferenza dei Servizi Istruttoria,  
sedute del 6 e del 21 giugno 2017,  
verbale prot. 277280 del 7 luglio 2017  
e della verifica di progetto svolta  
dalla Stazione Appaltante**

Numero Relazione 1660672/P0874Rev.2  
Elaborato 14a

**RELAZIONE**





## Indice

<b>1.0</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>5</b>
<b>2.0</b>	<b>SINTESI DEGLI INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO</b>	<b>7</b>
<b>3.0</b>	<b>QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI, LORO IMPIEGO E CONTROLLI</b>	<b>8</b>
<b>4.0</b>	<b>CANTIERIZZAZIONE</b>	<b>10</b>
4.1	Realizzazione rilievo topografico preliminare ed individuazione Area di MISP	10
4.2	Perimetrazione ed accessi	10
4.3	Realizzazione dell'accesso al cantiere	10
4.4	Allacciamenti	11
4.5	Gestione delle interferenze	11
4.6	Cave per approvvigionamento inerti ed impianti di smaltimento	12
<b>5.0</b>	<b>ATTIVITÀ PRELIMINARI ALLE OPERE DI MISP</b>	<b>12</b>
5.1	Bonifica bellica	12
5.2	Demolizione dei manufatti esistenti e potatura delle alberature	13
5.2.1	Criteri generali da adottare per le demolizioni	13
5.2.2	Materiali contenenti amianto (MCA)	14
5.3	Cementazione dei piezometri esistenti all'interno o in prossimità dell'Area di MISP	14
5.4	Scotico preliminare delle aree oggetto di MISP	15
5.4.1	Geotessile non tessuto	15
5.4.1.1	Materiale	15
5.4.1.2	Accettazione	16
5.4.1.3	Modalità di posa in opera	16
5.5	Realizzazione delle piste interne di transito	16
5.5.1	Materiale	16
5.5.2	Accettazione	16
5.6	Realizzazione di piazzole di sgrondo dei rifiuti estratti	17
<b>6.0</b>	<b>REALIZZAZIONE DEL DIAFRAMMA PERIMETRALE</b>	<b>19</b>
6.1	Cantierizzazione dell'impianto	19
6.2	Posizionamento e movimentazione dei mezzi d'opera	19
6.3	Realizzazione piazzola zona centrale dell'area dell'impianto	19
6.4	Esecuzione del diaframma	20



6.4.1	Prescrizioni ed oneri generali.....	20
6.4.2	Realizzazione preliminare delle corree di guida.....	20
6.4.3	Caratteristiche del macchinario per l'esecuzione del diaframma .....	20
6.4.4	Parametri da misurare prima e durante l'esecuzione del diaframma .....	21
6.4.5	Caratteristiche dimensionali e prestazionali del diaframma .....	21
6.5	Gestione dei materiali di scavo provenienti dalla realizzazione del diaframma perimetrale.....	22
6.6	Realizzazione rilievo topografico .....	22
6.7	Specifiche tecniche dei materiali.....	23
6.7.1	Miscela plastica.....	23
6.7.1.1	Prequalifica.....	23
6.7.1.2	Prove in corso d'opera.....	23
6.8	Realizzazione di piezometri di collaudo e controllo.....	24
6.8.1	Piezometri di collaudo .....	24
6.8.2	Piezometri di controllo.....	25
6.8.3	Specifiche tecniche di realizzazione.....	25
6.9	Collaudo del diaframma.....	26
<b>7.0</b>	<b>REALIZZAZIONE DEL CAPPING SUPERFICIALE .....</b>	<b>28</b>
7.1	Attività preliminari alla posa .....	28
7.2	Configurazione del pacchetto di capping superficiale .....	28
7.3	Strato di impermeabilizzazione .....	28
7.3.1	Specifiche tecniche del materiale.....	29
7.3.2	Modalità di posa in opera .....	29
7.3.3	Collaudi.....	30
7.4	Strato di drenaggio delle acque meteoriche di infiltrazione.....	30
7.4.1	Specifiche tecniche del materiale.....	31
7.4.2	Modalità di posa in opera .....	31
7.4.3	Collaudi.....	31
7.5	Strato sommitale.....	31
7.5.1	Specifiche tecniche del materiale.....	31
7.5.2	Modalità di posa in opera .....	32
7.5.3	Idrosemina .....	32
7.5.4	Collaudi.....	33
<b>8.0</b>	<b>RACCOLTA ED ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE.....</b>	<b>34</b>



8.1	Tubazioni in PEAD.....	36
8.1.1	Materiali .....	36
8.1.2	Accettazione .....	36
8.2	Materiale granulare in ghiaia.....	36
8.2.1	Materiale .....	36
8.2.2	Accettazione e controlli in corso d'opera.....	37
<b>9.0</b>	<b>GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLE OPERE DI MISP .....</b>	<b>38</b>
<b>10.0</b>	<b>INDICAZIONI GENERALI PER GLI SMALTIMENTI .....</b>	<b>38</b>
<b>11.0</b>	<b>DISALLESTIMENTO DEL CANTIERE DI MISP .....</b>	<b>39</b>
<b>12.0</b>	<b>BONIFICA IN SITU DELLE AREE ESTERNE ALL'AREA DI MISP .....</b>	<b>40</b>
12.1	Obiettivi.....	40
12.2	Individuazione delle aree di intervento.....	40
12.3	Intervento mediante applicazione di reagenti a rilascio di ossigeno .....	41
12.3.1	Dimensionamento .....	42
12.4	Modalità operative .....	43
12.4.1	Modalità operative per la realizzazione della griglia di ossigenazione .....	43
12.4.2	Modalità operative per l'iniezione dei reagenti .....	44
12.5	Tempistiche di intervento.....	45
12.6	Verifica dell'andamento dell'intervento .....	45
12.7	Collaudi.....	46
 <b>TABELLE NEL TESTO</b>		
Tabella 1: Cementazione dei piezometri esistenti all'interno o in prossimità dell'Area di MISP. ....		14
Tabella 2: Obiettivi di bonifica. ....		40
Tabella 3: Aree di intervento per la bonifica in Situ. ....		40
Tabella 4: Parametri di dimensionamento dell'intervento di bonifica in situ.....		43
 <b>FIGURE NEL TESTO</b>		
Figura 1 – Foto satellitare con ubicazione del Sito, dell'Area di MISP e delle aree limitrofe con individuazione di una zona a 500 m dall'Area di MISP (fonte: Google Earth Pro) .....		5
Figura 2 – Configurazione delle aree di intervento.....		44



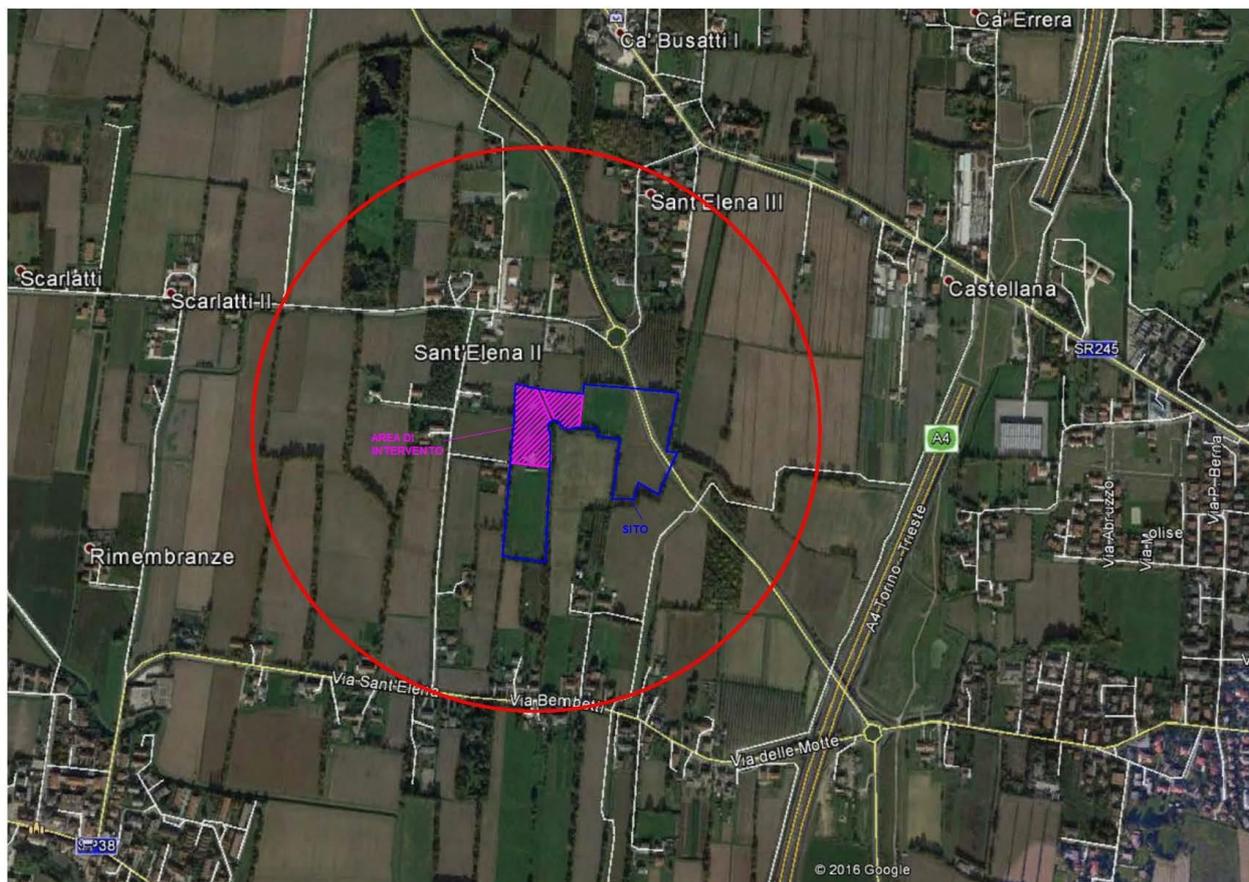
## 1.0 INTRODUZIONE

Il presente elaborato costituisce l'Elaborato 14 - Capitolato speciale d'appalto del Progetto di Messa in Sicurezza permanente (MISP) di una ex discarica ubicata nel Comune di Salzano (VE), in località Sant'Elena di Robegano, redatto da Golder Associates S.r.l. (Golder) su incarico di Veneto Acque S.p.A. (Veneto Acque, Stazione Appaltante).

La revisione n. 1 del documento presentato ad aprile 2017 (Relazione Golder n. 1660672/P0874) è stata redatta a seguito di quanto emerso in sede di Conferenza dei Servizi Istruttoria, nel corso delle sedute del 6 e del 21 giugno 2017, e delle prescrizioni di cui al verbale della Regione del Veneto prot. n. 277280 del 7 luglio 2017.

La presente revisione n. 2 del documento viene redatta a seguito dell'attività di verifica svolta dalla Stazione Appaltante ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs. 50/2016 e degli artt. 24-42 del D.P.R. 207/2010.

L'area nella quale si prevede di realizzare l'intervento in progetto (Sito), è un'area privata (Figura 1), sede di una ex discarica, in esercizio dal '79 al '85, attualmente chiusa ed adibita a coltivazione agricola diversificata (pascolo cavalli e seminativo).



**Figura 1 – Foto satellitare con ubicazione del Sito, dell'Area di MISP e delle aree limitrofe con individuazione di una zona a 500 m dall'Area di MISP (fonte: Google Earth Pro)**

L'intervento in progetto prevede la diaframmatura della sola zona occupata dai rifiuti industriali (Area di MISP, si veda l'Elaborato 1 - Relazione tecnica generale), per una superficie pari a circa 12.400 m<sup>2</sup>, che determina uno sviluppo lineare del diaframma perimetrale pari a circa 660 m.



---

**PROGETTO DI MISP E BONIFICA DELL'EX DISCARICA DI  
SANT'ELENA DI ROBEGANO IN COMUNE DI SALZANO (VE)**

---



## **2.0 SINTESI DEGLI INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO**

Di seguito viene riportata una sintesi delle attività previste dal progetto, rimandando all'Elaborato 1 per ulteriori dettagli:

- MISP di una porzione di Sito (Area di MISP), suddivisa in Lotto 1 e Lotto 2 per una superficie complessiva pari a circa 1,3 ha, tramite:
  - attività di cantierizzazione e attività preliminari alle opere di MISP;
  - realizzazione del diaframma perimetrale di spessore pari a 50 cm fino alla quota di 3,5 m s.l.m., per una profondità media di circa 7 m dal piano campagna (p.c.), per uno sviluppo lineare dell'opera di circa 657 m e una superficie planimetrica diaframmata complessiva pari a circa 12.400 m<sup>2</sup> (il materiale di scavo proveniente dalla realizzazione del diaframma perimetrale viene impiegato per conferire all'Area di MISP le pendenze necessarie per lo sgrondo delle acque meteoriche);
  - realizzazione del capping superficiale in corrispondenza dell'intera superficie diaframmata, preliminarmente scoticata per uno spessore pari a 50 cm, secondo la seguente configurazione dal basso verso l'alto:
    - strato di impermeabilizzazione di spessore almeno 30 cm, costituito da argilla;
    - strato di drenaggio delle acque meteoriche di infiltrazione di spessore almeno 30 cm, costituito da ghiaia;
    - strato sommitale di spessore almeno 100 cm, costituito da terreno vegetale successivamente inerbito, in parte proveniente dallo scotico preliminare delle aree oggetto di MISP e in parte approvvigionato dall'esterno;
  - opere per la gestione delle acque meteoriche;
  - prove e collaudi delle opere di MISP;
- interventi di bonifica in situ effettuati al fine di accelerare i processi di attenuazione naturale della contaminazione una volta interrotto il pennacchio di contaminazione che si genera all'interno della zona dei rifiuti industriali, monitorando successivamente nel tempo l'evoluzione della contaminazione.



### **3.0 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI, LORO IMPIEGO E CONTROLLI**

I materiali da impiegare, il loro impiego ed i controlli da eseguire saranno conformi a quanto stabilito dalle leggi e dai regolamenti vigenti e dalle specifiche tecniche indicate nella presente relazione.

I materiali occorrenti per la realizzazione delle opere provveranno dai fornitori e dalle località che l'Impresa Appaltatrice (IA) riterrà di sua convenienza, purché accettati ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori (DL), alla cui approvazione saranno sottoposti.

L'IA dovrà fornire i certificati comprovanti la qualità e la rispondenza ai requisiti minimi dei materiali proposti, indicate nelle presenti specifiche tecniche, indicando esplicitamente la provenienza degli stessi; in ogni caso l'IA rimarrà sempre responsabile della costanza delle caratteristiche accettate per tutto il materiale impiegato nel corso dei lavori.

In ogni caso i materiali, prima della loro collocazione in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla DL.

Quando la DL avesse rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'IA dovrà sostituirla ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a cura e spese dell'IA.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della DL, l'IA resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

I controlli, richiesti dalle norme vigenti, previsti nelle specifiche tecniche o comunque ordinati dalla DL, saranno a carico dell'IA ivi compresi i prelievi di campioni da sondaggio, da cumulo o per qualsiasi controllo ritenuto necessario da parte della DL.

Le spese saranno tutte a carico dell'IA la quale risponderà della buona riuscita delle opere anche con i risultati positivi dei controlli.

I macchinari e le apparecchiature impiegate dovranno rispondere alle specifiche di utilizzo presenti nelle seguenti Specifiche Tecniche e dovranno essere conformi alle vigenti normative nazionali e comunitarie.

Le macchine e le apparecchiature utilizzate dovranno essere in regola con le specifiche manutenzioni previste per le stesse: in ogni momento la DL potrà verificare i libretti di manutenzione ed eventualmente impedirne l'utilizzo. Qualsiasi fermo, ritardo o malfunzionamento derivante dalla mancata manutenzione dei macchinari sarà di responsabilità dell'IA ed a carico della stessa.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della DL, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla DL stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Il deposito dei materiali ritenuti idonei, dovrà avvenire, a giudizio della DL, su aree o in locali atti a garantirne la conservazione o ad evitare qualsiasi deterioramento.

Il deperimento delle installazioni, dei mezzi d'opera e degli attrezzi di proprietà dell'IA, compresi danni o rotture dovute a qualsiasi causa, accidentale o provocata da terzi, saranno a completo carico dell'IA stessa.

