



PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo stabilimento Caffaro Brescia (BS) Stralcio di Prima Fase

SITO: *Stabilimento Caffaro Brescia*

CIG 9916350EE1
CUP F84D2000014001

STAZIONE APPALTANTE:

Commissario Straordinario Sito
Interesse Nazionale "Brescia Caffaro"

via G. Marconi, 12 25128 Brescia
Tel. 030.2978064

APPALTATORE

Raggruppamento Temporaneo di
Imprese (R.T.I.)



PROGETTISTI INCARICATI DALL'RTI

Raggruppamento Temporaneo di
Progettisti (R.T.P.)



RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: Ing. Jean Pierre Davit, WSP Italia S.r.l.
RESPONSABILE CANTIERIZZAZIONE ED ATTIVITA' PROPEDEUTICHE: Ing. Gianbattista Attinasi, NCE S.r.l.
RESPONSABILE DECOMMISSIONING E DEMOLIZIONI: Ing. Massimiliano Alfio Bazzichi, WSP Italia S.r.l.
RESPONSABILE INTERVENTI DI BONIFICA/MISP: Ing. Marco Gianluigi Morando, NCE S.r.l.

GRUPPO PROGETTAZIONE INTERNO:

WSP Italia S.r.l.
ing. Silvia Cestaro (Project Manager)
ing. Luna Maldi
ing. Marianna Trevisan

NCE S.r.l.
ing. Marta Mariani

Test e Prove Pilota Disciplinare Tecnico

Codice elaborato

E-081-23634793-WP.P3-EN-RT-2

				Informazioni qualità	
2	Apr. 2025	Revisione	NCE-WSP	Preparato da	G.A.
1	Feb. 2025	Revisione	NCE-WSP	Controllato da	M.M.
0	Dic. 2024	Prima emissione	NCE-WSP	Verificato da	L.M.
Rev.	Data	Rif. Revisione	Redatto	Approvato da	J.D.

Indice

1.0	PREMESSA.....	1
1.1	Osservazioni di carattere generale sulle basi di progetto	2
1.2	Norme e standard di riferimento	2
1.2.1	Generali	2
1.2.2	Recipienti e serbatoi in pressione	2
1.2.3	Macchine.....	2
1.2.4	Tubazioni e raccorderie	2
1.2.5	Sistema elettrico	2
1.2.6	Strumentazione	3
1.2.7	Rumorosità.....	3
2.0	INDAGINI PROPEDEUTICHE	4
2.1	Indagini aree nord per test soil-washing	4
2.1.1	Ubicazione	4
2.1.2	Modalità esecutiva	5
2.1.3	Protocollo analitico.....	6
2.1.4	Specifiche tecniche di esecuzione delle perforazioni	6
2.2	Indagini area C27 per test di Soil-Stabilization e verifica fattibilità Soil Replacement.....	7
2.2.1	Ubicazione	7
2.2.2	Modalità esecutiva e prelievo di campioni	8
2.2.3	Indagini geotecniche finalizzate a verificare la fattibilità di utilizzo di carotieri esagonali per gli interventi di <i>Soil-Replacement</i>	8
2.3	Indagini presso l'area di esecuzione della prova di Soil Vapor Extraction	9
2.3.1	Ubicazione	9
2.3.2	Modalità esecutiva	10
2.4	Indagini presso l'area di esecuzione delle prove di ISCO e di Trap&Treat	12
2.4.1	Ubicazione	12
2.4.2	Modalità esecutiva	13
2.5	Indagini presso l'area di esecuzione delle prove soil-flushing	13
2.5.1	Ubicazione	13

2.5.2	Modalità esecutiva	14
3.0	TEST DI SOIL WASHING	15
3.1	Obiettivi del test.....	15
3.2	Fasi operative.....	15
3.3	Area di prelievo dei campioni	15
3.4	Attrezzature e impianti	16
3.4.1	Test pilota di laboratorio.....	16
3.4.2	Prova pilota in impianto industriale a scala reale autorizzato.....	16
3.5	Verifiche e monitoraggi	17
3.6	Tempistiche	18
3.7	Valutazione rischi Sicurezza e ambiente	18
4.0	TEST PILOTA DI <i>IN SITU</i> SOIL STABILIZATION.....	19
4.1	Obiettivo del test	19
4.2	Fasi operative.....	19
4.3	Area di intervento	19
4.4	Specifiche tecniche	20
4.4.1	Perforazione.....	21
4.4.2	Jet-iniezione.....	21
4.5	Attrezzature ed impianti	22
4.6	Verifiche e monitoraggi	22
4.7	Tempistiche	23
4.8	Valutazione rischi sicurezza e ambiente.....	23
5.0	TEST DI INERTIZZAZIONE	0
5.1	Tempistiche	0
6.0	TEST PILOTA DI SOIL VAPOUR EXTRACTION	1
6.1	Obiettivo del test	1
6.2	Fasi operative.....	1
6.3	Area di intervento	1
6.4	Pozzi e punti di monitoraggio	3
6.5	Impianti e attrezzature.....	4
6.6	Modalità di conduzione della prova.....	6

6.6.1	Rilievo condizioni di baseline	6
6.6.2	Valutazione delle depressioni indotte	6
6.6.3	Test SVE a gradini di portata	6
6.6.4	Test SVE di lunga durata a portata costante	7
6.6.5	Prove respirometriche	7
6.7	Tempistiche	8
6.8	Valutazione rischi sicurezza e ambiente	8
7.0	TEST PILOTA DI OSSIDAZIONE CHIMICA IN SITU (ISCO)	9
7.1	Obiettivo del test	9
7.2	Fasi operative	9
7.3	Area di intervento	9
7.4	Pozzi e punti di monitoraggio	10
7.5	Attrezzature ed impianti	14
7.6	Modalità di conduzione della prova	15
7.7	Verifiche e monitoraggi	17
7.7.1	Monitoraggi ante-operam	17
7.7.2	Monitoraggi in esecuzione	17
7.7.3	Monitoraggi post operam	17
7.7.4	Programma analitico	17
7.8	Tempistiche	18
8.0	TEST PILOTA DI ADSORBIMENTO E DEGRADAZIONE CHIMICO-BIOLOGICA (TRAP&TREAT)	19
8.1	Obiettivo del test	19
8.2	Fasi operative	19
8.3	Area di intervento	19
8.4	Punti di monitoraggio	20
8.5	Modalità di esecuzione	20
8.5.1	Prodotto utilizzato	21
8.6	Verifiche e monitoraggi	21
8.7	Tempistiche	22
9.0	TEST PILOTA DI IN-SITU SOIL FLUSHING	23
9.1	Obiettivo del test	23

9.2	Fasi operative.....	23
9.3	Area di intervento	23
9.4	Pozzi e punti di monitoraggio	24
9.5	Attrezzature ed impianti	24
9.6	Modalità di conduzione	25
9.7	Verifiche e monitoraggi	25
9.8	Prove pilota di laboratorio	26
9.9	Tempistiche.....	26
10.0	GESTIONE MATERIALI DI RISULTA	0
11.0	ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI LAVORI.....	0

FIGURE

Figura 2-1 – Punti di indagine per prelievo campioni per selezione materiale per test soil-washing.....	4
Figura 2-2 – Ubicazione area sondaggio C27.....	7
Figura 2-3 – Estratto dalla Figura 01 - Indagini propedeutiche alla realizzazione degli interventi di bonifica della Reazione illustrativa del Progetto Definitivo (a sinistra) e dalla tavola Area di MISP - Interventi di bonifica profonda Pianta e sezioni tipo - Tavola 2 di 2 (a destra), con indicazione del punto di esecuzione del carotaggio.....	8
Figura 2-4 – Ubicazione indagini area intervento SVE.....	9
Figura 2-5 – Ubicazione indagini integrative are SVE	10
Figura 2-6 - Ubicazione indagini integrative zona poligono C26a/C26e	12
Figura 2-7 – Ubicazione sondaggi di caratterizzazione integrativa anticipato in fase propedeutica alle prove pilota	12
Figura 2-8 - Ubicazione indagini integrative zona poligono C34	13
Figura 2-9 – Ubicazione sondaggi di caratterizzazione integrativa anticipato in fase propedeutica alle prove pilota	14
Figura 4-1 – Ubicazione campo prova Soil Stabilization	19
Figura 4-2 – Ubicazione campo prova e colonne di jet-grouting.....	20
Figura 4-3 – Schema di intervento sui terreni profondi	20
Figura 6-1 – Ubicazione campo prove.....	2
Figura 6-2 – Allestimento planimetrico campo prova SVE	2
Figura 7-1 – Ubicazione campo prova ISCO.....	10
Figura 7-2 – Elementi descritti delle modalità realizzative dei pozzi di iniezione ISCO per l'area 1 (poligono C26) estratti dagli elaborati del Progetto Definitivo ("ISCO - Planimetria aree di intervento" e "ISCO - Tipologico pozzi di iniezione")	11
Figura 7-3 – Geometria di realizzazione dei pozzi ISCO	12