L'IA sarà tenuta alla custodia dei materiali, ivi compresi attrezzi e mezzi d'opera, eventualmente consegnatele dalla Stazione appaltante per l'esecuzione dei lavori e ne sarà responsabile per ciò che attiene a furti o smarrimenti. In tal caso l'IA dovrà garantire, oltre che la disponibilità di un idoneo luogo di stoccaggio, la piena tracciabilità d'impiego di detti materiali nell'ambito dei lavori, fornendo alla DL puntuale consuntivazione periodica, nonché dovrà custodirli ed assicurarli per furti e smarrimenti per i valori di volta in volta comunicati dalla Stazione appaltante. Alla conclusione dei lavori, dovrà risultare piena corrispondenza tra i quantitativi forniti e quelli utilizzati e rendicontati periodicamente; eventuali eccedenze dovranno pertanto essere restituite alla Stazione appaltante. Per nessun motivo, l'IA dovrà utilizzare detti materiali per altri scopi. Eventuali



mancanze verranno addebitate all'IA in occasione del saldo finale, con l'applicazione di una maggiorazione del 10% rispetto al valore attualizzato d'acquisto.

L'IA deve provvedere, a propria cura e spese, al ricovero, in opportuni locali e con idonei presidi, di quei materiali che risultassero di natura pericolosa nei confronti dell'ambiente.

Nessuna responsabilità potrà essere imputata alla Stazione appaltante per furti o smarrimenti di materiali e attrezzi di proprietà dell'IA. L'eventuale custodia del cantiere per l'esecuzione dei lavori dovrà essere affidata a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata, a norma dell'art. 22 della legge 13/09/1982, n. 646.

L'IA sarà tenuta a comunicare immediatamente alla Direzione Lavori, con lettera Raccomandata con avviso di ricevimento o Telefax o Posta Elettronica Certificata, l'eventuale presenza del custode, trasmettendo il nominativo e gli estremi del titolo posseduto.



## **4.0 CANTIERIZZAZIONE**

### **4.1 Realizzazione rilievo topografico preliminare ed individuazione Area di MISP**

Prima di iniziare i lavori, l'IA dovrà eseguire un rilievo topografico di dettaglio dell'Area di MISP. Il rilievo topografico dovrà essere restituito in quote assolute sul medio mare, riferendolo al medesimo caposaldo indicato all'interno dell'Elaborato 18.

L'Area di MISP dovrà essere opportunamente segnalata e materializzata a terra con picchetti e nastri segnalatori, secondo le indicazioni di cui agli elaborati grafici di progetto. In particolare, l'asse del tracciato del diaframma perimetrale sarà materializzato a terra mediante picchettamento dei vertici individuati in coordinate Gauss-Boaga all'interno dell'Elaborato 23.

### **4.2 Perimetrazione ed accessi**

Con riferimento a quanto rappresentato nell'Elaborato 21, prima dell'inizio dei lavori l'IA provvederà alla perimetrazione del cantiere, alla delimitazione delle piste di accesso, alla posa della opportuna segnaletica di cantiere e stradale. La Stazione Appaltante ha la responsabilità di garantire l'autorizzazione all'uso dell'area per tutta la durata dei lavori. L'IA dovrà provvedere alla recinzione dell'area con rete da cantiere ed all'installazione di un cancello per l'ingresso dei mezzi d'opera. Si rimanda alle planimetrie allegate al Piano di sicurezza e Coordinamento (PSC, Elaborato 13) per il dettaglio della disposizione dei presidi di accantieramento e delle baracche di cantiere (uffici, servizi igienici).

L'IA dovrà prevedere e predisporre quanto necessario per l'impianto di un cantiere adeguato alla portata del lavoro, compresi gli oneri per l'impianto e lo spianto delle attrezzature fisse e dei macchinari di normale uso, delle baracche per il personale e ricovero merci e delle attrezzature certificate e rispondenti alla vigente normativa, comprendendo, inoltre, il carico, il trasporto, lo scarico.

L'allestimento del cantiere comprenderà tutte le attività di trasporto e approntamento delle attrezzature necessarie alla buona riuscita del lavoro, nonché al loro collaudo preliminare, ed il viaggio del personale di cantiere, comprese eventuali soste.

Sarà onere dell'IA installare la cartellonistica di cantiere (divieti di accesso, impiego di DPI, tipologia e natura dell'intervento, ecc.) in corrispondenza dell'accesso al Sito e lungo tutto il perimetro. Tale segnaletica dovrà essere posta in maniera visibile e mantenuta per tutta la durata del cantiere.

L'IA sarà ritenuta responsabile della guardiania del cantiere dal momento della consegna dei lavori fino a quello della riconsegna al Committente.

Il personale dell'IA avrà la possibilità di muoversi, di movimentare materiali e mezzi d'opera esclusivamente entro l'area di cantiere evitando, in ogni caso, di accedere ad aree esterne all'ambito di intervento.

Tutte le movimentazioni di materiali e di mezzi d'opera dovranno essere eseguite in modo tale da evitare, per quanto possibile, spandimenti di terreno e produzione di polveri; l'IA dovrà comunque provvedere al mantenimento ed alla pulizia delle aree di accesso al Sito.

### **4.3 Realizzazione dell'accesso al cantiere**

L'accesso al cantiere avverrà dalla bretella di raccordo stradale del Passante di Mestre (Elaborato 20), a nord-est rispetto all'Area di MISP, previo allestimento dell'area di accesso e manovra secondo la seguente sequenza operativa:

- rimozione di un tratto di lunghezza pari a circa 20 m sia del filare di vigneto sia del filare alberato presenti sul ciglio del fossato che verrà attraversato per realizzare l'accesso al cantiere;
- posa di sabbia per allettamento e rinfianco delle tubazioni da posare all'interno del fossato, per uno spessore di circa 15 cm;



- posa di tubazioni in conglomerato cementizio vibrocompresso all'interno del fossato, per un tratto di circa 10 m; le tubazioni avranno diametro interno pari ad almeno 600 mm e spessore delle pareti pari ad almeno 80 mm (diametro esterno almeno 760 mm) e consentiranno lo scorrimento delle acque eventualmente presenti nel fossato;
- fornitura e posa di geotessile non tessuto di massa areica almeno 300 g/m<sup>2</sup>, con funzione di separazione del sovrastante misto granulare di cava dal sottostante terreno naturale;
- fornitura, posa e rullatura di misto granulare di cava, per uno spessore finale di almeno 30 cm, in corrispondenza dell'area di accesso e manovra.

### 4.4 Allacciamenti

Per quanto riguarda gli allacciamenti, si prevede quanto segue:

- allacciamento idrico: l'IA potrà approvvigionarsi dei volumi di acqua necessari per lo svolgimento delle attività previste in progetto allacciandosi al pozzo ad uso irriguo presente a sud-ovest dell'Area di MISP, terebrato fino ad una profondità di circa 200 m dal p.c. e ubicato in prossimità dei fabbricati di proprietà del Sig. Chinellato (Elaborato 21). L'allacciamento potrà avvenire tramite derivazione dalla testa del pozzo esistente e, in ogni caso, garantendo la contemporanea disponibilità idrica per gli eventuali utilizzi irrigui da parte del Sig. Chinellato. L'IA avrà l'onere di verificare la compatibilità della portata ammessa dal punto di allacciamento con quella necessaria per le diverse attività previste in progetto e, eventualmente, dovrà munirsi di appositi vasconi di stoccaggio da posizionare in corrispondenza dell'Area impianto individuata nell'Elaborato 21;
- allacciamento rete elettrica: sono possibili punti di allacciamento alla rete elettrica Enel in corrispondenza di Via Sant'Elena, a ovest dell'Area di MISP. L'IA dovrà installare un proprio quadro di cantiere, dotato di apposito contatore, per la derivazione dal punto di allacciamento. In alternativa, l'IA potrà dotarsi di gruppi elettrogeni provvisori, di capacità e potenza adeguati alle lavorazioni previste in progetto, opportunamente insonorizzati in modo da evitare incomodi o disturbi al vicinato.

Restano a carico dell'IA tutti gli oneri per le verifiche degli allacciamenti in funzione degli assorbimenti delle utenze, nonché per eventuali richieste e autorizzazioni di allacciamento alle utenze pubbliche necessari per lo svolgimento dei lavori.

### 4.5 Gestione delle interferenze

Sarà cura ed onere dell'IA, sulla base della cartografia di progetto, verificare con gli enti di fornitura e gestione dei servizi pubblici la presenza di sovraservizi e sottoservizi presso il Sito.

Si segnala, già in questa sede, la presenza di una linea acquedottistica gestita da Veritas S.p.A., che attraversa da sud-est a nord-ovest la porzione nord del Sito (Elaborato 6). La condotta acquedottistica dovrà essere resa visibile mediante picchettamento svolto in contraddittorio con Veritas S.p.A. e qualsiasi intervento dovrà mantenere una distanza minima pari a 3 m dal suo asse longitudinale. Come richiesto in sede di Conferenza dei Servizi Istruttoria (sedute del 6 e del 21 giugno 2017, verbale prot. 277280 del 7 luglio 2017), l'IA dovrà:

- informare Veritas S.p.A. con almeno 10 giorni di anticipo rispetto all'inizio dei lavori di esecuzione del diaframma, in modo da consentire al gestore di effettuare un sopralluogo preliminare sull'area interessata dall'intervento;
- porre in opera, qualora ne venga ravvisata l'opportunità, in funzione della tecnologia di scavo e dei mezzi impiegati per la realizzazione dell'opera, adeguati sistemi di monitoraggio delle vibrazioni eventualmente provocate alla condotta idrica, concordandone con Veritas S.p.A. le modalità di misura e controllo durante l'esecuzione del diaframma.

In ogni caso, il passaggio di qualsiasi sottoservizio dovrà essere segnalato in sito dall'IA con apposita segnaletica (picchetti, paline, nastri segnalatori).



Per la realizzazione dell'accesso al cantiere sarà occupata temporaneamente, per la durata del cantiere indicata nell'Elaborato 8, una superficie di circa 80 m<sup>2</sup> del mappale n. 722 del foglio n. 2 del Comune di Salzano, in proprietà di terzi ma già nella disponibilità della Stazione Appaltante. Per il dettaglio della risoluzione dell'interferenza si rimanda direttamente a quanto indicato nell'Elaborato 6.

## **4.6 Cave per approvvigionamento inerti ed impianti di smaltimento**

Le cave di prestito autorizzate per la fornitura di materiale inerte, con particolare riferimento alle forniture di argilla e terreno vegetale, individuate secondo un criterio di maggiore prossimità al Sito (entro un raggio di circa 50 km), risultano le seguenti<sup>(1)</sup>:

- cava "Serenissima" a Roncade (TV);
- cava "Costalunga e Menegazzo" a Cavaso del Tomba (TV);
- cava "Acque" a Fonte (TV);
- cava "Le Musse - Castelli" a Monfumo (TV);
- cava "Fornace" a Pederobba (TV);
- cava "Curogna" a Pederobba (TV);
- cava "Ciope" a Possagno (TV).

Sarà facoltà dell'IA individuare eventuali cave di prestito ulteriori rispetto a quelle riportate nell'elenco di cui sopra, senza che questo generi richieste di oneri aggiuntivi da parte della stessa IA.

Il piano di approvvigionamento predisposto dall'IA dovrà comunque essere preliminarmente sottoposto ad approvazione della D.LL.

Eventuali forniture di materiali inerti non provenienti da cave di prestito dovranno essere corredate da dichiarazioni e certificazioni conformi alla destinazione d'uso del materiale e redatte secondo i dettami della normativa vigente, con particolare riferimento alle procedure per la gestione delle terre e rocce da scavo di cui al D.P.R. 120/2017. Sarà comunque facoltà della Stazione Appaltante richiedere l'esibizione di eventuali dichiarazioni e certificazioni anche sulle forniture di materiali inerti provenienti da cave di prestito.

Per quanto riguarda gli impianti di smaltimento o eventuale recupero dei rifiuti generati nell'ambito dei lavori, l'IA dovrà fornire alla D.LL., preliminarmente all'inizio delle attività, l'elenco degli impianti individuati e le autorizzazioni degli stessi.

## **5.0 ATTIVITÀ PRELIMINARI ALLE OPERE DI MISP**

### **5.1 Bonifica bellica**

È totale ed esclusivo onere dell'IA, in quanto si intende compensato e compreso nei prezzi e nei corrispettivi di Contratto, effettuare prima dell'inizio dei lavori, a mezzo di ditta specializzata ed all'uopo autorizzata dalle competenti autorità, la bonifica bellica sia superficiale che profonda dell'intera zona sulla quale si svolgono i lavori di realizzazione del diaframma perimetrale.

La bonifica bellica sarà condotta secondo le specifiche di cui al Piano di Sicurezza e Coordinamento.

In caso di ritrovamento di un ordigno bellico durante le lavorazioni, la Stazione Appaltante riconoscerà la richiesta di sospensione dei tempi contrattuali per il periodo necessario alla rimozione dell'ordigno, senza che

<sup>(1)</sup> Le denominazioni delle cave sono tratte dal documento "Elenco cave in atto", reso disponibile dalla Regione Veneto presso il seguente indirizzo internet <http://www.regione.veneto.it/web/ambiente-e-territorio/dati-cave> e aggiornato al 29 dicembre 2017.



ciò consenta all'Appaltatore di pretendere diritti a risarcimento danni e/o fermo cantiere causato dall'incombente.

Fermo restando il compenso previsto e senza la maturazione di alcun onere aggiuntivo, la bonifica bellica potrà essere effettuata in più fasi e non in un'unica soluzione, secondo un programma temporale presentato alla DL e da questa approvato.

## **5.2 Demolizione dei manufatti esistenti e potatura delle alberature**

Sull'Area di MISP risultano attualmente presenti i seguenti manufatti:

- baracche attualmente impiegate come rimesse agricole, fienili o riparo animali, che occupano una superficie di circa 500 m<sup>2</sup> sulla porzione sud dell'Area di MISP e che risultano costituite da una struttura portante in pali di legno con copertura in lastre di eternit;
- tratti di recinzione/staccionata di altezza circa 1,5 m e sviluppo lineare totale circa 500 m, sostenuti in parte da pali di legno e in parte da pali di cemento;
- filari di vigneto attualmente posti in corrispondenza dei confini nord e ovest dell'Area di MISP.

Tali elementi dovranno essere demoliti e rimossi, in quanto interferenti con le opere di capping superficiale previste in progetto.

Infine, sono presenti filari di alberature attualmente posti in corrispondenza del ciglio dei fossati laterali di scolo, sui confini nord, est e ovest del Sito. Tutte le alberature poste in prossimità del tracciato del diaframma perimetrale saranno sottoposte ad operazioni di potatura, al fine di evitare l'interferenza delle chiome con i mezzi d'opera.

### **5.2.1 Criteri generali da adottare per le demolizioni**

Per l'esecuzione delle demolizioni saranno adottate le necessarie cautele e le lavorazioni verranno condotte in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbi al vicinato.

Le demolizioni saranno eseguite con diligenza, con ordine e dovranno procedere dall'alto verso il basso e comunque in modo da non rendere instabili le strutture residue in nessuna fase dell'intervento. Le modalità esecutive che saranno proposte non potranno prevedere di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso tramite opportuni canali il cui estremo inferiore non deve risultare a distanza superiore ai 2 m dal piano di raccolta.

Saranno inoltre adottati tutti gli accorgimenti necessari al fine di limitare le vibrazioni ed evitare il sollevamento di polveri, per cui i materiali di risulta verranno opportunamente bagnati secondo necessità.

Infine, si opererà in modo da non deteriorare i materiali di risulta, che devono essere gestiti secondo quanto disporrà la D.LL., con riferimento anche alle linee guida della Regione Veneto<sup>2</sup>. Pertanto, tutti i materiali riutilizzabili e recuperabili verranno opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, secondo le modalità che disporrà la D.LL.

Dal punto di vista delle emissioni sonore, si provvederà a ridurre al minimo l'emissione di rumore operando con mezzi e attrezzature di taglia adeguata. L'orario di lavoro sarà comunque esclusivamente quello diurno.

<sup>2</sup> "Modalità operative per la gestione dei rifiuti da attività di costruzione e demolizione", Allegato A alla Deliberazione della Giunta Regionale n. 1773 del 28 agosto 2012



## 5.2.2 Materiali contenenti amianto (MCA)

Prima della demolizione delle strutture, l'IA provvederà allo smontaggio di tutte le coperture in eternit, previa predisposizione, presentazione e conseguimento di specifica autorizzazione del Piano di Lavoro, da presentare ai sensi del D.Lgs. 81/2008 all'Azienda U.L.S.S. 3 Serenissima.