Figura 7-4 – Layout del campo prova.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
Figura 8-1 – Ubicazione campo prova Trap&Treat	19
Figura 8-2 – Layout campo prova Trap&Treat	20
Figura 9-1 – Area di intervento prova Soil-Flushing	23
Figura 9-2 – Layout campo prova Soil-Flushing.....	24

APPENDICI

Tavola 1 - Ubicazione dei punti di indagine propedeutica ai Test Pilota (D-078-23634793-WP.P3-EN-DIS-1-a)
Tavola 2 - Layout campo prova soil-stabilization (D-078-23634793-WP.P3-EN-DIS-1-b)
Tavola 3 - Layout e schemi costruttivi campo prova SVE (D-078-23634793-WP.P3-EN-DIS-1-c)
Tavola 4 - Layout e schemi costruttivi campo prova ISCO (D-078-23634793-WP.P3-EN-DIS-1-d)
Tavola 5 - Layout campo prova Trap&Treat (D-078-23634793-WP.P3-EN-DIS-1-e)
Tavola 6 -Layout e schemi costruttivi campo prova soil-flushing (D-078-23634793-WP.P3-EN-DIS-1-f)

ALLEGATI

Allegato 1 – Elenco dei possibili impianti di conferimento rifiuti
Allegato 2 – Elenco dei possibili trasportatori dei rifiuti
Allegato 3 – Sintesi quantificazione rifiuti prodotti

1.0 PREMESSA

Il presente documento costituisce il **Disciplinare tecnico e prestazionale** relativo ai campi prova e ai test pilota (WP.E3.1) previsti dal Progetto Definitivo predisposto da AECOM per gli Interventi di decommissioning, bonifica e MISP presso lo stabilimento Caffaro Brescia Stralcio Prima fase, così come definiti nel documento “Relazione Illustrativa – Annesso B: Attività propedeutiche alla realizzazione degli interventi di bonifica” (cod. elab. 60705578_CBS_00_RL01_2_0).

Il documento è stato redatto dal RTP costituito da WSP ITALIA S.r.l. e NCE S.r.l. per conto dell'RTI aggiudicatario dell'Appalto per l'esecuzione degli interventi di cui al Progetto Definitivo su incarico della Stazione Appaltante Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - Commissario Straordinario Brescia Caffaro.

Obiettivo dei test pilota da eseguirsi presso i campi prova in oggetto è la verifica dell'efficacia delle tecnologie di bonifica previste dal Progetto Definitivo in relazione alle condizioni specifiche del sito, e la definizione dei parametri operativi per l'esecuzione full-scale degli interventi.

I test pilota previsti da Progetto Definitivo sono di seguito elencati:

- test pilota di lavaggio terreni (impianto pilota *Soil Washing*)¹;
- prove di inertizzazione;
- test pilota di *in Situ Soil Stabilization*;
- test pilota di *Soil Vapour Extraction*;
- test pilota di ossidazione chimica in situ (*In Situ Chemical Oxidation*, “ISCO”);
- test pilota di adsorbimento e rimozione chimica (*Trap&Treat*)¹;
- test pilota di *in-Situ Soil Flushing*.

Ai fini della definizione dei parametri di baseline e con l'obiettivo di integrare il quadro conoscitivo funzionalmente all'interpretazione dei risultati dei campi prova, è stata inoltre proposta l'anticipazione di alcune delle “indagini propedeutiche agli interventi di bonifica” (“*Remedial Investigation*” – WP.E3.3) definite dal progetto nella Relazione Illustrativa – Annesso B”. Ove previsto, preliminarmente all'esecuzione delle indagini, e dei test e prove pilota, sarà necessario procedere con le attività relative alla Bonifica Ordigni Bellici (WP.E3.2).

1.1 Supervisione archeologica

Data l'interferenza delle lavorazioni descritte nel seguito con il sottosuolo caratterizzato da potenziali ritrovamenti archeologici, è prevista in accordo con il Progetto Definitivo, l'assistenza archeologica durante i lavori di perforazione/scavo fino alla quota di almeno tre metri.

1.2 Bonifica Ordigni Bellici

In accordo con quanto previsto dal Progetto Definitivo, si procederà preliminarmente all'esecuzione delle attività descritte nel seguito con la realizzazione degli interventi di bonifica bellica ex D.L. n°320 del 12/04/46 e s.m.i. (D.L.gs.n. 81 del 09/04/2008 – D.L.gs.n.177 del 01/10/2012). Nello specifico, si è previsto di procedere con gli interventi in corrispondenza delle seguenti aree:

- Punti di perforazione: sarà indagata un'area di estensione pari a 3 m x 3 m;
- Campi prova: sarà indagata un'area di estensione pari a 15 m x 15 m.

¹ Nota: tecnologia non inclusa tra quelle previste di prevista esecuzione nell'ambito dell'intervento di Bonifica/MISP, Stralcio di Prima Fase.

1.3 Osservazioni di carattere generale sulle basi di progetto

Per la redazione del presente documento sono state assunte le basi di progetto considerate dal Progetto Definitivo, in particolare per quanto riguarda il dato convenzionale di riferimento relativo alla soggiacenza della prima falda, indicata a 29 m da p.c..

Tuttavia, i dati trasmessi all'RTI da parte del Commissario, forniti da ARPA, hanno evidenziato che al momento attuale è in corso una congiuntura idrogeologica per cui i livelli di falda sono significativamente superiori a quelli indicati in sede di documentazione di gara. In particolare, a ottobre 2024 sono stati registrati livelli nell'ordine di 19-20 m di soggiacenza nei piezometri che intercettano il primo acquifero (MW1-32m, MW5-32m, MW7-32m).

È possibile che nel corso dei prossimi mesi si potrà assistere, come frequentemente accade nel periodo invernale, ad un abbassamento significativo del livello di falda, anche se non vi sono garanzie che al momento di esecuzione delle prove i livelli avranno nuovamente raggiunto i valori previsti da Progetto Definitivo.

In fase esecutiva di allestimento dei campi prova i livelli verranno pertanto nuovamente verificati. In base a quanto sarà rilevato, verranno condotte le opportune valutazioni e, in accordo con la Direzione Lavori e la Stazione Appaltante, verranno apportate le eventuali modifiche esecutive, qualora si rendessero effettivamente necessarie.

1.4 Norme e standard di riferimento

Tutte le lavorazioni, materiali e impianti dovranno essere costruiti ed eserciti rispettando la normativa vigente ad essi applicabile. La principale legislazione di riferimento è indicata nel seguente elenco, da considerare in tutte le sue eventuali successive integrazioni.

1.4.1 Generali

- D.Lgs. n°81 del 09/04/2008 Testo unico sulla sicurezza sul lavoro.
- D.Lgs. n°233 del 12/06/2003 Attuazione della direttiva 99/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive.
- D.Lgs. 15/02/2016 n.68 Attuazione della direttiva 2014/68/UE in materia di attrezzature in pressione.
- Direttiva 2006/42/CE Direttiva macchine.

1.4.2 Recipienti e serbatoi in pressione

- Materiale UNI – DIN
- Normativa PED 2014/68/UE

1.4.3 Macchine

- Direttiva Macchine 2006/42/CE (DLgs 27-1-2010 n. 17)
- Direttiva Bassa Tensione 2006/95/CE
- Compatibilità elettromagnetica 2004/108/CE

1.4.4 Tubazioni e raccorderie

- UNI 1092-1 Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Parte 1: Flange di acciaio
- D.Lgs 2014/68/UE Attuazione della direttiva 2014/68/UE in materia di attrezzature in pressione

1.4.5 Sistema elettrico

- Norme CEI, IEC, UNEL, CENELEC

1.4.6 Strumentazione

- CEI, CENELEC, ISO/ISA, ANSI, ISPESL, IEC

1.4.7 Rumorosità

- DPCM del 1.3.1991: "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- D.L. del 15.8.1991, n. 277: "Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della Legge 30.7.1990, n. 212".
- Legge del 26.10.1995, n. 447: "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- DPCM del 14.11.1997: "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

2.0 INDAGINI PROPEDEUTICHE

Come anticipato, quale fase iniziale dei test pilota (Fase 0 di WP.E3.1), si prevede di eseguire alcune delle indagini propedeutiche previste nelle “indagini propedeutiche agli interventi di bonifica” (*Remedial Investigation* – WP.E3.3) di cui alla Relazione Illustrativa – Annesso B e, in particolare:

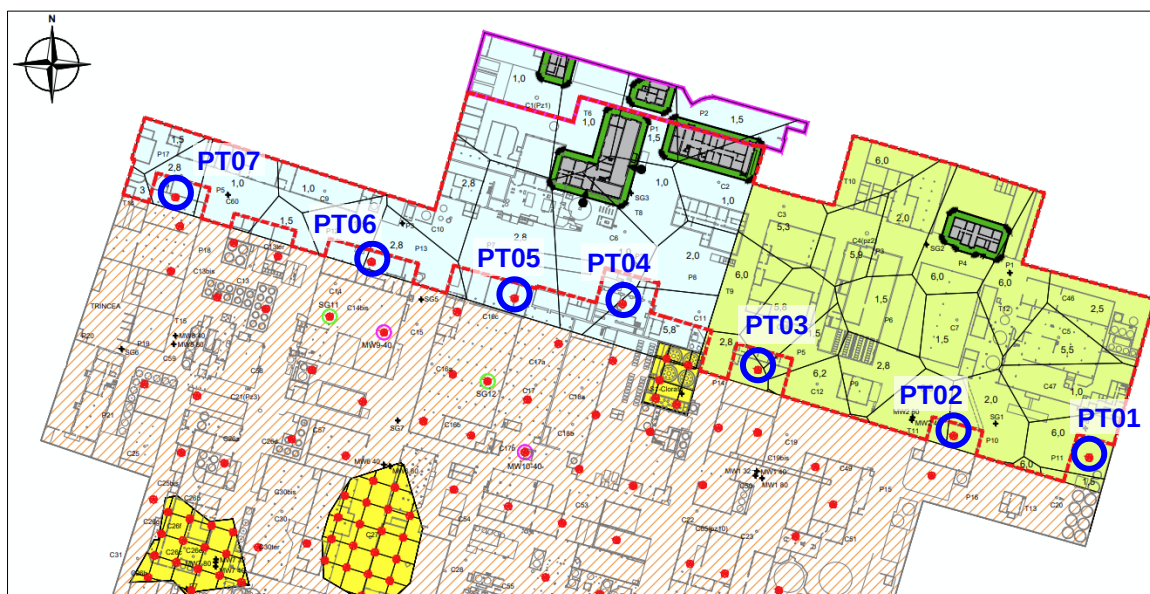
- n. 7 sondaggi nelle aree che nel Lotto 2 dell'intervento (non oggetto del presente Appalto) saranno soggette ad interventi di scavo degli orizzonti superficiali, ubicate a nord, ai fini dell'esecuzione di verifiche stratigrafiche, analisi granulometriche ed analisi chimiche sui terreni, per la selezione dei punti di prelievo per l'esecuzione dei test di *Soil-Washing* ed inertizzazione;
- n. 1 sondaggio nell'area di esecuzione del test di *Soil-Stabilization* (Poligono C27);
- n. 3 sondaggi, di cui n. 1 attrezzato a sonda soil-gas e punto di monitoraggio per la prova di *Soil Vapour Extraction* e n. 1 attrezzato a piezometro, nell'area di prevista esecuzione dell'intervento di *Soil Vapour Extraction* (SVE), al fine di verificare le caratteristiche dei terreni e di raccogliere informazioni sulla contaminazione presente nei gas interstiziali al fine della calibrazione del posizionamento del campo prova SVE;
- N. 2 sondaggi nell'area di esecuzione dei test pilota di ISCO e di *Trap&Treat* (Poligono C26);
- N. 2 sondaggi nell'area di esecuzione del test di *Soil-Flushing* (Poligono C34).

Nei paragrafi seguenti verranno illustrate le indagini previste e saranno riportate alcune figure di dettaglio relative alla loro ubicazione. Preliminarmente all'esecuzione delle indagini, così come per l'esecuzione dei test e prove pilota, sarà necessario procedere con le previste attività relative alla Bonifica Ordigni Bellici (WP.E3.2).

2.1 Indagini aree nord per test soil-washing

2.1.1 Ubicazione

Si prevede l'esecuzione dei sondaggi in corrispondenza dei punti evidenziati in Figura 2-1, in cui si riporta un estratto della “Figura 01: indagini propedeutiche alla realizzazione degli interventi di bonifica” della Relazione Illustrativa Annesso B del Progetto Definitivo.



I carotaggi verranno realizzati nelle posizioni indicative riportate in figura, che saranno da confermare in fase esecutiva previa verifica di dettaglio delle eventuali interferenze (es. presenza di sottoservizi) ed eventualmente da riposizionare nell'immediato intorno della verticale già prevista dalla documentazione progettuale.

Sulla base dei risultati delle analisi eseguite sui campioni prelevati nel corso dell'esecuzione dei sondaggi, verranno individuate una o più subaree, tra quelle in cui sono stati effettuati i sondaggi, in corrispondenza delle quali procedere, mediante escavatore, al prelievo di un campione di volume sufficiente all'esecuzione dei test di *Soil-Washing*, come descritto al Paragrafo 3.0.

2.1.2 Modalità esecutiva

Come previsto dalle specifiche di progetto delle indagini di *Remedial Investigation*, si prevede l'esecuzione di sondaggi spinti fino alla frangia capillare di progetto, collocata nominalmente a circa 29 m da p.c., con il prelievo di campioni lungo l'intera verticale. È previsto che da ogni sondaggio saranno prelevati un minimo di 4 campioni di terreno (n. 1 campione di suolo superficiale, n. 1 campione in frangia capillare, n. 2 campioni intermedi di suolo profondo).

Per le specifiche finalità della prova di *Soil-Washing*, almeno 2-3 campioni per sondaggio saranno prelevati entro le quote indicate in tabella Tabella 2.1, in cui sono riportate le quote di scavo previste per la fase di bonifica (esclusa del presente Lotto 1 di Appalto).

Tabella 2.1 – Sondaggi previsti per prelievo campioni propedeutici alle prove *Soil-Washing*

Punto	Prof. Massima
PT01	6,0 m
PT02	2,0 m
PT03	2,8 m
PT04	5,8 m
PT05	2,8 m
PT06	2,8 m*
PT07	2,8
* Il punto PT-06 verrà approfondito fino a 29 m dal p.c. al fine di ricavare informazioni funzionali alla prova pilota Soil Vapour Extraction (rif. Paragrafo 2.3 e 6.0)	

Nell'ambito di ciascun sondaggio, i campioni verranno formati in funzione degli orizzonti stratigrafici intercettati, con intervalli di prelievo minimo pari ad un metro di spessore. Si prevede di prelevare n. 2-3 campioni per ciascun sondaggio (da valutare in funzione della stratigrafia riscontrata), per un totale di **circa 15 campioni**.

I campioni destinati alle prove di trattabilità verranno prelevati senza procedere allo scarto della frazione <2cm in campo, al fine di quantificare l'effettivo contenuto totale di contaminanti per il dimensionamento delle prove.

Ogni campione verrà prelevato in triplice aliquota, anche per consentire eventuali determinazioni aggiuntive.

Qualora fosse ritenuta necessaria la validazione dei dati da parte di ARPA, si procederà al prelievo di aliquote aggiuntive dedicate.

I campioni aggiuntivi finalizzati alla verifica della matrice ambientale terreno verranno prelevati secondo le modalità previste dal Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06.

2.1.3 Protocollo analitico

I campioni prelevati dai carotaggi verranno sottoposti alle seguenti determinazioni:

- Su campioni prelevati ad hoc: granulometria;
- Metalli (Antimonio, Arsenico, Cobalto, Cromo VI, Mercurio, Piombo, Rame, Selenio, Tallio, Zinco);
- Idrocarburi C > 12;
- PCB (Totali e Congeneri);
- Fitofarmaci;
- IPA;
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni;
- Tetracloruro di carbonio;
- Clorobenzeni;
- Somma PCDD/F (conv. TEQ).