Sono quindi previste le seguenti attività:

- mappatura di dettaglio dei fabbricati interessati dalla presenza di coperture in eternit;
- realizzazione di ponteggi ed opere provvisorie, sia interne che esterne ai fabbricati con copertura in eternit;
- realizzazione dell'unità di decontaminazione per consentire l'esecuzione delle rimozioni in conformità al piano approvato;
- incapsulamento, rimozione, abbassamento al suolo, imballaggio ed etichettatura delle coperture;
- smaltimento presso discariche autorizzate del materiale rimosso;
- esecuzione di eventuali campionamenti ambientali;
- restituzione dell'area per le successive lavorazioni.

Analogamente, nel caso di altri manufatti a qualunque scopo destinati e rientranti nell'elenco della Tabella 1 del D.M. 6 settembre 1994 (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo: comignoli, tubazioni e rivestimenti isolanti), l'IA a sua cura e spese provvederà alla esecuzione delle analisi massive, alla redazione del Piano di Lavoro per le autorizzazione di legge, alla rimozione ed allo smaltimento presso le discariche autorizzate del materiale rimosso.

L'esecuzione di lavorazioni in presenza di MCA sarà affidata esclusivamente a impresa regolarmente iscritta all'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali alla Categoria 10 (bonifica dei beni contenenti amianto) per una classe compatibile con l'importo dei lavori.

## 5.3 Cementazione dei piezometri esistenti all'interno o in prossimità dell'Area di MISP

Nell'ambito delle opere previste, sarà effettuata la cementazione dei piezometri attualmente ubicati all'interno o in prossimità dell'Area di MISP (Tabella 1).

**Tabella 1: Cementazione dei piezometri esistenti all'interno o in prossimità dell'Area di MISP.**

N.	Piezometro	Tipologia	Coordinate Gauss-Boaga	
			est	nord
1	SondG-Pa01/2004-3	Piezometro superficiale	1744813,255	5048648,302
2	Pa01/2004-12	Piezometro profondo	1744769,098	5048701,779
3	Pa01/2004-25	Piezometro profondo	1744769,552	5048701,685
4	SondI-Pa02/2004-3	Piezometro superficiale	1744857,002	5048631,913
5	Pa03/2004-4	Piezometro superficiale	1744834,196	5048569,684
6	Pa03/2004-12	Piezometro profondo	1744834,153	5048571,430
7	SondF-Pa04/2004-3	Piezometro superficiale	1744778,132	5048627,178
8	Pz03	Piezometro profondo	1744854,020	5048633,600
9	Pz05	Piezometro profondo	1744856,830	5048686,670



N.	Piezometro	Tipologia	Coordinate Gauss-Boaga	
			est	nord
10	Pc02/2005	Piezometro profondo	1744765,929	5048564,615
11	Pc03/2005	Piezometro profondo	1744858,544	5048688,684

La miscela sarà realizzata dosando 130-150 kg di cemento e 2 kg di bentonite ogni 100 l di acqua.

L'operazione sarà eseguita immettendo la miscela tramite una lancia collegata ad una pompa di iniezione, e risalendo dal fondo del pozzo fino al piano campagna, in modo da evitare la formazione di possibili percorsi preferenziali. La testa pozzo sarà chiusa con un *packer* a tenuta dotato di manometro.

Una volta approntata la testa pozzo saranno effettuati una serie di cicli di pompaggio successivi attendendo la fase di scarico della sovrappressione. Al termine dei cicli di pompaggio, ossia quando non si rileverà più assorbimento di miscela nel dreno/terreno, sarà estratto il *packer* ed eseguito un rabbocco della miscela fino a raggiungere la testa pozzo, la cui parte superficiale verrà poi sigillata con calcestruzzo di piccola granulometria.

## 5.4 Scotico preliminare delle aree oggetto di MISP

Secondo la sequenza di intervento indicata nell'Elaborato 20, avanzando per lotti successivi, si provvederà allo scavo dei primi 50 cm di terreno vegetale *in situ*, che comporterà la rimozione di circa **6200 m<sup>3</sup>** <sup>(3)</sup> di materiale che verrà temporaneamente abbancato nelle aree indicate nell'Elaborato 20 e nell'Elaborato 21, previa posa di geotessile non tessuto di massa areica almeno 300 g/m<sup>2</sup> con funzione di separazione del terreno in abbancamento dal p.c. sottostante.

I risultati analitici dei campionamenti, eseguiti in data 10 marzo 2017 da parte di personale del laboratorio R&C Lab S.r.l. incaricato da Veneto Acque, in corrispondenza dello strato superficiale di terreno vegetale *in situ* per uno spessore medio di 50 cm dal p.c., hanno evidenziato per tutti i parametri indagati la piena conformità ai limiti di Colonna A, Tabella 1, Allegato 5, Titolo IV, Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 (concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale).

Pertanto, si prevede il successivo riutilizzo del terreno proveniente dallo scotico come terreno vegetale per la formazione del capping superficiale.

### 5.4.1 Geotessile non tessuto

#### 5.4.1.1 Materiale

I geotessili non tessuti con funzione di separazione e anti-intasamento dovranno essere costituiti da fibre stirate di polipropilene (100%), isotattico, coesionato mediante agugliatura meccanica, con l'esclusione di collanti o altri componenti chimici, stabilizzato ai raggi UV.

I geotessili non tessuti con funzione di anti punzonamento avranno le seguenti caratteristiche tecniche minime:

<input type="checkbox"/>	massa areica	UNI EN ISO 9864	[g/m <sup>2</sup> ]	300
<input type="checkbox"/>	resistenza a punzonamento	UNI EN ISO 12236	[kN]	3
<input type="checkbox"/>	resistenza a trazione	UNI EN ISO 10319	[kN/m]	20
<input type="checkbox"/>	allungamento a rottura	UNI EN ISO 10319	[%]	70

<sup>(3)</sup> Le indicazioni volumetriche, qui come altrove, sono espresse "in banco", ossia le quantità stimate rappresentano i volumi "geometrici" desunti dagli input di progetto, non tengono conto pertanto dell'effetto di rigonfiamento delle terre nel passaggio dallo stato in banco a quello "sciolto" o in mucchio che può essere computato dell'ordine del 20-30%.



Il materiale dovrà riportare ben evidenziato su ogni rotolo:

- il numero di matricola, riportato anche sui documenti di trasporto e sulla documentazione tecnica di riferimento rilasciata dal produttore/fornitore;
- il periodo massimo consentito di esposizione ai raggi ultravioletti, prima che si inneschino processi di deterioramento.

L'IA dovrà organizzare la posa dei teli e dei livelli soprastanti in modo tale che i periodi di esposizione ai raggi solari non superino mai i limiti massimi consentiti.

Durante il trasporto e l'immagazzinamento i rotoli dovranno essere protetti contro i deterioramenti dovuti a sole, fango, polvere o ad altre condizioni o agenti dannosi.

### 5.4.1.2 Accettazione

L'IA, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla D.LL. una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le schede tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità e, per ciascun rotolo, il Certificato comprovante la Marcatura CE, e sarà responsabile del prodotto approvvigionato.

Tale documentazione, insieme ad un campione del materiale, verrà sottoposto alla D.LL. per accettazione.

### 5.4.1.3 Modalità di posa in opera

I teli saranno sovrapposti indicativamente di 20 cm e dovranno essere paralleli per tutta la lunghezza dei teli stessi, senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti.

L'IA dovrà assicurare che i teli rimangano in posizione corretta durante tutte le fasi delle lavorazioni, anche in presenza di vento o altre condizioni atmosferiche avverse. Il fissaggio provvisorio potrà essere effettuato tramite zavoratura.

I geotessili non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici.

## 5.5 Realizzazione delle piste interne di transito

Le piste interne di transito per i mezzi d'opera, disposte come indicato nell'Elaborato 20 e nell'Elaborato 21, saranno realizzate, analogamente all'area di accesso e manovra ubicata all'ingresso del cantiere, mediante fornitura, posa e rullatura di misto granulare di cava, per uno spessore finale di almeno 30 cm.

Le piste di transito che ricadono all'interno dell'Area di MISP saranno realizzate soltanto successivamente alle operazioni di scotico del terreno vegetale *in situ*.

### 5.5.1 Materiale

Il misto granulare di cava è costituito da una miscela di aggregati lapidei, eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche. Nella sovrastruttura stradale il misto granulare è impiegato per la costruzione di strati di fondazione; nel caso specifico, sarà utilizzato per le piste interne di transito e di accesso.

Il materiale dovrà provenire da cave di prestito coltivate nel rispetto delle vigenti norme di legge.

L'Appaltatore potrà formare, su aree interne al cantiere individuate di concerto con la D.LL., depositi intermedi di accumulo di materiale per il riporto, se l'approvvigionamento del materiale dovesse procedere ad un ritmo più veloce della sua messa in opera.

### 5.5.2 Accettazione

Prima dell'inizio delle attività l'Appaltatore dovrà fornire idoneo certificato che attesti l'origine, la provenienza ed i requisiti tecnici della fornitura di materiale proveniente da cave di prestito.



Dopo il completamento delle piste di accesso, verrà effettuata la verifica dello spessore dello strato in almeno 3 punti su ogni pista e su ogni area spazialmente ben distribuiti.

Lo spessore deve essere conforme a quanto prescritto nella presente specifica.

## **5.6 Realizzazione di piazzole di sgrondo dei rifiuti estratti**

All'interno di ciascuno dei due lotti oggetto di MISP, al di sopra del piano di scotico preliminare dei primi 50 cm di terreno vegetale *in situ*, è prevista la realizzazione di una piazzola adibita alla deposizione temporanea dei rifiuti intercettati durante gli scavi per la realizzazione del diaframma perimetrale, che necessiteranno di un adeguato periodo di sgrondo.

I volumi di rifiuto estratti durante gli scavi per la realizzazione del diaframma, una volta posizionati sulla piazzola di sgrondo, devono comunque essere immediatamente coperti mediante teli in LDPE zavorrati con laterizi o sacchi di sabbia alla base. Si stima un volume totale massimo indicativo di circa 200 m<sup>3</sup> di rifiuti estratti nell'ambito degli scavi per la realizzazione del diaframma, in corrispondenza dei lati est e sud dell'Area di MISP.

Nell'ipotesi residuale in cui dovessero essere rinvenuti rifiuti nell'ambito della realizzazione dei fossi di sgrondo delle stesse piazzole, anche tali volumi saranno immediatamente coperti mediante teli in LDPE zavorrati con laterizi o sacchi di sabbia alla base e, una volta completata la realizzazione delle piazzole di sgrondo, saranno tempestivamente collocati all'interno dell'area impermeabilizzata. Si stima un volume totale massimo di circa 30-40 m<sup>3</sup> di rifiuti eventualmente estraibili durante gli scavi per la realizzazione dei fossi di sgrondo delle piazzole.

Ciascuna delle aree destinate ad accogliere le piazzole di sgrondo, realizzate e ubicate secondo gli schemi riportati nell'Elaborato 21, sarà allestita come segue:

- dimensione circa 300 m<sup>2</sup>;
- creazione di una pendenza pari ad almeno l'1% dalla linea di displuvio centrale verso i fossi di sgrondo laterali;
- scavi per una profondità massima di 50 cm rispetto al p.c. per la realizzazione dei fossi di sgrondo laterali;
- realizzazione di argini perimetrali con il terreno derivante dallo scavo dei fossi di sgrondo o comunque con materiale disponibile in cantiere;
- impermeabilizzazione al fondo come di seguito specificato:
  - rullatura e compattazione del fondo in sito;
  - stesa di telo in HDPE di spessore 2 mm, saldato nelle giunture, risvoltato sugli argini perimetrali ed opportunamente zavorrato;
  - stesa e compattazione di uno strato di sottofondo in misto granulare di cava opportunamente costipato, dello spessore minimo di 20 cm.

I fossi di sgrondo laterali avranno un volume totale di accumulo delle acque di sgrondo pari a circa 75 m<sup>3</sup> e qualora dallo sgrondo dei rifiuti venga prodotta una quantità di acque eccedente tale volume, queste saranno smaltite man mano che si accumuleranno, in tempo per evitare il riempimento delle fosse.

A titolo cautelativo, prevedendo che il maggior apporto di acque di sgrondo avvenga nei primi giorni successivi all'abbancamento dei materiali, l'IA dovrà preventivamente attivarsi, in modo tale da poter garantire il tempestivo intervento delle imprese che si occuperanno dello smaltimento.

Una volta terminate le operazioni di sgrondo dei rifiuti, le piazzole allestite e i rifiuti ivi contenuti saranno mantenuti al di sotto del restante materiale estratto dagli scavi del diaframma perimetrale e, comunque, al di sotto degli strati di capping superficiale.





## **6.0 REALIZZAZIONE DEL DIAFRAMMA PERIMETRALE**

### **6.1 Cantierizzazione dell'impianto**

La cantierizzazione dell'impianto per la produzione della miscela a bassa permeabilità comprenderà:

- serbatoi di accumulo (silos, vasche in acciaio, ...) per lo stoccaggio della materia prima;
- eventuali vasconi metallici fuori terra per lo stoccaggio dell'acqua;
- vasconi metallici fuori terra per la produzione della miscela resa pompabile mediante miscelazione.

L'area dell'impianto sarà allestita mediante:

- scotico del terreno in posto per uno spessore di circa 15 cm, con abbancamento temporaneo a bordo scavo del terreno scoticato;
- realizzazione di una soletta di spessore almeno 30 cm, in corrispondenza della zona centrale dell'area dell'impianto;
- fornitura, posa in opera e rullatura di misto granulare di cava, per uno spessore finale di almeno 30 cm, in corrispondenza delle zone perimetrali;
- riutilizzo del terreno scoticato, temporaneamente abbancato a bordo scavo, per la formazione di un arginello di contenimento e schermatura sui lati nord, est e sud dell'area dell'impianto.

### **6.2 Posizionamento e movimentazione dei mezzi d'opera**

I mezzi d'opera potranno muoversi all'interno dell'area perimetrata per eventuali carichi/scarichi di materiali anche durante le fasi di scavo ed iniezione del diaframma, mantenendo, in ogni caso, opportune distanze di sicurezza dalla macchina in fase di scavo ed iniezione ed evitando il passaggio in corrispondenza delle tubazioni di collegamento ed alimentazione della stessa (per esempio pompaggio acqua, pompaggi miscela).

La macchina impiegata per lo scavo e l'iniezione del diaframma sarà posizionata dall'IA secondo le esigenze operative ed, in ogni caso, di concerto con la D.LL.; nell'area di posizionamento della macchina potrà operare solo personale specializzato.

Sarà onere dell'IA individuare le piste e i percorsi che i mezzi d'opera dovranno seguire nella movimentazione interna dei materiali. In generale l'IA dovrà prestare la massima attenzione, nel corso delle movimentazioni dei materiali, a non indurre sporcamenti su aree di transito esterne al Sito.

In tal senso sarà onere dell'IA mantenere puliti i mezzi d'opera (cingoli, ruote, pale, ...) e le piste dedicate al loro transito.

### **6.3 Realizzazione piazzola zona centrale dell'area dell'impianto**

Nella porzione est del Sito sarà realizzata un'area impianto come indicato nell'Elaborato 21. L'IA dovrà preparare l'area mediante la fornitura, posa in opera e rullatura di misto granulare di cava, per uno spessore finale di almeno 30 cm, in corrispondenza delle zone perimetrali, in modo tale da mantenere un passaggio per i mezzi d'opera di larghezza almeno 5 m intorno alla soletta centrale. L'area avrà una dimensione di 20 m x 30 m.

All'interno dell'area dell'impianto l'IA dovrà realizzare una soletta di spessore almeno 30 cm e dimensioni 15 m x 15 m in corrispondenza della zona centrale dell'area dell'impianto per il posizionamento dei silos e dell'impianto di miscelazione, mediante getto in opera di calcestruzzo armato durabile a resistenza garantita, C28/35, e fornitura e posa in opera di armature in acciaio saldabile ad aderenza migliorata, tipo B450C, in barre Ø8 a maglia 100x100 mm.



## 6.4 Esecuzione del diaframma

### 6.4.1 Prescrizioni ed oneri generali

Nell'ambito dell'esecuzione del diaframma sarà obbligo dell'IA adottare tutti gli accorgimenti previsti dalla normativa in vigore alla data in cui verranno eseguite le lavorazioni, atti a ridurre e contenere ogni tipo di rischio e disturbo alle persone che eseguiranno i lavori nonché ai residenti delle zone limitrofe. Sarà altresì cura dell'IA evitare che le diverse operazioni possano arrecare danno ad opere e manufatti preesistenti.

In particolare, come richiesto in sede di Conferenza dei Servizi Istruttoria (sedute del 6 e del 21 giugno 2017, verbale prot. 277280 del 7 luglio 2017), sarà cura dell'IA informare, con almeno 10 giorni di anticipo rispetto all'inizio dei lavori di esecuzione del diaframma, Veritas S.p.A., gestore della linea acquedottistica che attraversa da sud-est a nord-ovest la porzione nord del Sito, in modo da consentire al gestore stesso di effettuare un sopralluogo preliminare sull'area interessata dall'intervento.

Inoltre, l'IA avrà cura di porre in opera, qualora ne venga ravvisata l'opportunità, in funzione della tecnologia di scavo e dei mezzi impiegati per la realizzazione dell'opera, adeguati sistemi di monitoraggio delle vibrazioni eventualmente provocate alla condotta idrica, concordandone con Veritas S.p.A. le modalità di misura e controllo durante l'esecuzione del diaframma.

### 6.4.2 Realizzazione preliminare delle corree di guida

La realizzazione del diaframma sarà preceduta dall'esecuzione di una coppia di corree di guida contrapposte, da eseguire successivamente allo scotico dei primi 50 cm di terreno vegetale *in situ* e preliminarmente allo scavo dei pannelli del diaframma.

La coppia di corree verrà realizzata ad una distanza netta pari alle dimensioni nominali della sezione del diaframma incrementata di circa 5 cm e avrà profondità pari ad almeno 50 cm dal p.c. Il volume di scavo movimentato per la realizzazione delle corree di guida, pari a circa 200 m<sup>3</sup>, verrà collocato al di sotto del pacchetto di capping superficiale e contribuirà, insieme al materiale proveniente dagli scavi del diaframma perimetrale, a generare le pendenze finali dell'Area di MISP.

Le corree dovranno essere eseguite secondo lo sviluppo e la sezione riportati nell'Elaborato 23 e dovranno essere realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera, mediante fornitura e posa in opera di conglomerato cementizio, C 25/30, rapporto a/c=0,6, confezionato a macchina per opere di sottomurazione e simili di qualsiasi tipo, forma e dimensione, compreso il ferro tondino d'armatura B450C ad aderenza migliorata per un quantitativo massimo fino a 30 kg/m<sup>3</sup>.

### 6.4.3 Caratteristiche del macchinario per l'esecuzione del diaframma

Tutte le attrezzature, prima di essere ammesse in cantiere, dovranno ricevere l'approvazione della D.LL. In ogni caso dovranno essere conformi a tutte le norme di sicurezza ed igiene del lavoro vigenti alla data di prima entrata in cantiere.

Il confinamento laterale sarà realizzato mediante esecuzione di un diaframma plastico in miscela ternaria acqua-cemento-bentonite, mediante scavo di pannelli effettuato con una **benna mordente a valve**, solidarizzata ad un'asta di manovra rigida denominata "Kelly", rigidamente collegata alla gru di manovra e di tipo telescopico. Contestualmente all'asportazione del terreno, sarà pompato nello scavo un pari quantitativo di miscela in modo da garantire le condizioni di equilibrio delle pareti della trincea.

Nell'utilizzo del sistema "Kelly", la verticalità del foro non è solamente affidata alla gravità ma è garantita (oltre che dalla coppia di corree guida contrapposte realizzate in precedenza) anche dal corretto posizionamento dell'asta: il "Kelly", che costituisce l'elemento rigido di sospensione della benna scavante, data la sua notevole rigidità alla flessione ed alla torsione, ha la funzione di impedire possibili deviazioni dell'utensile rispetto all'asse del diaframma.



Il collegamento fra il "Kelly" ed il braccio dell'escavatore è costituito da uno snodo in alto e da un puntello telescopico in basso al fine di consentire piccole correzioni nel posizionamento dell'asta durante il lavoro per garantire la verticalità. Inoltre, la gabbia metallica di guida obbliga l'asta di manovra a mantenere la posizione verticale impostata dal collegamento con il braccio dell'escavatore e l'asta di manovra della benna rimane sempre guidata anche quando si è raggiunta la profondità massima di scavo.

Il controllo della verticalità dei pannelli dovrà essere effettuato mediante appositi inclinometri installati sulla benna. La misura della verticalità potrà essere eseguita puntualmente, a cadenza predefinita, o in continuo, con letture acquisite automaticamente.

Dopo la preparazione, il fango bentonitico verrà stoccato in apposite vasche di accumulo e mantenuto in ricircolo per assicurarne l'omogeneità e facilitarne l'idratazione, successivamente verrà aggiunto il cemento nelle proporzioni indicate dall'IA ed approvate dalla D.LL. sulla base delle prove preliminari indicate ai paragrafi successivi. La miscela acqua-cemento-bentonite in opportune proporzioni così ottenuta verrà pompata nel pannello in corso di esecuzione.

L'ubicazione indicativa dei silos per lo stoccaggio delle materia prime, delle vasche e dei sistemi di pompaggio della miscela, viene riportata nell'Elaborato 21. Sarà cura dell'IA disporre i presidi di cantiere in modo da renderli idonei e funzionali alla realizzazione del manufatto previsto, in ogni caso, previa concertazione con la D.LL., l'IA potrà prevedere una diversa ubicazione delle aree di posizionamento degli stessi sulla base di esigenze operative.

#### 6.4.4 Parametri da misurare prima e durante l'esecuzione del diaframma

Lungo l'intero tracciato del diaframma perimetrale, in corrispondenza del quale saranno note le quote assolute sul medio mare a seguito della restituzione del rilievo topografico iniziale, verranno calcolate le profondità da raggiungere per intestare l'opera in corrispondenza della quota di fondo posta pari a 3,5 m s.l.m., corrispondente a circa 7 m dal p.c.

Nel corso della realizzazione del diaframma perimetrale, secondo la frequenza minima di una rilevazione per ciascuno dei pannelli realizzati, saranno registrati almeno i seguenti parametri :

- quota assoluta sul medio mare del piano di testata;
- profondità rispetto al piano di testata;
- parametri relativi al controllo della verticalità.

I valori saranno registrati su apposite schede e consegnati giornalmente alla D.LL.

Saranno inoltre annotate le variazioni stratigrafiche risultanti dall'esame del detrito di perforazione ed eventuali anomalie quali le perdite di acqua o altre.

#### 6.4.5 Caratteristiche dimensionali e prestazionali del diaframma

Il diaframma perimetrale, sulla base di quanto riportato nell'Elaborato 1, avrà le seguenti caratteristiche dimensionali:

- perimetro complessivo pari a circa **657 m** (circa 406 m in corrispondenza del Lotto 1, circa 251 m in corrispondenza del Lotto 2);
- spessore orizzontale della sezione pari ad almeno **50 cm**;
- profondità di testata posta **50 cm** sotto all'attuale p.c., in corrispondenza del piano di scotico del terreno vegetale *in situ*;
- quota di fondo pari a **3,5 m s.l.m.**, corrispondente a:
  - una profondità media di circa 7 m dall'attuale p.c.;



- uno spessore medio verticale della sezione pari a circa 6,5 m.

Il diaframma perimetrale verrà realizzato lungo il tracciato individuato nell'Elaborato 23, in cui vengono indicati in coordinate Gauss-Boaga i vertici del suo asse.

L'area interna alla diaframmatrice avrà una superficie di circa 12.400 m<sup>2</sup>, di cui circa 8.800 m<sup>2</sup> in corrispondenza del Lotto 1 e circa 3.600 m<sup>2</sup> in corrispondenza del Lotto 2.

Il diaframma avrà una permeabilità non superiore a  $1 \times 10^{-9}$  m/s, ottenuta mediante miscelazione preventiva all'iniezione di una miscela opportunamente dosata di cemento e bentonite.

La sequenza di scavo dei pannelli viene scelta in funzione delle caratteristiche del terreno, del tipo di diaframma, del tipo di fluido stabilizzante e del tipo di utensile utilizzato. Nel caso in questione, il diaframma plastico verrà realizzato mediante successione di elementi primari (pannelli primari - P) e di elementi secondari (pannelli secondari - S) alternati. Lo scavo del pannello adiacente a quello già gettato sarà eseguito dopo che la miscela di questo avrà completato la fase di presa. L'IA dovrà, pertanto, tenere conto di eventuali periodi di sospensione dei lavori tra l'esecuzione dei pannelli primari e quelli secondari in attesa dei tempi di presa della miscela. Per esigenze dettate dalla lunghezza dei singoli pannelli rispetto al tracciato del diaframma, in alcuni tratti, questi, potranno avere una sovrapposizione maggiore.

L'IA avrà facoltà di definire un proprio ordine di esecuzione dei pannelli primari e secondari sulla base di motivate esigenze logistiche. L'ordine di esecuzione dei pannelli dovrà essere sottoposto a preventivo e formale assenso della D.LL. e, in ogni caso, dovrà garantire il rispetto delle caratteristiche dimensionali del diaframma, la sovrapposizione prevista per i pannelli e i tempi per la presa della miscela.

La tempistica indicata nel cronoprogramma per la realizzazione del diaframma perimetrale è stata calcolata con l'assunzione di operare l'esecuzione di n. 7 pannelli al giorno.

L'IA dovrà verificare eventuali abbassamenti nei pannelli completati in precedenza, dovuti ad un possibile ulteriore assorbimento della miscela nella fase di maturazione, effettuando rabbocchi della stessa sino al piano di posa.

È inoltre prevista la realizzazione di un pannello supplementare dedicato alle prove e ai collaudi distruttivi la cui ubicazione è prevista nell'angolo sud-est del manufatto.

## **6.5 Gestione dei materiali di scavo provenienti dalla realizzazione del diaframma perimetrale**

Secondo le modalità in avanzamento per lotti successivi, i materiali di scavo provenienti dalla realizzazione del diaframma saranno gestiti secondo i seguenti criteri:

- carico sui mezzi destinati al trasporto interno alle aree di cantiere;
- posa all'interno del lotto in fase di MISP, con spessori omogenei o, in ogni caso, in modo tale da non creare accumuli temporanei di materiale di altezza superiore a circa 2 m;
- conformazione morfologica con pendenze di circa l'1 – 1,5% verso i bordi esterni dell'Area di MISP, secondo il piano quotato rappresentato nell'Elaborato 24.

Per i soli rifiuti estratti dagli scavi sui lati sud ed est dell'Area di MISP, è prevista una preliminare fase di sgrondo in corrispondenza delle piazzole di sgrondo allestite come indicato al paragrafo 5.6.

## **6.6 Realizzazione rilievo topografico**

Una volta terminate le operazioni di realizzazione del diaframma e di conformazione morfologica dell'area con il materiale proveniente dallo scavo dello stesso, l'IA dovrà effettuare un rilievo topografico di dettaglio dell'Area di MISP che consentirà alla D.LL. di verificare la conformità agli elaborati progettuali (in particolare Elaborato 24).



Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- tolleranza altimetrica:  $\pm 10$  cm rispetto alla quota di progetto;
- tolleranza planimetrica:  $\pm 25$  cm rispetto all'ubicazione di progetto.

La D.LL. valuterà quanto effettuato, evidenziando eventuali difformità ed oneri a carico dell'IA.

## **6.7 Specifiche tecniche dei materiali**

### **6.7.1 Miscela plastica**

Il diaframma plastico sarà realizzato con una miscela ternaria acqua, cemento, bentonite (ovvero con un premiscelato) ed eventuali additivi.

La miscela avrà composizione tale da consentire il sostentamento degli scavi e, una volta indurita, da rispondere ai requisiti prestazionali richiesti.

#### **6.7.1.1 Prequalifica**

La composizione delle miscele da adoperare per le opere di diaframmatrice dovrà essere preventivamente testata da parte dell'IA per verificarne il valore di conducibilità idraulica raggiungibile, la compatibilità con la specifica tipologia di terreno in posto ed il chimismo delle acque di falda, nonché le proprietà richieste per l'utilizzo (tempo di presa, lavorabilità, viscosità).

Si prevede di far analizzare minimo n. **2 campioni** in laboratorio. In particolare, si prevede di far maturare un campione con l'acqua del pozzo ad uso irriguo presente in prossimità dell'abitazione del Sig. Chinellato (Elaborato 21), che sarà utilizzata dall'IA per la preparazione della miscela, ed un campione con l'acqua dell'acquifero principale prelevata da uno dei pozzi presenti all'interno dell'Area di MISP.

I campionamenti dovranno essere eseguiti in conformità ai criteri di base espressi nel Protocollo Operativo relativo alla D.G.R. del Veneto, n. 2922 del 3 ottobre 2003 ed in generale in riferimento all'Allegato 2 al Titolo V della parte Quarta del D.Lgs. 152/2006. Sul campione di acqua di falda dovranno essere effettuate le seguenti analisi:

- parametri chimico-fisici caratteristici: alcalinità, pH, potenziale redox, conducibilità, ossigeno disciolto, solidi sospesi;
- elementi e sostanze chimiche: metalli (As, Fe, Mn, Cd, Co, Cr tot e CrVI, Hg, Ni, Al, Pb, Sb, Cu, Se, Zn), solfati, fosfati totali, cloruri, fluoruri.

Le analisi dovranno essere eseguite presso un laboratorio abilitato ed accreditato e dovranno essere realizzate secondo le più aggiornate metodiche analitiche in uso.

Al termine di un periodo di maturazione di 28 giorni, i campioni di miscele maturati con acqua di falda verranno sottoposti a:

- test di conducibilità idraulica (permeabilità a carico variabile - UNI CEN ISO/TS 17892-11);
- test di compressione a rottura (prova con espansione laterale libera ELL – ASTM D2166).

Sulla base dei valori ottenuti dalle prove di prequalifica, nonché dell'esperienza, l'IA dovrà definire la miscela da impiegare per la realizzazione del diaframma, che sottoporrà all'approvazione della D.LL.

Saranno a carico dell'IA eventuali ridefinizioni e/o ricalibrature della miscela, a seguito del conseguimento dei risultati delle prove di prequalifica.

#### **6.7.1.2 Prove in corso d'opera**

La miscela individuata dovrà rispettare le seguenti caratteristiche prestazionali per i parametri misurati in corso d'opera e per quelli misurati mediante opportune prove geotecniche di laboratorio:



- viscosità Marsh: 30 ÷ 60 s;
- densità: 1,1 ÷ 1,5 t/m<sup>3</sup>;
- resa volumetrica: > 97 %
- permeabilità (a 28 gg): ≤ 10<sup>-9</sup> m/s.

Dal punto di vista della resistenza a compressione, vista l'ubicazione del manufatto e le finalità ambientali dell'intervento, non si ritiene di prevedere particolari parametri di vincolo per la stessa. Per le proprietà geotecniche delle loro componenti, i diaframmi plastici raggiungono, generalmente, valori di resistenza nell'ordine di 800-1600 kPa, sufficienti a garantire l'integrità del manufatto a seguito del riempimento dello scavo ed il ripristino delle aree.

Al fine di verificare il rispetto delle caratteristiche prestazionali indicate, sui materiali dovranno essere eseguite le seguenti prove in corso d'opera:

Caratteristiche del cemento:

n. 1 prova al setaccio da 0.06 mm.

Caratteristiche della bentonite:

n. 1 prova di decantazione o resa volumetrica;

n. 3 prove di viscosità.

Caratteristiche della miscela cemento/bentonite:

n. 1 prova di decantazione o resa volumetrica;

n. 3 prove di peso specifico;

n. 3 prove di viscosità.

Le caratteristiche di cui sopra dovranno essere verificate con frequenza almeno giornaliera, direttamente in cantiere.

Le prove di laboratorio sul fango indurito per verificare la rispondenza delle caratteristiche della miscela gettata ai valori indicati prevedono l'esecuzione di prove di permeabilità su almeno n. 1 campione a 28 giorni ogni 500 m<sup>2</sup> di superficie laterale di diaframma eseguito.

La D.LL. si riserva di prescrivere, in accordo con la Stazione Appaltante e a carico dell'IA, eventuali ulteriori prove rispetto a quelle previste in corso d'opera.

A sua volta l'IA potrà, sulla base dell'esperienza e comunque a propria cura e spese, prevedere eventuali variazioni alle prove indicate, che dovrà preventivamente sottoporre ad approvazione della D.LL.

## **6.8 Realizzazione di piezometri di collaudo e controllo**

### **6.8.1 Piezometri di collaudo**

Allo scopo di effettuare le prove di collaudo del diaframma perimetrale, si prevede di realizzare n. 8 coppie di piezometri di collaudo, interni ed esterni al diaframma, fino alla quota di circa 5 m s.l.m., collocate come indicato nell'Elaborato 26. Tutti i piezometri dovranno essere realizzati prima della posa degli strati di capping superficiale, in modo tale che la testa dei piezometri stessi rimanga fuori terra per circa 20-30 cm una volta conclusa la posa di tutti gli strati di capping.