Le analisi relative ai composti organici clorurati saranno eseguite solo laddove i test speditivi con lampade PID evidenzino la presenza di composti organici volatili (VOC) nei campioni prelevati.

Sui campioni sarà inoltre condotto un test di cessione, secondo le metodiche indicate dal D.M. 5 febbraio 1998 (Allegato 3 “Criteri per la determinazione del test di cessione”). Per quanto riguarda i parametri da analizzare e i criteri di valutazione degli esiti, il Progetto Definitivo prevede quanto segue:

«Il test sarà esteso a tutti gli analiti inorganici di cui alla Tabella 2, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e i risultati saranno confrontati con le CSC di cui alla medesima tabella. Sempre sull'eluato sarà determinato anche il valore di pH che si ritiene significativo per la valutazione della lisciviabilità dei materiali».

A tal proposito, anche in considerazione di quanto introdotto dalla L.108/2021, si ritiene opportuna una valutazione congiunta con il Dipartimento ARPA al fine di valutare quale sia l'approccio metodologico più opportuno per lo specifico caso in esame.

2.1.4 Specifiche tecniche di esecuzione delle perforazioni

Come già previsto dal Progetto Definitivo per le indagini integrative, i sondaggi saranno realizzati a carotaggio continuo. Le perforazioni saranno realizzate servendosi di una sonda a rotazione mediante carotiere semplice, di lunghezza non superiore a 1,5 m e diametro almeno pari a 131/152 mm (o in funzione di specifiche condizioni a 101/127 mm).

L'esecuzione delle perforazioni sarà eseguita facendo riferimento alle seguenti modalità operative:

- utilizzo di rivestimenti e corone non verniciate;
- perforazione a secco ed a bassa velocità di rotazione, con eventuale utilizzo in avanzamento di acqua chiara dalla composizione chimica ben nota (acqua di rete);
- pulizia dell'impianto di perforazione prima dell'inizio del lavoro;
- pulizia del carotiere e delle aste di perforazione e rimozione dei lubrificanti nelle zone filettate prima e dopo ogni sondaggio;
- pulizia di ogni strumento di misura e dei campioni inseriti in foro prima e dopo l'inserimento.
- pulizia dei contenitori e dell'impianto di circolazione per l'acqua di perforazione prima dell'inizio del lavoro;

- verifica continua del buon funzionamento delle attrezzature di perforazione, e dell'assenza di perdite di lubrificanti;
- le carote estratte verranno posizionate in apposite cassette catalogatrici per la loro conservazione, nella quale saranno riportati in modo indelebile il numero di sondaggio e le profondità di riferimento.

Sarà inoltre rilevata, durante il sondaggio contemporaneamente all'avanzamento, la stratigrafia dettagliata del terreno attraversato, avendo cura di verificare e qualificare l'eventuale presenza di materiali antropici (es. laterizi, scorie, o altre frazioni merceologiche).

Durante l'avanzamento si prevede l'esecuzione di accertamenti con fotoionizzatore portatile (PID) sui materiali estratti, con esecuzione di test HSA (Head Space Analysis).

2.2 Indagini area C27 per test di Soil-Stabilization e verifica fattibilità Soil Replacement

2.2.1 Ubicazione

Presso l'area di riferimento del sondaggio di caratterizzazione denominato C27, dove sono previsti interventi in situ sui terreni profondi mediante stabilizzazione in situ e, come più avanti descritto (Paragrafo 4.0) è prevista l'esecuzione di prove pilota per tale tecnologia, è prevista da progetto Definitivo l'esecuzione di n. 20 sondaggi nell'ambito delle attività di caratterizzazione integrativa.

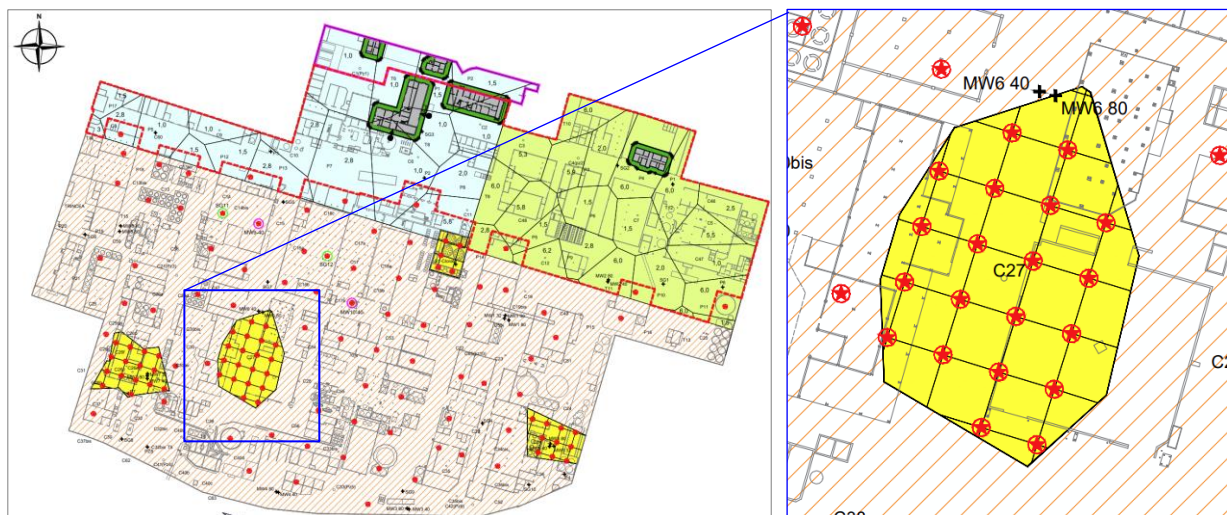


Figura 2-2 – Ubicazione area sondaggio C27

Si prevede pertanto di realizzare fin dalla fase di prove pilota, anticipando quanto successivamente eseguito in fase di caratterizzazione integrativa, **n.1 carotaggio** finalizzato a verificare le caratteristiche dei terreni nell'area selezionata per l'esecuzione della prova pilota di Soil Stabilization.

Nel corso della prova verranno indagate anche le caratteristiche geotecniche dei materiali, al fine di verificare la fattibilità di una **alternativa tecnologica per gli interventi di Soil-Replacement**, che prevederebbe l'utilizzo di una tecnica di perforazione a percussione basata su carotieri di forma esagonale, al fine di ottimizzare la copertura dei volumi di rimozione rispetto all'uso di colonne circolari secanti.

Si prevede pertanto l'esecuzione di un sondaggio (PT08) in corrispondenza del punto evidenziati in Figura 2-3.

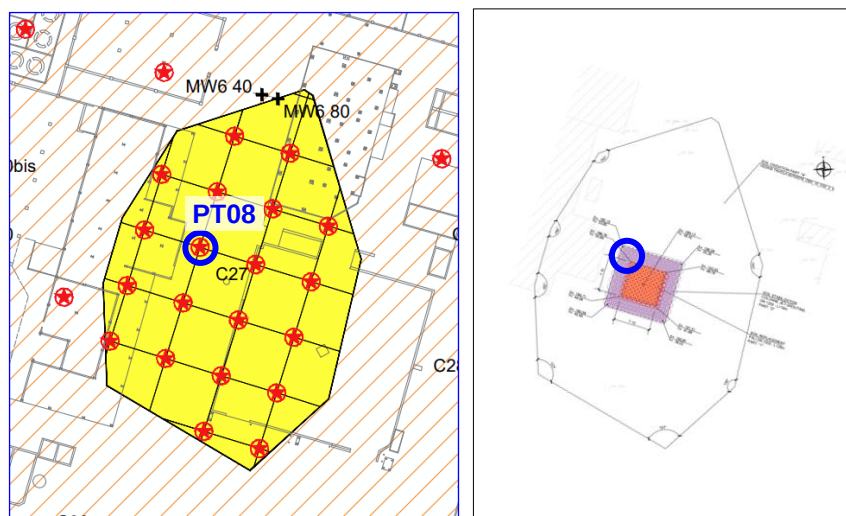


Figura 2-3 – Estratto dalla Figura 01 - Indagini propedeutiche alla realizzazione degli interventi di bonifica della Reazione illustrativa del Progetto Definitivo (a sinistra) e dalla tavola Area di MISP - Interventi di bonifica profonda Pianta e sezioni tipo - Tavola 2 di 2 (a destra), con indicazione del punto di esecuzione del carotaggio

2.2.2 Modalità esecutiva e prelievo di campioni

Si prevede l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo spinto fino ad intercettare la frangia capillare (nominalmente posta da Progetto Definitivo a circa 29 m da p.c.) e pertanto fino a circa 29 m da p.c. come previsto da progetto per la *remedial investigation*.