## **6.8.2 Piezometri di controllo**

Allo scopo di verificare il livello piezometrico interno all'area diaframmata, si prevede di realizzare ulteriori n. 9 piezometri di controllo, interni al diaframma, fino alla quota di circa 5 m s.l.m., collocati come indicato nell'Elaborato 26. Anche i piezometri di controllo dovranno essere realizzati prima della posa degli strati di capping superficiale, in modo tale che la testa dei piezometri stessi rimanga fuori terra per circa 20-30 cm una volta conclusa la posa di tutti gli strati di capping.

## **6.8.3 Specifiche tecniche di realizzazione**

In generale, le attività di sondaggio per la realizzazione dei piezometri di collaudo e controllo dovranno essere eseguite secondo le seguenti modalità operative:

- piezometri di collaudo interni e piezometri di controllo:
  - diametro esterno del carotiere: 131 mm;
  - diametro esterno del rivestimento: 152 mm;
- piezometri di collaudo esterni:
  - diametro esterno del carotiere: 101 mm;
  - diametro esterno del rivestimento: 131 mm;
- perforazione a rotazione, a carotaggio continuo con carotiere semplice o doppio in caso di necessità, a bassa velocità e a secco;
- la perforazione deve garantire il minimo disturbo del sottosuolo e deve essere sostenuta dall'infissione dei tubi di rivestimento (camicia provvisoria) approfonditi via via che si scende con la perforazione;
- l'uso di acqua pulita (acqua proveniente dall'acquedotto o verificata tramite analisi chimica) come fluido di perforazione è limitata ai casi in cui si verifichi l'impossibilità di procedere a secco nell'infissione dei rivestimenti a seguire;
- il carotaggio del materiale deve essere integrale con percentuale di recupero superiore al 90%, compatibilmente con le condizioni stratigrafiche locali;
- le carote, estratte senza l'utilizzo di fluidi, devono essere ben conservate in cassette catalogatrici rivestite e coperte da telo impermeabile e provviste di etichettatura completa idonea a identificare univocamente il materiale;
- raggiunta la profondità di campionamento o la massima profondità di perforazione, dovrà essere verificata la stessa mediante l'utilizzo di uno scandaglio.

Le attività di perforazione saranno supervisionate da un geologo di cantiere, il quale deve verificare la disponibilità di tutta la documentazione necessaria all'esecuzione delle attività, ivi compresi i documenti relativi alla sicurezza. Gli operatori devono indossare gli adeguati dispositivi di protezione individuale, come indicato nei documenti della sicurezza e adottare tutte le misure richieste in quest'ultimi.

Tutto il macchinario venuto in contatto con terreno potenzialmente inquinato dovrà essere lavato e pulito da un sondaggio all'altro, per evitare la diffusione incontrollata dell'inquinamento. La decontaminazione della strumentazione avverrà tramite getto di acqua da idropulitrice.

Durante lo svolgimento delle perforazioni il geologo di campo provvederà alla redazione dei log stratigrafici recanti la registrazione su carta della successione litologica incontrata durante la perforazione.

I piezometri di collaudo interni e i piezometri di controllo saranno allestiti con tubazione piezometrica in **HDPE da 4"** avente le seguenti caratteristiche:



- tratto cieco da 0 a 2 m dal p.c.;
- tratto fessurato da 2 m dal p.c. fino a fondo foro.

Invece i piezometri di collaudo esterni saranno allestiti con tubazione piezometrica in **HDPE da 3"** avente le seguenti caratteristiche:

- tratto cieco da 0 a 1 m dal p.c.;
- tratto fessurato da 1 m dal p.c. fino a fondo foro.

Tutti i piezometri saranno chiusi ermeticamente da tappi ad espansione lucchettabili e saranno dotati di pozzetto metallico di protezione e segnalazione fuori terra.

L'intercapedine anulare tra le pareti del foro e del tubo piezometrico sarà riempita con ghiaietto siliceo pulito e selezionato, nel tratto finestrato. Nel tratto cieco superiore l'intercapedine verrà riempita con bentonite sigillante, sopra il tratto finestrato e comunque in corrispondenza di livelli di terreno a ridotta permeabilità. Sopra il tappo di bentonite e fino al piano campagna l'intercapedine sarà infine riempita con malta cementizia sigillante. In questo modo si separa con certezza la falda dagli strati superiori del suolo e si evitano infiltrazioni di acqua superficiale.

Successivamente alla realizzazione dei pozzi, dovrà essere effettuato lo sviluppo degli stessi mediante pompa a portata regolabile inserita a metà circa del tratto finestrato e attivata a bassa portata (<5 l/min). Con la progressiva riduzione del carico solido nell'acqua emunta si incrementa la portata fino a raggiungere valori compresi tra 10 e 20 l/min, in funzione della prevalenza. La fase di sviluppo sarà protratta fino alla rimozione di un numero sufficiente di volumi d'acqua (da 30 a 50 volte) contenuti all'interno del foro (tubo piezometrico + intercapedine con ghiaietto).

Le acque di sviluppo dei pozzi saranno stoccate in sito in cisternette etichettate tipo "bulk" di idonea volumetria e successivamente smaltite come da normativa vigente.

Tutti i piezometri installati saranno rilevati mediante battuta topografica al termine delle attività, rilevando posizione in coordinate Gauss-Boaga, quota bocca pozzo e quota piano campagna, espresse in metri s.l.m. L'IA dovrà riportare i punti battuti sulla cartografia in uso in formato digitale.

## **6.9 Collaudo del diaframma**

Il cronoprogramma relativo alle operazioni di realizzazione del diaframma perimetrale sarà trasmesso all'ArpaV/Collaudatore da parte della D.LL., che avrà cura di aggiornarlo, al fine di rendere possibile la realizzazione di eventuali attività di collaudo in corso d'opera e ridurre quanto più possibile le verifiche di carattere invasivo a posteriori.

Quali attività finalizzate al collaudo del diaframma perimetrale si prevedono le seguenti:

- realizzazione di un'appendice esterna del diaframma, in prolungamento di circa 3 m, in corrispondenza della quale viene messa a giorno la testa del diaframma mediante escavatore e viene realizzato un sondaggio in mezzera per la **verifica della profondità** di progetto, sino al rinvenimento del terreno in posto, con relativo ripristino del foro eseguito con le medesime miscele che costituiscono il diaframma;
- prelievo di n.2 campioni indisturbati in corrispondenza dell'appendice esterna del diaframma, alle profondità di circa 2 m e circa 5 m dal p.c., per la **verifica delle caratteristiche della miscela plastica**, da sottoporre alle seguenti analisi geotecniche:
  - classificazione geotecnica visiva (ASTM D2488);
  - peso dell'unità di volume (UNI CEN ISO/TS 17892-2);
  - permeabilità a carico variabile (UNI CEN ISO/TS 17892-11);



Le analisi dovranno essere eseguite presso un laboratorio abilitato ed accreditato e dovranno essere realizzate secondo metodiche sopra indicate o, qualora superate al momento dell'esecuzione, secondo le più aggiornate metodiche UNI o ASTM in uso;

- svolgimento di una campagna di indagine con metodo G.P.R. (Ground Penetrating Radar) per la **verifica dello spessore** del diaframma in cemento-bentonite, impiegando allo scopo le coppie di piezometri di collaudo descritte al paragrafo 6.8.1. Nel caso in cui la tecnica G.P.R. non dovesse dare risultati soddisfacenti, verrà valutata con le Autorità di controllo la possibilità di ricorrere a tecniche geoelettriche (tomografie). Sarà facoltà dell'IA indicare sistemi di verifica alternativi, che dovranno comunque essere preventivamente valutati e approvati dalla D.LL. di concerto con la Stazione Appaltante.

Potranno essere valutate, durante l'esecuzione dei lavori, eventuali ulteriori prove o verifiche in corso d'opera ritenute necessarie dall'ArpaV/Collaudatore, previo coordinamento ed accordo con la D.LL. Tali attività saranno in ogni caso a cura ed onere dell'IA che sarà tenuta a presentare idonea documentazione attestante i risultati ottenuti.



## **7.0 REALIZZAZIONE DEL CAPPING SUPERFICIALE**

Il capping superficiale ha lo scopo di separare fisicamente i rifiuti dall'ambiente superficiale, impedendone il contatto con gli agenti atmosferici esterni ed, in particolare, l'infiltrazione delle acque meteoriche.

Prima di procedere alla posa degli strati di capping superficiale, l'IA dovrà provvedere alla posa all'interno delle aree oggetto di MISP dei materiali provenienti dallo scavo del diaframma perimetrale, che verranno impiegati per conformare le pendenze secondo i profili indicati nell'Elaborato 24.

Una volta completata la realizzazione del capping superficiale, le aree oggetto di MISP presenteranno innalzamenti massimi delle quote topografiche rispetto all'attuale p.c. pari a circa:

- 1,6 m in corrispondenza delle zone centrali di dispiuvio del Lotto 1 e del Lotto 2;
- 1,1 m in corrispondenza delle zone al perimetro.

### **7.1 Attività preliminari alla posa**

Preliminarmente alla posa di ciascuno degli strati di cui è costituito il capping superficiale, dovranno essere effettuate le seguenti attività:

- spianamento e regolarizzazione dell'area di posa del capping superficiale, con particolare riferimento alle zone perimetrali dove sono posizionate le piste interne di transito dei mezzi d'opera;
- verifica dell'assenza di asperità, elementi lapidei o altri materiali che possano compromettere la struttura dei successivi strati di capping superficiale;
- controllo mediante rilievo topografico delle quote raggiunte con la posa dello strato sottostante.

Il rilievo topografico dovrà essere restituito in quote assolute sul medio mare, riferendolo al medesimo caposaldo indicato all'interno dell'Elaborato 18.

I rilievi topografici ed i tracciamenti mirati alla verifica delle quote finali, degli spessori e delle pendenze dei piani dovranno essere svolti a cura dell'IA; la D.LL. avrà l'onere di verificare la conformità delle quote e dei profili realizzati.

### **7.2 Configurazione del pacchetto di capping superficiale**

La sezione tipologica del capping superficiale viene riportata nell'Elaborato 24.

Il capping superficiale sarà realizzato sull'intera area diaframmata, pari complessivamente a circa 12400 m<sup>2</sup>, e avrà la funzione di impedire le infiltrazioni meteoriche su tutta l'area oggetto di MISP.

Il pacchetto di capping superficiale sarà costituito (dal basso verso l'alto) dai seguenti elementi:

- strato di impermeabilizzazione, costituito da argilla;
- strato di drenaggio delle acque meteoriche di infiltrazione, costituito da ghiaia, protetta da eventuali intasamenti sia rispetto allo strato sottostante in argilla sia rispetto allo strato sovrastante in terreno vegetale;
- strato sommitale, costituito da terreno vegetale successivamente inerbito, in parte proveniente dallo scotico preliminare delle aree oggetto di MISP e in parte approvvigionato dall'esterno.

### **7.3 Strato di impermeabilizzazione**

Lo strato di impermeabilizzazione sarà formato da argilla, che verrà posata con uno spessore minimo di 30 cm e coefficiente di permeabilità non superiore a  $6 \times 10^{-9}$  m/s. Come richiesto in sede di Conferenza dei Servizi Istruttoria, tale configurazione risulta equivalente allo strato di impermeabilizzazione previsto dal D.Lgs. 36/2003 per la copertura finale delle discariche, di spessore minimo pari a 50 cm e coefficiente di permeabilità non superiore a  $1 \times 10^{-8}$  m/s.



Per argilla si intende una terra ricca di colloidali argilliformi (circa 40%) con diametro delle particelle <0,002 mm, ad alta densità assoluta (circa 2,5), ricca di microporosità, in grado di trattenere per capillarità una grande quantità di acqua.

### **7.3.1 Specifiche tecniche del materiale**

Il materiale da utilizzare dovrà avere granulometria, limiti ed indici che ricadono all'interno dei valori riportati nel seguito:

- contenuto in argilla: superiore al 50%;
- contenuto di ghiaia: inferiore al 5%;
- passante al setaccio 200 ASTM: superiore al 30%;
- limite liquido: minimo 30%;
- indice di plasticità: minimo 15%.

Il materiale dovrà essere privo di qualsiasi materia estranea quale terreno organico, piante, e di qualsiasi altro materiale non idoneo.

L'IA comunicherà alla D.LL. i nominativi della/e cava/e di prestito che intende utilizzare e fornirà alla D.LL. i campioni del materiale.

L'IA sottoporrà alla D.LL. i risultati delle seguenti prove, eseguite presso ciascuna cava di prestito:

- granulometria;
- limiti di Atterberg.

Sulla base dei risultati delle prove, la D.LL. si riserva la facoltà di accettare o meno le forniture proposte; in particolare, potrà essere sufficiente che una sola delle prove suddette dia esito negativo per giustificare il rifiuto della fornitura.

### **7.3.2 Modalità di posa in opera**

Il materiale potrà essere steso solo previa regolarizzazione della superficie sottostante e previa approvazione della superficie di imposta da parte della D.LL. (paragrafo 6.6).

L'argilla, una volta scaricata dagli automezzi, dovrà essere stesa con macchine a lama, sminuzzata per mezzo di aratri a dischi rotanti o con attrezzatura equivalente in modo tale da evitare la presenza di zolle di grandi dimensioni.

La posa verrà effettuata per strati di spessore di circa 15 cm, adeguatamente compattati. La stesa del materiale dovrà essere eseguita con modalità ed attrezzature atte ad evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro dovrà essere garantito il rapido deflusso delle acque meteoriche. Tutte le operazioni anzidette non devono comunque essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato compattato.

Qualora l'insolazione e l'alta temperatura ambientale creassero polvere sul piano di imposta o sulla superficie degli strati, questi dovranno essere inumiditi e mantenuti umidi fino alla stesura dello strato successivo. Qualora all'atto della stesura del materiale questo dovesse risultare troppo umido, esso dovrà essere essiccato, stendendolo e rimaneggiandolo (in periodi di bel tempo) con mezzi di tipo agricolo, quali erpici o aratri a dischi rotanti.



La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari a circa il 10% della larghezza del rullo e comunque almeno 20 cm.

Le operazioni di compattazione dovranno essere eseguite utilizzando un rullo statico del tipo "a piede di pecora" con peso non inferiore a 15 t.

Il corretto numero di passate del rullo e lo spessore ottimale degli strati sarà determinato all'inizio dei lavori di compattazione dopo aver eseguito un campo prova. Qualora le prove di densità in sito eseguite in tale momento provassero che la densità specificata non può essere raggiunta con le prescrizioni limite, il numero di passate richiesto potrà essere incrementato o lo spessore degli strati diminuito.

Al termine della posa dello strato, l'IA dovrà eseguire un rilievo topografico di dettaglio dell'Area di MISP che sarà utilizzato per la verifica delle pendenze e degli spessori nella fase di collaudo (paragrafo 7.3.3).

### 7.3.3 Collaudi

Quali attività finalizzate al collaudo dello strato minerale compattato si prevedono le seguenti:

- verifica della rispondenza della fornitura alle specifiche di progetto (autorizzazione della cava e/o certificazione del produttore/fornitore);
- verifica delle modalità di posa in opera, da formalizzare su verbale con documentazione fotografica allegata;
- verifica delle pendenze e dello spessore dello strato, ottenuta mediante confronto tra il rilievo topografico effettuato a fine posa dello strato di impermeabilizzazione e il rilievo topografico riferito allo strato sottostante (paragrafo 6.6);
- prelievo di campioni indisturbati di argilla sullo strato di impermeabilizzazione già posato, n. 2 campioni in corrispondenza del Lotto 1 e n. 1 campioni in corrispondenza del Lotto 2, da avviare a prove geotecniche di laboratorio per la verifica dei valori di permeabilità idraulica previsti in progetto.

Potranno essere valutate, durante l'esecuzione dei lavori, eventuali ulteriori prove o verifiche in corso d'opera ritenute necessarie dall'ArpaV/Collaudatore, previo coordinamento ed accordo con la D.LL.. Tali attività saranno in ogni caso a cura ed onere dell'IA che sarà tenuta a presentare idonea documentazione attestante i risultati ottenuti.

## 7.4 Strato di drenaggio delle acque meteoriche di infiltrazione

Lo strato di drenaggio delle acque meteoriche di infiltrazione, dello spessore minimo di 30 cm, dovrà essere costituito da ghiaia avente dimensioni dei grani comprese tra 30 e 70 mm circa.

Il deflusso delle acque infiltrate avverrà per mezzo delle pendenze generate attraverso la conformazione morfologica del materiale proveniente dagli scavi del diaframma perimetrale e, inoltre, a seguito della successiva realizzazione dello strato di impermeabilizzazione in argilla. Le acque infiltrate nello strato di drenaggio in ghiaia giungeranno all'interno del volume di raccolta perimetrale, costituito da un bauletto in ghiaia avente dimensioni dei grani comprese tra 30 e 70 mm e posizionato al di fuori dell'area diaframmata, entro il quale sarà immersa una tubazione drenante fessurata in HDPE DE160. Attraverso tubazioni cieche in HDPE DE160, posizionate ogni 30 m circa di sviluppo del perimetro delle aree oggetto di MISP, le acque meteoriche di infiltrazione raccolte verranno scaricate verso i fossati perimetrali esistenti.

Lo strato di drenaggio delle acque meteoriche di infiltrazione sarà protetto da eventuali intasamenti, sia rispetto allo strato sottostante in argilla sia rispetto allo strato sovrastante in terreno vegetale, mediante posa di geotessile non tessuto di massa areica almeno 300 g/m<sup>2</sup>.



### **7.4.1 Specifiche tecniche del materiale**

Lo strato di drenaggio delle acque meteoriche di infiltrazione, dello spessore minimo di 30 cm, dovrà essere costituito da ghiaia avente dimensioni dei grani comprese tra 30 e 70 mm circa.

Il materiale dovrà essere un inerte ghiaioso, non gelivo, senza materiale organico e qualsiasi altro materiale non idoneo.

L'IA sottoporrà alla D.LL. i risultati della prova granulometrica che dovrà essere effettuata sul materiale.

Sulla base dei risultati delle prove, la D.LL. si riserva la facoltà di accettare o meno le forniture proposte.

### **7.4.2 Modalità di posa in opera**

La stesa del materiale ghiaioso dovrà avvenire in avanzamento a partire da apposite piste di transito. Esse verranno utilizzate per il trasporto e lo scarico laterale del materiale.

La successiva stesura verrà effettuata da un mezzo d'opera cingolato e potrà in seguito essere rifinita a mano. Il mezzo d'opera dovrà movimentare il materiale stazionando esclusivamente sulle piste di transito.

Al termine della posa dello strato, l'IA dovrà eseguire un rilievo topografico di dettaglio dell'Area di MISP che sarà utilizzato per la verifica delle pendenze e degli spessori nella fase di collaudo (paragrafo 7.4.3).

### **7.4.3 Collaudi**

Quali attività finalizzate al collaudo dello strato di drenaggio delle acque meteoriche di infiltrazione si prevedono le seguenti:

- verifica della rispondenza della fornitura alle specifiche di progetto (autorizzazione della cava e/o certificazione del produttore/fornitore);
- verifica delle modalità di posa in opera, da formalizzare su verbale con documentazione fotografica allegata;
- verifica delle pendenze e dello spessore dello strato, ottenuta mediante confronto tra il rilievo topografico effettuato a fine posa dello strato di drenaggio e il rilievo topografico riferito allo strato di impermeabilizzazione sottostante.

Potranno essere valutate, durante l'esecuzione dei lavori, eventuali ulteriori prove o verifiche in corso d'opera ritenute necessarie dall'ArpaV/Collaudatore, previo coordinamento ed accordo con la D.LL.. Tali attività saranno in ogni caso a cura ed onere dell'IA che sarà tenuta a presentare idonea documentazione attestante i risultati ottenuti.

## **7.5 Strato sommitale**

Al di sopra dello strato di drenaggio delle acque meteoriche di infiltrazione, sarà posato uno strato di spessore almeno 100 cm di terreno vegetale, nel rispetto delle quote finali di progetto, in parte proveniente dallo scotico preliminare dell'Area di MISP e in parte approvvigionato dall'esterno.

Tale strato favorirà lo sviluppo delle specie vegetali di copertura, di tipo erboso, ed una protezione adeguata contro l'erosione al fine di consentire la protezione delle barriere sottostanti dalle escursioni termiche.

La posa di terreno vegetale permetterà di conformare la morfologia finale dell'Area di MISP, consentendo il deflusso delle acque meteoriche di ruscellamento superficiale verso i fossati di guardia perimetrali.

### **7.5.1 Specifiche tecniche del materiale**

Lo strato di terreno vegetale da apportare ad integrazione di quello proveniente dallo scotico preliminare delle aree oggetto di MISP dovrà avere composizione chimica neutra, contenere nella giusta proporzione e sotto forma di sali solubili tutti gli elementi minerali indispensabili alla vita delle piante ed una sufficiente quantità di microrganismi e di sostanza organica, esente da sali nocivi e da sostanze inquinanti e dovrà rientrare per



composizione granulometrica media nella categoria della "terra fine" in quanto miscuglio ben bilanciato e sciolto di argilla, limo, sabbia (terreno di medio impasto).

Il materiale agrario avrà le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- contenuto di sostanza organica maggiore o uguale al 2%;
- percentuale di scheletro non superiore al 5%.

Qualora il terreno vegetale non dovesse presentare caratteristiche rispondenti alle specifiche indicate in termini di sostanza organica, sarà possibile impiegare concimi minerali ed organici o, eventualmente, compost o materiale equivalente a carico dell'IA per correggere la composizione fino al raggiungimento dei requisiti richiesti.

I concimi minerali, organici, misti e complessi eventualmente da impiegare devono avere titolo dichiarato secondo la normativa vigente in materia ed essere forniti nell'involucro originale del Produttore, fatta esclusione per i letami, per i quali vengono valutate di volta in volta qualità e provenienza dalla D.LL.

La D.LL. si riserva il diritto di indicare con maggior precisione il tipo di concime che deve essere impiegato, scegliendolo di volta in volta in base alle analisi di laboratorio del terreno.

### 7.5.2 Modalità di posa in opera

Il terreno dovrà essere steso mediante mezzi meccanici e quindi lavorato per consentire l'inerbimento e la piantagione di essenze arbustive.

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità ed attrezzature atte ad evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Sul terreno vegetale si dovrà procedere alla distribuzione di eventuali materiali o prodotti correttivi (ammendanti, concimi organici e minerali, compost o materiale equivalente) e quindi allo sminuzzamento delle zolle. Quest'ultima operazione dovrà essere compiuta con mezzi meccanici idonei lavorando a profondità compresa fra 10 e 20 cm. Il numero di passaggi sarà funzione dello stato di tempera del terreno e dei mezzi impiegati.

Durante le fasi di lavoro dovrà essere garantito il rapido deflusso delle acque meteoriche.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato compattato. Verificandosi comunque eccesso d'umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'IA.

Il risultato finale dovrà essere caratterizzato da un soddisfacente grado di amalgama del terreno e dei prodotti correttivi e dallo sminuzzamento delle zolle in pezzatura indicativa di 0,5-3 cm.

Al termine della posa dello strato, l'IA dovrà eseguire un rilievo topografico di dettaglio dell'Area di MISP che sarà utilizzato per la verifica delle pendenze e degli spessori nella fase di collaudo (paragrafo 7.5.4).

### 7.5.3 Idrosemina

Al termine della posa e riprofilatura del terreno vegetale si provvederà all'inerbimento a mezzo di idrosemina. Questa tecnica, consistente nello spargimento (in veicolo acquoso) di una miscela eterogenea di semi, concime, correttivi, ammendanti e collanti, consente una rapida germinazione del seme e sviluppo della plantula, anche nelle aree più scoscese e povere di substrato. Il miscuglio adottato sarà costituito da specie erbacee tradizionali (trifoglio circa 60% + poa pratense circa 20% + festuca rubra circa 20%). La quantità di seme non dovrà essere inferiore a 40 g/m<sup>2</sup>.



#### **7.5.4 Collaudi**

Quali attività finalizzate al collaudo dello strato sommitale si prevedono le seguenti:

- per ciascun fornitore di terreno vegetale è prevista una caratterizzazione analitica del materiale riferita ai limiti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Colonna A, Tabella 1, Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/2006. La caratterizzazione analitica prevede il prelievo di almeno un campione di materiale, ciascuno costituito da almeno 3 aliquote, prelevato direttamente dai siti individuati;
- per ciascuna nuova fornitura: n° 1 prova per la verifica del contenuto di sostanza organica e della percentuale di scheletro;
- verifica della rispondenza della fornitura alle specifiche di progetto (autorizzazione della cava e/o certificazione del produttore/fornitore);
- verifica delle modalità di posa in opera, da formalizzare su verbale con documentazione fotografica allegata;
- verifica delle pendenze e dello spessore dello strato, ottenuta mediante confronto tra il rilievo topografico effettuato a fine posa dello strato sommitale ed il rilievo topografico riferito allo strato di drenaggio sottostante.

Potranno essere valutate, durante l'esecuzione dei lavori, eventuali ulteriori prove o verifiche in corso d'opera ritenute necessarie dall'ArpaV/Collaudatore, previo coordinamento ed accordo con la D.LL. Tali attività saranno in ogni caso a cura ed onere dell'IA che sarà tenuta a presentare idonea documentazione attestante i risultati ottenuti.

Qualora tale materiale non risultasse idoneo, l'allontanamento dal cantiere sarà a carico dell'IA.



## **8.0 RACCOLTA ED ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE**

Da un punto di vista idraulico il progetto di MISP prevede le seguenti **misure compensative**, atte a mitigare gli effetti indotti dall'intervento secondo il principio dell'invarianza idraulica:

- acque meteoriche di ruscellamento:
  - realizzazione di fossati di guardia, appositamente creati al perimetro dell'Area di MISP entro lo strato sommitale di terreno vegetale, allo scopo di raccogliere le acque meteoriche di ruscellamento precipitanti sull'area stessa e fungere da bacino di invaso per la loro laminazione;
  - posa di manufatti per la regolazione della portata (pozzetti con bocca tarata) in corrispondenza di ciascuna delle quattro sezioni di chiusura dei bacini idraulici individuati sull'Area di MISP. Tali manufatti consentiranno di far defluire le acque meteoriche di ruscellamento raccolte dai fossati di guardia verso i fossati perimetrali esistenti, con una portata non superiore al coefficiente udometrico consortile;
- acque meteoriche di infiltrazione: posa di uno strato drenante in ghiaia, di spessore 30 cm, al di sopra dello strato di impermeabilizzazione in argilla e al di sotto dello strato sommitale di terreno vegetale, allo scopo di raccogliere le acque meteoriche di infiltrazione precipitanti sull'Area di MISP. Le acque infiltrate nello strato drenante in ghiaia giungeranno all'interno di un bauletto perimetrale in ghiaia posizionato al di fuori dell'area diaframmata, entro il quale sarà immersa una tubazione drenante fessurata in HDPE DE160. Attraverso tubazioni cieche in HDPE DE160, posizionate ogni 30 m circa di sviluppo del perimetro dell'Area di MISP, le acque meteoriche di infiltrazione raccolte verranno scaricate verso i fossati perimetrali esistenti.

In considerazione degli aspetti idraulici richiamati dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive in sede di Conferenza dei Servizi Istruttoria, si riporta quanto segue:

- le quote del p.c. nello stato di progetto, per la natura stessa dell'intervento di MISP previsto, risulteranno diverse rispetto a quelle dello stato attuale, con innalzamenti complessivamente contenuti e pari a circa:
  - 1,6 m in corrispondenza delle zone centrali di displuvio del Lotto 1 e del Lotto 2;
  - 1,1 m in corrispondenza delle zone al perimetro.

In funzione della richiesta del Consorzio in merito alla *"compensazione dei volumi d'invaso con un valore di 150 m<sup>3</sup>/ha, relativa alle superfici che subiscono una modifica altimetrica"* e considerando che la superficie complessiva dell'Area di MISP risulta pari a circa 13.000 m<sup>2</sup>, sarà ricavato un volume d'invaso aggiuntivo di almeno **195 m<sup>3</sup>** in corrispondenza dei fossati perimetrali esistenti;

- riassumendo quanto già descritto, nello stato di progetto le acque meteoriche che ruscelleranno sul p.c. saranno raccolte all'interno dei fossati di guardia, senza gravare sui fossati perimetrali esistenti che le riceveranno con una portata non superiore al coefficiente udometrico consortile tramite i manufatti per la regolazione della portata, mentre le acque meteoriche che si infiltreranno e giungeranno ai fossati perimetrali esistenti tramite lo strato drenante in ghiaia risulteranno comunque in linea con il volume di acque meteoriche che attualmente recapita nei fossati perimetrali per azione di ruscellamento. Si ritiene, pertanto, che il sistema dei fossati perimetrali esistenti e dei nuovi fossati di guardia realizzati sul capping superficiale, risulti in grado di mantenere un'adeguata gestione delle acque meteoriche precipitanti sull'Area di MISP;
- tuttavia, nell'ottica dell'estrema cautela e allo scopo concomitante di migliorare la funzionalità dei fossati perimetrali esistenti tramite un'azione di pulizia e riprofilatura delle sponde e del fondo, si prevede



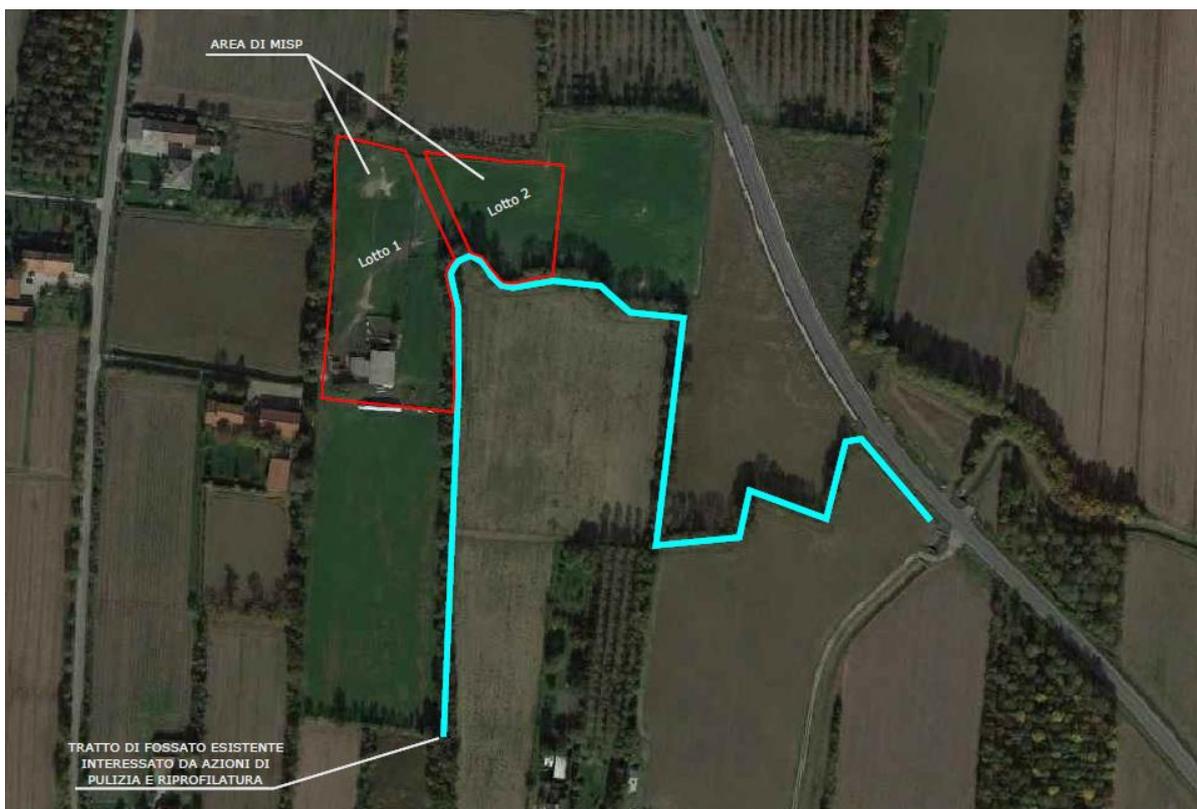
di ricavare un ulteriore volume d'invaso in corrispondenza dei fossati perimetrali esistenti, in misura pari ad almeno **220 m<sup>3</sup>**, corrispondenti all'applicazione di un coefficiente di deflusso aggiuntivo di 0,3 <sup>(4)</sup>.

Alla luce di quanto sopra, pertanto, dovranno essere ricavati volumi d'invaso aggiuntivi in corrispondenza dei fossati perimetrali esistenti per almeno **415 m<sup>3</sup>** totali, comprensivi della quota parte di volume da garantire in ragione delle modifiche altimetriche del p.c. (195 m<sup>3</sup>) e della quota parte di volume connesso all'applicazione di un coefficiente di deflusso aggiuntivo pari a 0,3 (220 m<sup>3</sup>).