Il progetto definitivo prevede per quest'area che la *soil-stabilization* coinvolga uno spessore di circa 20 m, tra 10 e 29 m dal p.c.

Si prevede pertanto il prelievo di campioni nell'intervallo tra -10 e -29 m da p.c. a fine di verificare le caratteristiche chimiche degli orizzonti coinvolti dalle successive prove, procedendo con la formazione di n.5 campioni lungo la verticale, secondo il seguente schema indicativo, suscettibile di modifiche sulla base delle osservazioni litostratigrafiche, organolettiche e strumentali effettuate durante la perforazione:

- 12-14 m
- 16-18 m
- 20-22 m
- 24-26 m
- 28-29 m

L'analisi verrà svolta secondo il protocollo analitico indicato al Paragrafo 2.1.3.

Le modalità di perforazione sono quelle già definite da Progetto definitivo, Riportate al paragrafo 2.1.4.

2.2.3 Indagini geotecniche finalizzate a verificare la fattibilità di utilizzo di carotieri esagonali per gli interventi di *Soil-Replacement*

Nel corso della perforazione saranno svolte le seguenti prove geotecniche in avanzamento:

- Prove SPT in avanzamento, n. 3 prove negli intervalli non oggetto di campionamento terreni;
- Prelievo di n. 2 campioni per analisi granulometrica.

Sulla base dei risultati, il fornitore specializzato effettuerà una valutazione di fattibilità dell'utilizzo della tecnologia di *Soil-Replacement* con carotieri esagonali.

2.3 Indagini presso l'area di esecuzione della prova di Soil Vapor Extraction

2.3.1 Ubicazione

Presso l'area di esecuzione degli interventi di Soil Vapour Extraction (area cd "ex impianto Clortex"), previsti da eseguirsi fino a -29 m da p.c., il Progetto Definitivo ha previsto le seguenti indagini integrative (rif. Figura 2-4):

- 3 carotaggi geognostici;
- 1 carotaggio completato a soil gas (SG-11);
- 1 carotaggio completato a piezometro (MW 9-40).

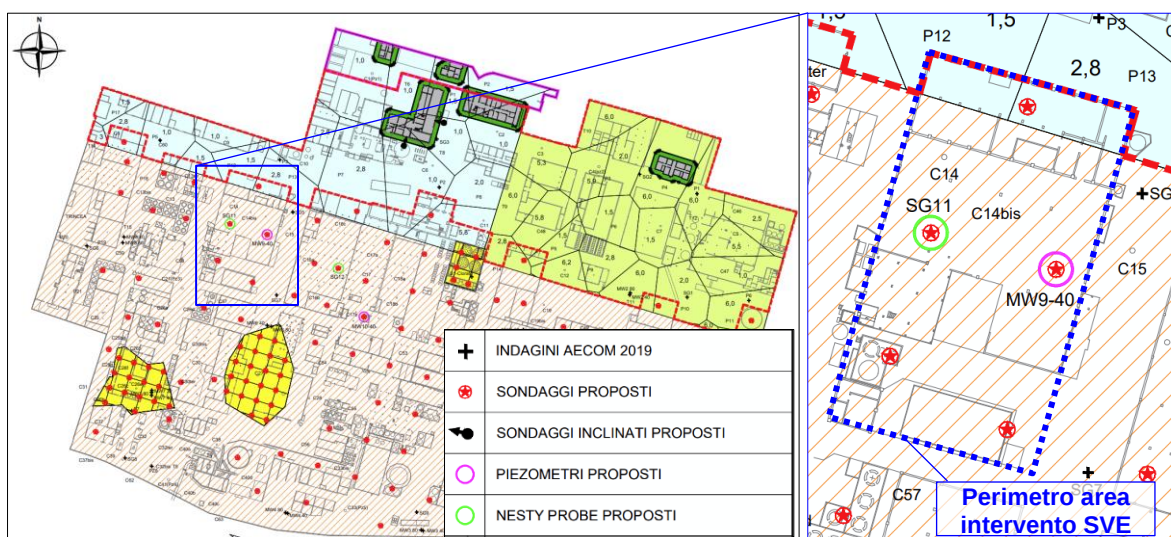


Figura 2-4 – Ubicazione indagini area intervento SVE

Il Progetto Definitivo delega alla fase di prova pilota una migliore definizione dell'articolazione spaziale orizzontale e verticale dell'intervento, in particolare, a pagg. 120 e 121 della Relazione Illustrativa, si prevede che:

- «In considerazione dell'elevato spessore di insaturo potenzialmente coinvolto si prevede l'installazione di un numero di pozzi di estrazione dei vapori compresi tra 15 e 20, intestati a diverse profondità, per il trattamento di "colonne" di terreno impattato e/o di orizzonti specifici di sottosuolo».
- «La posizione dei pozzi di estrazione sarà finalizzata a coprire in maniera omogenea la superficie considerata, sulla base di un raggio di influenza, per punto di estrazione, pari ad almeno 10 m. Il numero esatto di pozzi e la loro ubicazione, così come il raggio di influenza, saranno confermati a seguito delle indagini integrative e dello specifico campo di prova SVE».
- «La definizione di dettaglio degli interventi sarà realizzata previa una miglior localizzazione delle sorgenti residue attraverso specifici test pilota di venting, finalizzati alla verifica della presenza delle frazioni volatili nel sottosuolo ed al dimensionamento dei relativi sistemi di estrazione e trattamento».

Ai fini di una migliore calibrazione della posizione di installazione del campo prove, si prevede pertanto l'anticipazione dell'esecuzione dei seguenti punti di indagine (Figura 2-5):

- Carotaggio allestito a sonda soil-gas multilivello denominata SG11;
- Carotaggio allestito a piezometro MW9-40;
- Carotaggio PT09;
- Carotaggio PT06 (eseguito nell'ambito delle indagini di cui al punto 2.1).

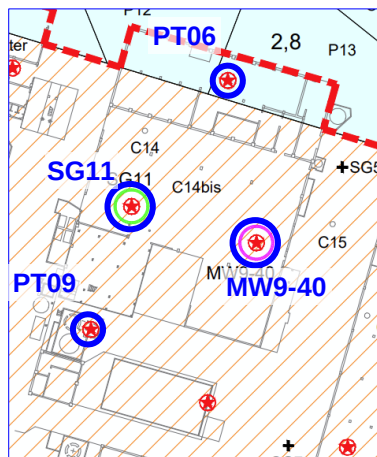


Figura 2-5 – Ubicazione indagini integrative are SVE

2.3.2 Modalità esecutiva

Presso ciascuno dei punti di indagine verranno eseguiti carotaggi a conservazione di nucleo, con prelievo di campioni in avanzamento ed esecuzione di verifiche con fotoionizzatore portatile.

Si prevede il prelievo lungo la verticale di almeno 1 campione ogni 5 metri di avanzamento, per un totale di circa 5-6 campioni/sondaggio.

Si prevedono inoltre le seguenti attività:

- in corrispondenza del punto SG11, previsto da Progetto Definitivo, installazione di sonde in assetto multilivello all'interno di un medesimo foro alesato a 178 mm, in particolare:
 - Una sonda posta tra 1 e 2 m (come da Progetto Definitivo), realizzata con nesty probe in PVC di diametro 1" e lunghezza 30 cm;
 - Una sonda realizzata con tubazione in PVC da 1" fenestrata tra 3 e 10 m
 - Una sonda realizzata con tubazione in PVC da 1" fenestrata tra 11 e 19 m;
 - Una sonda realizzata con tubazione in PVC da 1" fenestrata tra 20 e 29 m.

Le profondità dei tratti fenestrati saranno verificate in campo a seguito della realizzazione dei sondaggi, sulla base delle evidenze litostratigrafiche riscontrate e dei livelli di falda.