L'azione di pulizia e riprofilatura delle sponde e del fondo dei fossati esistenti sarà svolta secondo i seguenti criteri:

- posa dei materiali asportati in prossimità del ciglio interno dei fossati stessi;
- mantenimento di pendenze medie al fondo pari ad almeno 1‰;
- azione effettuata in corrispondenza del tratto indicato nella figura successiva, quindi anche oltre il perimetro dell'Area di MISP, per una lunghezza complessiva di circa 800 m e, quindi, per un volume aggiuntivo da ricavare pari a circa **0,5 m<sup>3</sup> per ogni m lineare di sviluppo dei fossati esistenti**.

Rimane a carico dell'IA effettuare tutte le procedure previste ai fini del rispetto di quanto indicato nel D.P.R. 120/2017 in merito alla gestione delle terre e rocce da scavo (prelievo di almeno un campione rappresentativo dei materiali escavati dai fossati esistenti ogni 500 m lineari di tracciato).



<sup>(4)</sup> Il volume di 220 m<sup>3</sup> è stato ottenuto utilizzando gli abachi disponibili all'interno delle "Linee guida per la VCI, del Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della regione Veneto" del 3 agosto 2009, assumendo un coefficiente di deflusso pari a 0,3 ed un coefficiente udotometrico di 10 l/s/ha



## **8.1 Tubazioni in PEAD**

### **8.1.1 Materiali**

Le tubazioni di convogliamento acque drenate saranno in HDPE, conformi alle norme EN 12201.

La tubazione filtrante, approvvigionata in barre, sarà possibilmente preparata direttamente a piano campagna durante l'esecuzione degli scavi per ridurre i tempi di esecuzione lavori ed in seguito posata in corrispondenza dello strato drenante di raccolta perimetrale, costituito da un bauletto in ghiaia avente dimensioni dei grani comprese tra 30 e 70 mm e posizionato al di fuori dell'area diaframmata.

In particolare, l'installazione e la posa in opera delle tubazioni dovrà rispondere a quanto previsto in:

- Norme tecniche relative alle tubazioni presenti nel Decreto del Ministero dei LL.PP. del 12 dicembre 1985;
- Circolare del Ministero dei LL.PP. n° 27291 del 20 marzo 1986;
- Norma UNI EN 1610.

Le tubazioni filtranti dovranno essere in HDPE DE160. Le fessure dovranno essere realizzate perpendicolarmente all'asse del tubo ed estendersi circa per i 2/3 della circonferenza. Le fessure dovranno essere alternate fra loro, in modo da ridurre la conseguente perdita di resistenza allo schiacciamento. Il numero e la posizione delle fessure sarà deciso dalla D.LL.

Le tubazioni cieche saranno in HDPE DE160. Saranno posizionate ogni 30 m circa di sviluppo del perimetro delle aree oggetto di MISP al fine di scaricare le acque meteoriche di infiltrazione raccolte verso i fossati perimetrali esistenti.

La barre saranno approvvigionate in cantiere in barre da 6 m complete di manicotto di giunzione, guarnizione elastomerica e pezzi speciali per curve ed angoli.

### **8.1.2 Accettazione**

I tubi in HDPE dovranno essere contrassegnati con il marchio dell'Istituto Italiano dei Plastici, con la norma UNI di riferimento e con le caratteristiche dimensionali.

La fornitura dovrà essere accompagnata da certificato che attesti l'origine, la provenienza ed i requisiti tecnici del materiale.

## **8.2 Materiale granulare in ghiaia**

### **8.2.1 Materiale**

Il materiale granulare da utilizzare quale strato di drenaggio acque meteoriche dovrà essere costituito da ghiaia naturale o di frantumazione non calcarea, con pezzatura compresa tra 30 e 70 mm.

I singoli elementi dovranno avere preferibilmente forma arrotondata o sub-arrotondata; saranno lavati e costituiti da elementi sani e tenaci, privi di parti alterate o alterabili ed avere una granulometria uniforme per evitare fenomeni di classazione durante il riempimento.

Il materiale dovrà possedere elevata permeabilità e potere filtrante, dovrà inoltre essere privo di sostanze alterate o alterabili e di sostanze pericolose e/o inquinanti.

Il materiale dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- natura non calcarea;
- frazione di fino (passante al setaccio n. 200 della serie ASTM;  $d=0.074$  mm) non superiore al 5%;



- pezzatura compresa nel range 30 - 70 mm;
- contenuto in carbonati non superiore al 5%.

Il bauletto in ghiaia avrà dimensioni di circa 50 cm x 20 cm.

### **8.2.2 Accettazione e controlli in corso d'opera**

Prima dell'inizio delle attività l'Appaltatore dovrà fornire idoneo certificato che attesti l'origine, la provenienza ed i requisiti tecnici della fornitura di materiale proveniente da cave di prestito in conformità a quanto richiesto nella presente specifica tecnica.

Una volta completato il bauletto dovrà essere effettuata la verifica delle dimensioni, che devono essere conformi a quanto prescritto nella presente specifica.



## **9.0 GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLE OPERE DI MISP**

I materiali provenienti dalle attività di scavo (scotico preliminare dell'Area di MISP, realizzazione del diaframma perimetrale, sondaggi) dovranno essere gestiti dall'IA secondo le seguenti indicazioni generali:

- i terreni dovranno essere separati in base alla loro provenienza ed abbancati nelle aree indicate nell'Elaborato 20;
- i rifiuti intercettati durante gli scavi per la realizzazione del diaframma perimetrale verranno preventivamente posti all'interno delle piazzole di sgrondo appositamente allestite allo scopo e dovranno essere immediatamente coperti mediante teli in LDPE zavorrati con laterizi o sacchi di sabbia alla base. Una volta terminate le operazioni di sgrondo dei rifiuti estratti dagli scavi, le piazzole allestite e i rifiuti ivi contenuti saranno mantenuti al di sotto del restante materiale estratto dagli scavi del diaframma perimetrale e, comunque, al di sotto degli strati di capping superficiale.

## **10.0 INDICAZIONI GENERALI PER GLI SMALTIMENTI**

Obiettivo del progetto è quello di minimizzare la quantità di materiali di risulta da avviare a smaltimento che, in linea generale, potranno appartenere alle seguenti tipologie principalmente derivanti dalle attività di demolizione e dalle operazioni di sgrondo dei rifiuti estratti durante gli scavi per la realizzazione del diaframma perimetrale<sup>(5)</sup>:

- CER 170904, Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 170901, 170902 e 170903\*;
- CER 170605\*, Materiali da costruzione contenenti amianto;
- CER 190702\*, Percolato di discarica, contenente sostanze pericolose;
- CER 190703, Percolato di discarica, diverso da quello di cui alla voce 190702.

Tutti i campioni di omologa dovranno essere formati mediante omogeneizzazione degli incrementi prelevati ed identificati univocamente. Sui campioni verrà inizialmente determinata la pericolosità, secondo i riferimenti della DEC/2000/532/CE e successivamente stabilita l'idonea destinazione ai sensi del D.M. 27/09/2010 e ss.mm.ii. Tali attività saranno effettuate a cura ed onere della IA.

Prima di iniziare le operazioni di smaltimento, con almeno 15 giorni di preavviso come richiesto in sede di Conferenza dei Servizi Istruttoria, saranno comunicati alla D.LL. ed alle Autorità competenti i nominativi degli impianti di destinazione per ciascuna tipologia di rifiuto, comprese le relative autorizzazioni, l'analisi chimica del rifiuto e il nome del trasportatore. Tutto il materiale sarà trasportato fuori dal Sito con Formulario di Identificazione del Rifiuto (FIR) compilato secondo quanto previsto dalla normativa. Il peso sarà verificato esclusivamente al destino in quanto in Sito non è disponibile una pesa. La D.LL. verificherà tutti i FIR e i pesi al destino riportati nella quarta copia. Tutti i mezzi di trasporto saranno autorizzati a norma di legge. Nel caso in cui i rifiuti siano classificati come merci pericolose ai fini del trasporto, saranno autorizzati secondo la normativa ADR.

Sarà predisposto e mantenuto aggiornato un registro di carico e scarico dei rifiuti e saranno debitamente predisposti per ogni carico i FIR. Sui certificati di omologa e sui formulari dovrà essere sempre riportata la dicitura: "proveniente da sito contaminato". Le attività di produzione dei rifiuti, trasporto e smaltimento dovranno essere condotte dalle imprese appaltatrici nel rispetto delle norme vigenti nel periodo di esecuzione delle attività (SISTRI). Lo smaltimento sarà garantito dall'apposito certificato di avvenuto smaltimento, redatto ai sensi della normativa vigente. Il certificato è il documento compilato dal destinatario del rifiuto che ne attesta

---

<sup>(5)</sup> Per eventuali diversi materiali riscontrati nell'ambito delle attività operative, sarà valutato il codice CER più idoneo dal produttore (IA) di concerto con la D.LL. Per quanto riguarda le acque di falda, derivanti ad esempio da eventuali attività di spurgo di piezometri, si prevede un loro accumulo in appositi contenitori plastici (tipo "bulk") ed un successivo avvio a smaltimento.



l'effettivo smaltimento. Per ciascun rifiuto il certificato ne riporta il quantitativo, il codice CER, il riferimento al numero di FIR di ciascun carico e la dichiarazione firmata dal destinatario dell'avvenuto smaltimento.

## **11.0 DISALLESTIMENTO DEL CANTIERE DI MISP**

Al termine dei lavori di MISP, l'IA dovrà provvedere al disallestimento del cantiere tramite:

- allontanamento delle attrezzature e dei macchinari impiegati;
- rimozione delle recinzioni di cantiere;
- rimozione delle baracche (uffici, servizi igienici);
- rimozione della pista di accesso al cantiere, limitatamente alla parte ad est del cancello di ingresso;
- rimozione dell'area dell'impianto, sia la parte perimetrale in misto granulare di cava sia la parte centrale in calcestruzzo armato, e spianamento dell'arginello di contenimento e schermatura posto sui lati nord, est e sud dell'area dell'impianto;
- rimozione, in generale, di ogni altro presidio di accantieramento.



## 12.0 BONIFICA IN SITU DELLE AREE ESTERNE ALL'AREA DI MISP

Gli interventi di bonifica in situ sono effettuati al fine di accelerare i processi di attenuazione naturale della contaminazione una volta interrotto il pennacchio di contaminazione che si genera all'interno della zona dei rifiuti industriali, monitorando successivamente nel tempo l'evoluzione della contaminazione

Di seguito viene descritto nel dettaglio l'intervento che si intende effettuare per la bonifica *in situ*.

### 12.1 Obiettivi

L'Analisi di Rischio sito specifica per il Sito ha evidenziato la presenza di As (e Fe nel solo Pz01) in concentrazioni eccedenti i valori di fondo naturale determinati dallo studio ALiNa in corrispondenza dei punti di conformità dell'acquifero principale, individuati nei piezometri Pa09/2004\_12, Pz06, Pz04, Pa06/2004\_12, Pz01 e Pa05/2004\_12, ubicati a valle idraulica del Sito rispetto alla direzione di flusso prevalente della falda.

Per quanto riguarda l'acquitardo superficiale, inoltre, è stata rilevata della contaminazione organica (idrocarburi totali, benzene, cloruro di vinile, 1,2-dicloropropano), in concentrazioni poco superiori alle rispettive CSC, in Pa13/2016\_3,5, esternamente al Sito, nelle immediate vicinanze del confine dell'ex discarica. Il rischio sanitario dovuto a tale contaminazione risulta accettabile, tuttavia, poiché Pa13/2016\_3,5 è ubicato esternamente al perimetro del Sito, si prevede di intervenire anche in tale area, per ridurre le concentrazioni dei contaminanti organici.

Gli interventi di bonifica in situ Sito hanno l'obiettivo di riportare le concentrazioni di As e Fe presenti nell'acquifero principale entro le CSR calcolate e riportate in Tabella 2.

**Tabella 2: Obiettivi di bonifica.**

Contaminanti di interesse	CSR ( $\mu\text{g/l}$ )	C max ( $\mu\text{g/l}$ )
Arsenico	74	142
Ferro	3.974	5.090

### 12.2 Individuazione delle aree di intervento

Le aree di intervento per la bonifica in Situ sono state selezionate sulla base degli esiti dell'Analisi di Rischio sito specifica e corrispondono ai punti di conformità individuati nella falda principale (piezometri Pa09/2004\_12, Pz06, Pz04, Pa06/2004\_12, Pz01 e Pa05/2004\_12) ed al piezometro Pa13/2016\_3,5 nell'acquitardo superficiale, dove è stata riscontrata contaminazione organica. In Tabella 3 si riportano le aree oggetto di intervento ed i relativi contaminanti riscontrati.

**Tabella 3: Aree di intervento per la bonifica in Situ.**

Matrice	Piezometro	Contaminanti di interesse	CSR ( $\mu\text{g/l}$ )	C max ( $\mu\text{g/l}$ )
Acquifero principale	Pz01	Arsenico	74	135
		Ferro	3.974	5.090
Acquifero principale	Pz04	Arsenico	74	109
Acquifero principale	Pz06	Arsenico	74	123
Acquifero principale	Pa05/2004_12	Arsenico	74	142
Acquifero principale	Pa06/2004_12	Arsenico	74	110
Acquifero principale	Pa09/2004_12	Arsenico	74	138



Matrice	Piezometro	Contaminanti di interesse	CSR (µg/l)	C max (µg/l)
Acquitarzo superficiale	Pa13/2016_3.5	Idrocarburi totali	-	404
		Cloruro di vinile	-	0,938
		1,2-Dicloropropano	-	0,166

### 12.3 Intervento mediante applicazione di reagenti a rilascio di ossigeno

Come già esposto, alla luce dell'applicabilità delle tecnologie di bonifica potenzialmente disponibili si è optato per utilizzare la tecnologia che prevede l'applicazione di sostanze reagenti a lento rilascio di ossigeno (Oxygen Release Compounds), per la modifica delle condizioni geochimiche locali dell'acquifero principale, in modo da portare l'acquifero ad uno stato maggiormente ossidante, che favorisca la formazione di ossidi-idrossidi di Ferro e Manganese e la precipitazione e co-precipitazione dell'Arsenico.

Nella sola area di Pa13/2016\_3,5, dove sono stati riscontrati anche contaminanti organici, si prevede di potenziare l'azione di ossigenazione con un reagente che consenta anche un'iniziale ossidazione della contaminazione.

Pertanto, si prevede di intervenire mediante impiego di reagenti a base di:

- perossido di calcio, quale sostanza a lento rilascio di ossigeno per l'acquifero principale;
- miscela di persolfato di sodio e perossido di calcio, quale reagente ossidante ed ossigenante per l'acquitarzo superficiale.

Tra i prodotti disponibili in commercio si riportano, a titolo esclusivamente esemplificativo:

- per quanto riguarda l'acquifero principale:
  - *PermeOx Ultra®*, sviluppato da Peroxychem;
  - *IXPER 75C®*, sviluppato da Carus Corporation;
  - *ORC-A®*, sviluppato da Regenesis;
- per quanto riguarda l'acquitarzo superficiale:
  - *Klozur CR®*, sviluppato da PeroxyChem;
  - *OBC®*, sviluppato da Carus Corporation.

Il perossido di calcio rilascia ossigeno, per periodi fino a circa 9-12 mesi, consentendo l'instaurarsi di condizioni aerobiche ed innalzando il pH dell'acquifero, in modo da favorire la precipitazione di As e Fe.

Il persolfato di sodio favorisce la distruzione dei contaminanti organici per via ossidativa ed il perossido di calcio miscelato al persolfato potenzia l'azione ossidativa del persolfato (attivazione alcalina, con l'innalzamento del pH); terminata la fase di ossidazione chimica iniziale, permane l'azione di rilascio di ossigeno del perossido di calcio, per periodi fino a circa 9-12 mesi.

In considerazione della litologia del Sito, l'applicazione di tali sostanze avverrà tramite iniezione diretta in miscela acquosa, in punti di iniezione temporanei, realizzati con tecnologia "direct-push"; il prodotto individuato verrà mescolato all'acqua per formare una "miscela iniettabile", che verrà quindi iniettata nel sottosuolo in zona satura, dove si disperderà per effetto dei fenomeni di diffusione e advezione.



### 12.3.1 Dimensionamento

Sulla base delle considerazioni espresse nel paragrafo precedente, la soluzione tecnica che si intende realizzare è costituita dall'applicazione di:

- perossido di calcio nell'acquifero principale, in corrispondenza di Pa09/2004\_12, Pz06, Pz04, Pa06/2004\_12, Pz01 e Pa05/2004\_12, dove sono state riscontrate concentrazioni di Arsenico e Ferro (nel solo Pz01), superiori ai valori di fondo.
- miscela di perossido di calcio e persolfato di sodio nell'acquifero superficiale, in corrispondenza di Pa13/2016\_3,5, dove è stata riscontrata la presenza di contaminazione organica.