- In corrispondenza del punto MW9-40, già previsto da Progetto Definitivo, previo approfondimento a 40 m da p.c., installazione di un piezometro da 4", fenestrato indicativamente tra 30 e 40 m da p.c. come previsto da Progetto Definitivo (la definizione precisa della lunghezza del tratto cieco/fenestrato sarà definita in campo a seguito delle evidenze litostratigrafiche e del livello di falda).

Le specifiche tecniche di perforazione sono quelle definite dal Progetto Definitivo e richiamate al Paragrafo 2.1.4

Il piezometro MW9-40, come previsto da Progetto Definitivo (pag. 524 Annesso A della Relazione Illustrativa), sarà approfondito fino a circa 40 m da p.c., allestito con tubo piezometrico in PVC di diametro pari a 4", installato in un foro alesato con diametro finale inferiore pari a 178 mm e fenestrato nell'orizzonte saturo approssimativamente tra 30 e 40 m da p.c.

Si evidenzia tuttavia la necessità di verificare, in funzione delle evidenze litostratigrafiche e freatiche riscontrate in sede di perforazione, quale sia l'intervallo migliore di fenestrazione, considerando anche quanto riportato nel Progetto Definitivo ovvero:

«In considerazione dei risultati dei campionamenti multilivello effettuati che hanno evidenziato come la contaminazione sia localizzata prevalentemente nella porzione superficiale dell'acquifero, i piezometri saranno

approfonditi fino alla profondità di circa 40 m da p.c., allestiti con tubo piezometrico in PVC di diametro pari a 4" e fenestrati nell'orizzonte saturo approssimativamente tra 30 e 40 m da p.c.»

Poiché la soggiacenza della falda, come evidenziato al Paragrafo 1.1, può assumere valori anche nell'ordine di 19-20 m, si ritiene opportuno valutare la possibilità di fenestrare il piezometro MW9 fin dalla profondità di 19 m, fino a fondo foro.

Per i terreni si prevede il medesimo protocollo analitico definito dal Progetto Definitivo e richiamato al Paragrafo 2.1.3, integrato dai parametri della famiglia dei BTEXS.

Per le acque sotterranee si prevedono modalità di campionamento e protocollo analitico definito dal Progetto Definitivo, in particolare:

- Le attività di monitoraggio consisteranno nell'esecuzione delle seguenti operazioni:
 - rilievo freaticometrico;
 - spurgo a basso flusso e rilievo dei parametri chimico-fisici;
 - campionamento delle acque sotterranee e consegna dei campioni prelevati presso il laboratorio di analisi.
- I campioni di acqua di falda saranno inviati presso il laboratorio accreditato ACCREDIA per la determinazione dei seguenti parametri:
 - Metalli (Arsenico, Mercurio, Cromo totale, Cromo VI, Piombo, Rame);
 - Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni;
 - Composti Alifatici Clorurati Non Cancerogeni;
 - Tetracloruro di carbonio;
 - Fitofarmaci;
 - PCB (totali e congeneri);
 - Sommatoria PCDD/PCDF.

In aggiunta, si prevede anche il monitoraggio dei parametri appartenenti alla famiglia dei BTEXS.

Per i gas interstiziali, come previsto da Progetto Definitivo:

- il campionamento dei gas interstiziali sarà preceduto da un adeguato tempo di riequilibrio delle condizioni naturali del sito;
- il campionamento potrà avvenire mediante Canister, Bottle Vac o fiale al fine di permettere l'analisi mediante metodiche EPA TO-15 dell'intero spettro di composti volatili (VOC);
- inoltre, si procederà al campionamento mediante fiale apposite, per la determinazione del mercurio volatile.

2.4 Indagini presso l'area di esecuzione delle prove di ISCO e di Trap&Treat

2.4.1 Ubicazione

Presso l'area di riferimento del poligono di Thiessen denominato C26c/C26e, dove sono previsti interventi in situ sui terreni profondi mediante ISCO e interventi di *Trap&Treat*, come più avanti descritto (Paragrafi 7.0 e 8.0), è prevista dal Progetto Definitivo l'esecuzione di n. 15 sondaggi di caratterizzazione integrativa.

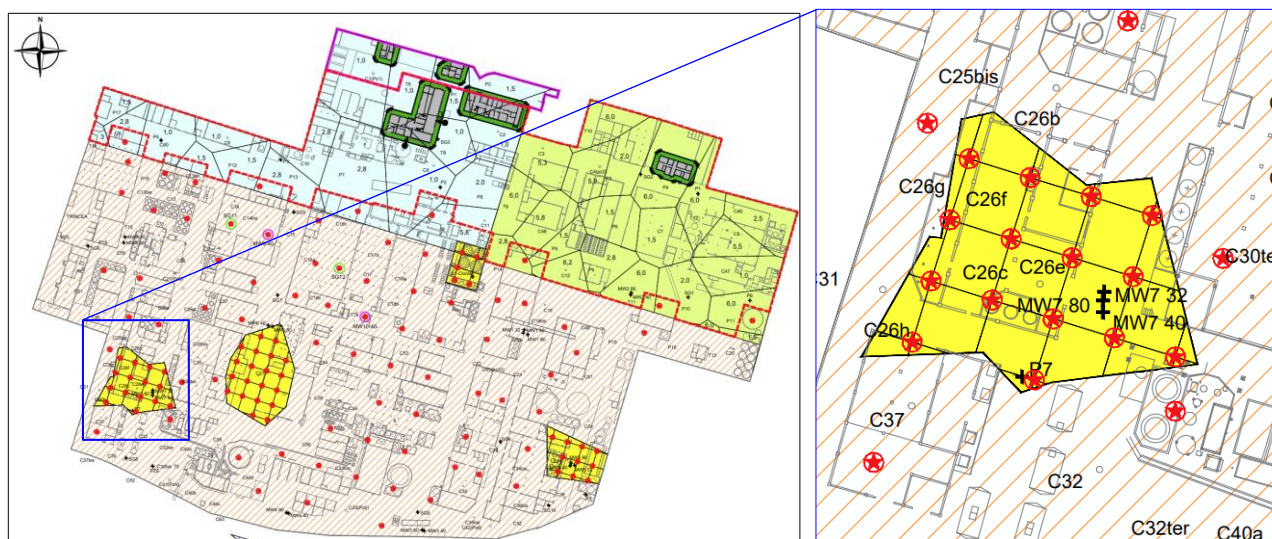


Figura 2-6 - Ubicazione indagini integrative zona poligono C26a/C26e

Poiché durante l'esecuzione della prova di ISCO e della prova Trap&Treat sarà prevista la realizzazione di numerosi carotaggi, tra cui alcuni realizzati a conservazione di nucleo, si ritiene opportuno considerare che almeno due di tali sondaggi assumano la funzione di punti di caratterizzazione integrativa.

In particolare, i campi prova saranno ubicati come indicato nella seguente Figura 2-7, in cui vengono evidenziati i sondaggi (PT-10 e PT-11) che si ritiene di considerare anticipazioni della caratterizzazione integrativa, e nell'ambito dei quali verranno prelevati campioni per la caratterizzazione dei terreni con il programma analitico già specificato al Paragrafo 2.1.3

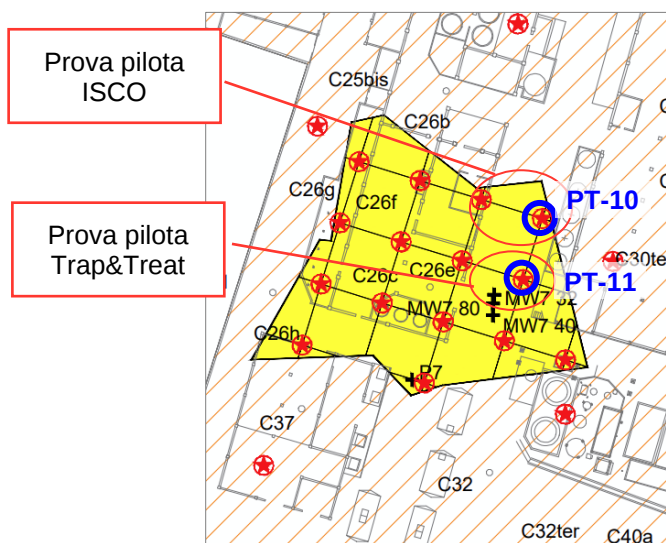


Figura 2-7 – Ubicazione sondaggi di caratterizzazione integrativa anticipato in fase propedeutica alle prove pilota

2.4.2 Modalità esecutiva

Si prevede l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla frangia capillare (nominalmente posta da Progetto Definitivo a circa 29 m da p.c.), con prelievo di un numero minimo di n. 6 campioni da ciascun sondaggio (di cui uno nel primo metro e uno in frangia capillare), anche sulla base delle osservazioni organolettiche e strumentali (baste su misure con PID) eseguite in fase di perforazione.

L'analisi verrà svolta secondo il protocollo analitico indicato al Paragrafo 2.1.3.

Le modalità di perforazione sono quelle già definite da Progetto Definitivo, riportate al paragrafo 2.1.4.

2.5 Indagini presso l'area di esecuzione delle prove soil-flushing

2.5.1 Ubicazione

Presso l'area di riferimento del poligono di Thiessen denominato C34, dove sono previsti interventi in situ sui terreni profondi mediante Soil Flushing, come più avanti descritto (Paragrafo 9.0), è prevista dal Progetto Definitivo l'esecuzione di n.10 sondaggi di caratterizzazione integrativa.

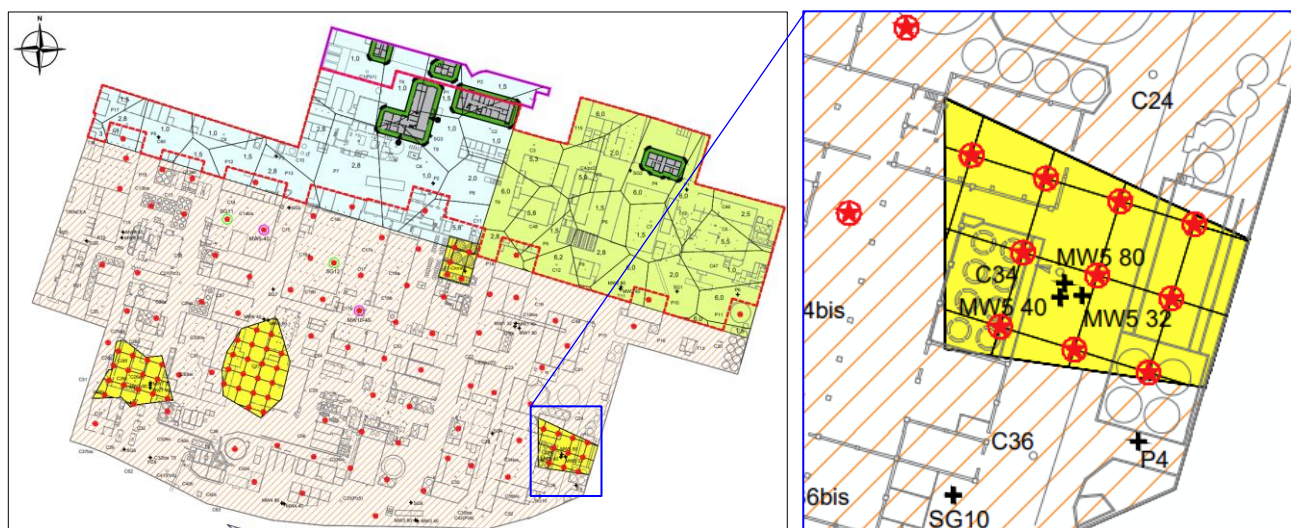


Figura 2-8 - Ubicazione indagini integrative zona poligono C34

Poiché durante l'esecuzione della prova di Soil Flushing sarà prevista la realizzazione di alcuni carotaggi, si ritiene opportuno considerare che almeno due di tali sondaggi assumano la funzione di punti di caratterizzazione integrativa.

In particolare, i campi prova saranno ubicati come indicato nella seguente Figura 2-9, in cui vengono evidenziati i sondaggi (PT-12 e PT-13) che si ritiene di considerare anticipazioni della caratterizzazione integrativa, e nell'ambito dei quali verranno prelevati campioni per la caratterizzazione dei terreni con il programma analitico già specificato al Paragrafo 2.1.3

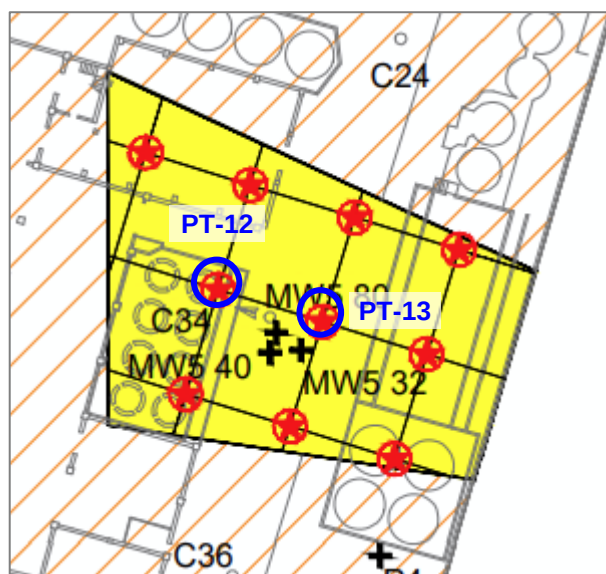


Figura 2-9 – Ubicazione sondaggi di caratterizzazione integrativa anticipato in fase propedeutica alle prove pilota

2.5.2 Modalità esecutiva

Si prevede l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla frangia capillare (nominalmente posta da Progetto Definitivo a circa 29 m da p.c.), con prelievo di un numero minimo di n. 6 campioni da ciascun sondaggio (di cui uno nel primo metro e uno in frangia capillare), anche sulla base delle osservazioni organolettiche e strumentali (baste su misure con PID) eseguite in fase di perforazione. Si prevede in ogni caso che almeno 3 campioni siano prelevati nell'intervallo che sarà soggetto a prova di *soil flushing* (19-28m)

L'analisi verrà svolta secondo il protocollo analitico indicato al Paragrafo 2.1.3.

Le modalità di perforazione sono quelle già definite da Progetto Definitivo, riportate al paragrafo 2.1.4.

3.0 TEST DI SOIL WASHING

3.1 Obiettivi del test

I test pilota della tecnologia di Soil Washing verranno svolti sia presso un laboratorio specializzato, sia presso un impianto esterno autorizzato, ed avranno l'obiettivo di:

1. verificare la trattabilità dei diversi livelli stratigrafici al fine di verificare la fattibilità del riuso on-site;
2. individuare il taglio granulometrico ottimale da trattare tramite vagliatura a secco e successivo lavaggio;
3. definire dal punto di vista analitico con test di cessione e test sul tal quale le caratteristiche dei materiali ottenuti a seguito dei processi di vagliatura e lavaggio;
4. stimare le percentuali di materiali (distinti in base alla pezzatura) ottenuti a seguito dei processi di vagliatura e lavaggio;
5. definire le modalità tecnico-operative migliori per la gestione della torbida di lavaggio ed i risultati conseguibili, in modo da individuare i processi di trattamento più efficienti, le percentuali di riciclo del fluido di lavaggio, le caratteristiche del fluido esausto ed i relativi costi di gestione.
6. verificare la necessità di aggiungere appositi agenti estraenti;
7. verificare quali rese è possibile raggiungere e quali sono i consumi di acqua e di eventuali prodotti chimici;
8. definire le caratteristiche dell'impianto di lavaggio.

3.2 Fasi operative

I test si articoleranno nelle seguenti fasi operative generali:

- Selezione delle aree di prelievo dei campioni da sottoporre ai test di trattabilità, sulla base dei risultati delle indagini e analisi preliminarmente eseguite, descritte al precedente Paragrafo 2.1 (carotaggi PT01-PT07), previo accordo con la Direzione Lavori (nel seguito DL)
- Esecuzione di una trincea con escavatore, con prelievo di un campione con un volume di circa 30 mc, e abbancamento dello stesso in area di cantiere dedicata, perimetrata e provvista di cartellonistica identificativa, allestita con telo impermeabile in LDPE. Il cumulo così ottenuto sarà inoltre provvisto di copertura con telo impermeabile.
- Prelevo di n.1 campione di circa 50 kg per effettuazione di un test di lavaggio a scala di laboratorio. Tale campione sarà preventivamente caratterizzato, con un campionamento rappresentativo dello stesso, mediante analisi chimica e granulometrica.
- A seguito dell'ottenimento dei risultati del test di lavaggio a scala di laboratorio, il campione da 30 mc prelevato verrà inviato, a seguito di caratterizzazione a norma UNI (con esecuzione di analisi per confronto con le CSC, analisi di omologa del rifiuto e test cessione) come rifiuto, ad un impianto esterno autorizzato per l'esecuzione di una prova a scala reale.
- Esecuzione delle analisi per la verifica delle performance sui materiali decadenti dalle prove di laboratorio e di trattabilità in impianto.