I fattori che sono stati presi in considerazione per il dimensionamento dell'intervento sono di carattere geologico/idrogeologico:

- soggiacenza media della falda;
- porosità efficace;
- densità media del suolo;
- frazione di carbonio organico;

e di tipo chimico/fisico:

- concentrazioni dei contaminanti;
- pH;
- ossigeno disciolto;
- potenziale di ossido-riduzione.

In ragione delle limitate concentrazioni dei parametri che eccedono i limiti di riferimento, il dimensionamento è stato effettuato anche sulla base dell'esperienza e di criteri empirici. Il fabbisogno di reagente è stato stimato in modo da garantire una concentrazione di reagente pari a 10 g/l nelle acque sotterranee dell'area sottoposta a trattamento. Tale concentrazione si ritiene sufficiente, anche sulla base di esperienze su casi analoghi, per modificare le condizioni geochimiche dell'acquifero e favorire l'ossigenazione della contaminazione organica e la precipitazione dei metalli.

Nella **Tabella 4** sono indicati i parametri dimensionali dell'intervento proposto sull'area, con l'applicazione rispettivamente di perossido di calcio e della miscela di perossido di calcio e persolfato di sodio, mediante punti di iniezione realizzati con la tecnica "direct-push", per ogni area di intervento. Si stima di intervenire in quattro aree nell'acquifero principale:

1. in corrispondenza di Pa09/2004\_12;
2. in corrispondenza di Pz06;
3. in corrispondenza dei piezometri Pz04 e Pa06/2004\_12;
4. in corrispondenza dei piezometri Pz01 e Pa05/2004\_12.

Per quanto riguarda l'acquifero superficiale, invece, si stima di intervenire in prossimità del solo Pa13/2016\_3,5.



**Tabella 4: Parametri di dimensionamento dell'intervento di bonifica in situ**

Descrizione	UM	Pa09_12	Pz06	Pz04 e Pa06_12	Pz01 e Pa05_12	Pa13_3,5
Superficie di intervento	m <sup>2</sup>	50	50	80	80	50
Spessore	m	10	10	10	10	4
Volume di intervento	m <sup>3</sup>	500	500	800	800	200
Porosità	%	30	30	30	30	30
Volume di acqua di falda	m <sup>3</sup>	150	150	240	240	60
Concentrazione reagente	g/l	10	10	10	10	10
Massa reagente	kg	1600	1600	2400	2400	600
Numero punti di iniezione	-	4	4	8	8	4
Numero campagne di iniezione	-	2	2	2	2	2
Massa reagente per punto di iniezione per campagna	kg	200	200	150	150	75
Diluzione con acqua	%	25	25	25	25	25
Volume miscela per punto di iniezione per campagna	l	800	800	600	600	300

Si prevede di effettuare due campagne di iniezione a frequenza semestrale/annuale<sup>6</sup>: la suddivisione in più campagne permette l'applicazione di un quantitativo di prodotto più limitato rispetto ad un unico intervento, potendo maggiormente controllare il raggio di influenza e consentendo di monitorare nel tempo l'insorgenza di eventuali fenomeni di rebound.

## 12.4 Modalità operative

### 12.4.1 Modalità operative per la realizzazione della griglia di ossigenazione

Nel definire le modalità di applicazione dei reagenti si è considerato che questi prodotti risultano più efficaci se iniettati direttamente in corrispondenza delle aree risultate contaminate. Il movimento dell'ossigeno prodotto dai reagenti a contatto con l'acqua è governato principalmente dalle leggi del trasporto di massa. Pertanto è evidente che nel caso in cui la velocità di flusso è elevata, la diffusione dell'ossigeno nell'acquifero avverrà principalmente lungo la direzione di flusso, mentre, nel caso di acquiferi costituiti da materiali aventi bassa permeabilità (limo, argilla), l'ossigeno si muoverà, per effetto del gradiente di concentrazione, verso le zone a minor concentrazione spostandosi quindi anche in direzione trasversale rispetto alla direzione principale di flusso della falda. In considerazione della litologia poco permeabile del Sito si ritiene più efficace iniettare il reagente selezionate direttamente attraverso punti di iniezione realizzati con la tecnica "direct-push".

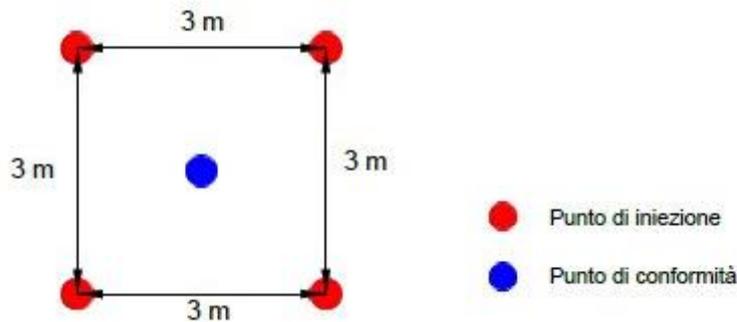
Con questa tecnica i punti di iniezione sono perforati a percussione con Geoprobe® fino alla profondità alla quale è necessario applicare il reagente, utilizzando delle punte forate collegate ad una vasca di miscelazione ed ad una pompa di iniezione. Alla profondità desiderata viene avviata l'iniezione del reagente; è possibile poi spostare il punto di iniezione lungo la verticale di perforazione ad intervalli regolari ogni 0,3-0,5 m di profondità, sia in modalità bottom-up che in modalità top-down.

In considerazione della litologia del saturo, si propone di realizzare quattro punti di iniezione in prossimità di ogni piezometro POC oggetto di intervento (per un totale di 28 punti di iniezione), come riportato nella Figura 2 sottostante; i punti di iniezione saranno ubicati idealmente ai vertici di un quadrato, avente lato pari a circa 3 m e con al centro i piezometri esistenti. Il reagente sarà iniettato ad intervalli di 0,3-0,5 m nel tratto saturo

<sup>6</sup> Ai fini della redazione dell'Elaborato 8 è stata considerata un frequenza semestrale



tra 2 e 12 m di profondità, in modo da ottimizzare la distribuzione dei reagenti. Per il trattamento della zona dell'acquitarzo superficiale (Pa13/2016\_3.5), i punti di iniezione saranno approfonditi fino a 4 m di profondità e le iniezioni interesseranno il tratto tra 1 e 4 m di profondità.



**Figura 2 – Configurazione delle aree di intervento**

### 12.4.2 Modalità operative per l'iniezione dei reagenti

L'iniezione dei reagenti avverrà attraverso un sistema di iniezione, temporaneo costituito da:

- serbatoio di stoccaggio e miscelazione del reagente;
- pompa per il trasferimento ad alta pressione del reagente dal serbatoio di miscelazione ai punti di iniezione; per i reagenti di interesse non sono adatte le pompe per liquidi ma quelle predisposte per malte ("grout pumps") o per slurry;
- tubazioni di collegamento tra il serbatoio e i punti di iniezione;
- manometri, regolatori di portata, contaltri e valvole di non ritorno per il controllo dei parametri di iniezione.

Il perossido di calcio è un materiale solido in polvere, non solubile e per poter essere iniettato deve essere portato in sospensione. Generalmente le miscele di perossido di calcio e acqua usate nelle iniezioni presentano un contenuto solido di circa il 25-30% (ossia 25 o 30 kg di perossido di calcio in 100 litri di acqua. Si raccomanda di riempire prima la vasca di miscelazione con acqua e quindi di versare la polvere di perossido di calcio. La miscelazione deve essere effettuata fino a che si osserva omogeneità e assenza di grumi, avendo l'accortezza di preparare quanto necessario da iniettare entro i successivi 30 minuti.

Le iniezioni saranno eseguite durante la perforazione, attraverso le aste cave del Geoprobe®. La miscela di iniezione sarà pompata in pressione all'interno delle aste, permettendo l'apertura di una valvola di testa posizionata all'interno della punta conica delle aste, liberando gli appositi ugelli di iniezione e permettendo alla miscela di permeare i livelli interessati. Il reagente sarà iniettato ad intervalli di 0,3-0,5 m nel tratto saturo tra 2 e 12 m di profondità per il trattamento dell'acquifero principale e nel tratto saturo tra 1 e 4 m di profondità per il trattamento dell'acquitarzo superficiale (piezometro Pa13/2016\_3,5). Si raccomanda di non realizzare prescavi in corrispondenza delle postazioni di iniezione, al fine di evitare o ridurre il rischio di fuoriuscita di prodotto in superficie o veicolazione negli strati più superficiali. Di seguito il dettaglio delle operazioni da eseguire:

1. Spingere le aste fino alla profondità massima di iniezione prevista;
2. Miscelare il quantitativo previsto di reagente per la postazione di iniezione all'interno del serbatoio della pompa; non miscelare in acqua più quantitativo di quello che si intende utilizzare nell'arco di 30 minuti;



3. Connettere la pompa alle aste attraverso delle tubazioni di iniezione;
4. Iniettare il quantitativo di miscela previsto per lo step;
5. Alzare le aste di circa 30-50 cm e procedere allo step iniettivo successivo;
6. Osservare i livelli di pressione della pompa come indicatori della dispersione dello slurry all'interno dell'acquifero e/o del rifiuto dello stesso da parte dell'acquifero (pressioni in aumento indicano una riduzione dell'accettazione del materiale da parte dell'acquifero);
7. Man mano che si risale rimuovere le aste, ponendo attenzione preliminarmente all'abbassamento delle pressioni, in modo da evitare fuoriuscita di prodotto dalle aste;
8. Ripetere gli step da 4 a 7 fino ad aver conseguito l'iniezione nello spessore di interesse;
9. Sigillare il foro in seguito all'estrazione delle aste, ad esempio con bentonite. Tale operazione risulta molto importante al fine di limitare la possibilità di fuoriuscita del prodotto in superficie da postazioni in prossimità da quella da cui si è già iniettato;
10. Pulire con acqua le aste di iniezione.

A valle delle campagne di iniezione, il sistema, che comunque comporterà un ingombro minimo, verrà rimosso.

## 12.5 Tempistiche di intervento

L'intervento verrà condotto secondo il seguente cronoprogramma:

- $t_0$  (prima delle attività di iniezione, quale conferma del quadro ambientale del Sito):
  - esecuzione di una campagna di prelievo di campioni di acque sotterranee e rilievo dei parametri chimico-fisici, da utilizzare come valore iniziale ( $t_0$ ) nella verifica dell'andamento dell'intervento. I campioni saranno prelevati da tutti i piezometri oggetto dell'intervento di bonifica (Pa09/2004\_12, Pz06, Pz04, Pa06/2004\_12, Pz01, Pa05/2004\_12 nell'acquifero principale e Pa13/2016\_3,5 nell'acquifero superficiale);
- $t_1$ , entro 2 mesi da  $t_0$ :
  - esecuzione della prima campagna di iniezione di reagenti, nella griglia di punti di iniezione direct-push proposti come riportato nel paragrafo 12.4.1;
- $t_2$ , entro 6 mesi da  $t_1$ :
  - esecuzione della seconda campagna di iniezione di reagenti, nella griglia di punti di iniezione direct-push proposti come riportato nel paragrafo 12.4.1;
- dal 1° al 6° mese a partire da  $t_1$ :
  - verifica dell'andamento dell'intervento di bonifica, mediante le attività di cui al paragrafo 12.6, con campagne a cadenza mensile;
- dal 1° al 6° mese a partire da  $t_2$ :
  - verifica dell'andamento dell'intervento di bonifica, mediante le attività di cui al paragrafo 12.6, con campagne a cadenza mensile.

## 12.6 Verifica dell'andamento dell'intervento

Nel corso dell'intervento di bonifica si prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

- rilievo dei livelli piezometrici nei piezometri oggetto dell'intervento di bonifica (Pa09/2004\_12, Pz06, Pz04, Pa06/2004\_12, Pz01, Pa05/2004\_12 nell'acquifero principale e Pa13/2016\_3,5 nell'acquifero superficiale);
- campionamento da eseguirsi come richiesto in sede di Conferenza dei Servizi Istruttoria (sedute del 6 e del 21 giugno 2017, verbale prot. 277280 del 7 luglio 2017) ovvero tramite spurgo e prelievo a basso flusso con portata tipica 0,1-0,5 l/min, comunque sempre inferiore a 1 l/min, con contestuale presenza di torbidimetro e sonda multiparametrica al fine di misurare i valori di pH, conducibilità elettrica, temperatura,



potenziale redox e ossigeno disciolto. Tali valori andranno riportati nel verbale di campionamento. In relazione alla sola aliquota per i metalli, si dovrà procedere al prelievo dei campioni previa misurazione in campo della torbidità; indipendentemente dal valore di torbidità misurato, sarà necessario prelevare i campioni di acqua previa filtrazione in campo a 0,45 µm; i campioni dovranno essere acidificati in campo nel più breve tempo possibile, impiegando una quantità di acido nitrico pari allo 0,5% in volume. I campioni di acqua prelevati per l'analisi dei metalli in contraddittorio saranno acidificati in campo a cura del laboratorio della ditta e sotto la supervisione dei tecnici Arpav, che potranno procedere al prelievo in apposito contenitore di una quantità di acido, che sarà usata come bianco di riferimento per le successive analisi;

analisi chimiche:

- per quanto riguarda l'acquifero principale, determinazione delle concentrazioni di:
  - contaminanti di interesse (As e Fe) e altri metalli indicati nella Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006, come richiesto in sede di Conferenza dei Servizi Istruttoria;
  - parametri indicatori della biodegradazione: nitrati, solfati, azoto e fosforo;
- per quanto riguarda l'acquifero superficiale, determinazione delle concentrazioni di:
  - contaminanti di interesse (idrocarburi totali, benzene, cloruro di vinile, 1,2-dicloropropano) e metalli indicati nella Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006, come richiesto in sede di Conferenza dei Servizi Istruttoria;
  - parametri indicatori della biodegradazione: nitrati, solfati, azoto e fosforo.

Le attività saranno effettuate in date comunicate con adeguato preavviso alle Autorità di controllo. Eventuali variazioni della cadenza di esecuzione delle attività previste potranno essere valutate in corso d'opera.

## **12.7 Collaudi**

Le procedure di collaudo dell'intervento di bonifica saranno avviate, dopo la seconda campagna di iniezione di reagenti, al raggiungimento degli obiettivi di bonifica in tutti i punti di conformità.

Le procedure di collaudo consisteranno nell'esecuzione di tre campagne di campionamento delle acque sotterranee con cadenza trimestrale, come richiesto in sede di Conferenza dei Servizi Istruttoria.

Le modalità di collaudo proposte prevedono il prelievo, dai punti di conformità individuati in Sito, di campioni di acque sotterranee da sottoporre ad analisi chimiche di laboratorio per verificare la conformità di tutti i parametri monitorati entro i rispettivi limiti di riferimento.

Il campionamento sarà eseguito in contraddittorio con le Autorità di controllo.

Qualora i risultati confermassero la conformità agli obiettivi di bonifica, sarà richiesta la certificazione di avvenuta bonifica.



## Firme della Relazione



*Silvia Cestaro*

Ing. Silvia Cestaro  
Environmental Engineer



*Moreno Zanella*

Ing. Moreno Zanella  
Environmental Engineer



*Andrea Scalabrin*

Ing. Andrea Scalabrin  
Project Manager



*Jean Pierre Davit*

Ing. Jean Pierre Davit  
Project Director

Golder Associates è una società internazionale che offre, da oltre 50 anni, servizi di consulenza, progettazione e realizzazione nel campo delle scienze ambientali, dell'ingegneria geotecnica e dell'energia. La nostra mission "Engineering Earth's Development, Preserving Earth's Integrity" sottolinea il nostro costante impegno verso l'eccellenza - sia in campo tecnico, sia nella cura del servizio al cliente - e verso la sostenibilità.

Per maggiori informazioni visitate il sito [www.golder.com](http://www.golder.com)

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 86 21 6258 5522
Oceania	+ 61 3 8862 3500
Europa	+ 44 1628 851851
America del Nord	+ 1 800 275 3281
America del Sud	+ 56 2 2616 2000

[solutions@golder.com](mailto:solutions@golder.com)  
[www.golder.com](http://www.golder.com)

**Golder Associates S.r.l.**  
**Via Castelfidardo 11**  
**35141 Padova**  
**Italia**  
**T: +39 049 78 49 711**