3.3 Area di prelievo dei campioni

I terreni oggetto di test verranno prelevati presso le aree in cui saranno realizzati i sondaggi di indagine propedeutica di cui al Paragrafo 2.1. In tali aree, a seguito di valutazioni in accordo con la DL, verranno identificate una o più postazioni in cui realizzare mediante escavatore una trincea esplorativa da cui prelevare complessivamente un volume di circa 30 mc di terreno, da abbancare in un'area di cantiere dedicata, perimetrata e provvista di cartellonistica identificativa, allestita con telo impermeabile in LDPE. Il cumulo così

ottenuto sarà inoltre provvisto di copertura con telo impermeabile. Da tale cumulo sarà poi prelevato il campione da 50 kg da sottoporre al test alla scala di laboratorio descritto al successivo Paragrafo 3.4.1. Il cumulo costituirà poi il volume di materiale da sottoporre al test a scala industriale in impianto esterno autorizzato.

Per il rinterro degli scavi sarà utilizzato di conseguenza materiale conferito dall'esterno del sito. Nello specifico, si prevede di utilizzare un misto granulare stabilizzato idoneo per fondazione stradale opportunamente costipato, data la necessità di garantire un'adeguata portanza del piano campagna, dato il previsto successivo passaggio di mezzi pesanti per le future attività di bonifica. È prevista, inoltre, la posa di un telo in TNT per la separazione tra il terreno in posto e il materiale di nuova fornitura.

3.4 Attrezzature e impianti

3.4.1 Test pilota di laboratorio

La procedura di test per il campione da circa 50 kg, che verrà trasferito al laboratorio esterno come “campione di laboratorio” (non come rifiuto), consisterà in:

- Lavaggio e classificazione della matrice.
 - Separazione con vibrovaglio a piatti in diverse classi granulometriche (Ghiaia >2mm, sabbia >0,063mm/<2mm, limo <0,063mm, acque di lavaggio).
 - Lavaggio e disaggregazione argilla per sedimentazione.
 - Definizione e approntamento delle fasi di processo necessarie (attrizione sabbie, separazione densimetrica, separazione dinamica, etc.).
- Trattamento di attrizione delle sabbie e lavaggio e classificazione granulometrica dei prodotti (4 classi)
- Trattamento delle acque di lavaggio
 - Ricerca del condizionate/i idoneo/i.
 - Decantazione della frazione fine (fango) con curva di sedimentazione.
 - Ricerca del corretto condizionamento per la filtrazione.
- Prove di filtrazione con unità pilota su scala di laboratorio
 - Filtro pressa da banco.
 - Caratterizzazione del pannello filtro pressato.
- Caratterizzazione dei sottoprodotti
 - Determinazione pH, conducibilità elettrica, indice di filtrabilità (fango).
 - Determinazione solidi sospesi, disciolti e volatili (fango).
 - Analisi granulometrica (morfologica o scansione) (fango).

Tali test avranno una durata indicativa di circa 3 settimane lavorative.

3.4.2 Prova pilota in impianto industriale a scala reale autorizzato

Il campione di circa 30 mc, preventivamente caratterizzato (per confronto con le CSC e per determinazioni finalizzate all'omologa del rifiuto, sia sul tal quale sia sull'eluato), verrà trasportato e accettato come rifiuto (CER 170504 o 170503*) ad un impianto industriale autorizzato.

Il processo di Soil Washing a ciclo chiuso che verrà eseguito sul materiale prevede i seguenti passaggi:

- i terreni vengono sottoposti a lavaggio per la separazione fisica della loro componente argillosa e limosa in cui si concentrano gli inquinanti;

- le acque usate nel processo di lavaggio vengono successivamente chiarificate mediante l'aggiunta di polielettroliti che permettono la separazione dal materiale fine che sedimenta;
- dal chiarificatore i sedimenti passano al filtro pressa da cui si ottengono fanghi disidratati con granulometria 0-100 micron che vengono inviati ad impianti autorizzati per il recupero o lo smaltimento;
- le acque chiarificate vengono reimmesse nel processo e riutilizzate; tuttavia, a causa della parziale perdita di acqua attraverso l'umidità residua nei fanghi e nei materiali prodotti, è necessario un suo reintegro.

Le verifiche analitiche in uscita verranno condotte sulle frazioni granulometriche più grossolane separate.

La parte fine probabilmente (vista la scarsa quantità dei materiali campione) sarà dispersa nel ciclo di gestione fini ed acque torbide dell'impianto. Nel caso in cui si riuscisse a separare anche la parte fine, le verifiche analitiche saranno condotte anche su tale frazione.

Si anticipa che, qualora la somma delle aliquote granulometriche inferiori ai 0,2 mm risultasse essere superiore al 45%, il processo di lavaggio e selezione granulometrica potrebbe risultare molto rallentato e poco funzionale.

3.5 Verifiche e monitoraggi

Sui campioni in ingresso ai test, sia alla scala di laboratorio sia alla scala industriale, verranno eseguite le determinazioni indicate ai precedenti paragrafi, riguardanti sia analisi granulometriche, sia analisi chimiche di caratterizzazione (sul tal quale e con test di cessione).

Sui campioni in uscita dai trattamenti eseguiti presso il laboratorio, oltre a quanto già indicato nella descrizione del processo, verranno eseguite le seguenti determinazioni:

- Caratterizzazione delle frazioni in uscita più grossolane, suddivise nelle frazioni granulometriche previste dall'impianto;
- Caratterizzazione della frazione da gestire come rifiuto (con analisi sul quale, test di cessione e, laddove necessario, test ecotossicologici).

Al termine del trattamento presso l'impianto esterno, in conformità a quanto previsto dalle autorizzazioni dell'impianto, le frazioni grossolane saranno analizzate per verificare il rispetto dei criteri di classificazione come EoW o come rifiuto.

Per quanto riguarda il terreno da sottoporre a test su scala industriale presso l'impianto esterno autorizzato, si anticipano le seguenti considerazioni, che dovranno essere approfondite in fase di verifica delle prestazioni della tecnologia in rapporto alla recuperabilità dei materiali trattati:

- La somma di Dibenzo p diossine e Dibenzofurani policlorurati (PCDD/PCDF) e policlorobifenili diossina simili (di PCB) dovrà essere inferiore a 5 µg/Kg;
- Non si prevedono particolari limitazioni in merito ai metalli. Si valuterà, ai fini della effettiva futura conformità dei sottoprodotti, l'eventuale presenza di loppe, scorie o rocce ricche di minerali (es. arsenopiriti, ecc..) nelle granulometrie recuperabili (diam. > 0,2 mm) e se tale eventuale presenza possa determinare la non conformità nel test di cessione;
- Le concentrazioni dei parametri Idrocarburi leggeri e pesanti non dovranno generalmente superare di due volte le concentrazioni limite previste in Tab.2 col.b (Utilizzi di cui alle lettere da b) a g) dell'All.2 del Decreto 28 Giugno 2024 n.127);
- Le concentrazioni di PCB non dovranno generalmente superare di due volte le concentrazioni limite previste in Tab.2 col.b (Utilizzi di cui alle lettere da b) a g) dell'All.2 del Decreto 28 Giugno 2024 n.127);
- Le concentrazioni di IPA non dovranno generalmente superare di due volte le concentrazioni limite previste in Tab.2 col.b (Utilizzi di cui alle lettere da b) a g) dell'All.2 del Decreto 28 Giugno 2024 n.127);

- Le concentrazioni di BTEXS non dovranno generalmente superare di tre volte le concentrazioni limite previste in Tab.2 col.b - Utilizzi di cui alle lettere da b) a g) dell'All.2 del Decreto 28 Giugno 2024 n.127

3.6 Tempistiche

La tempistica di esecuzione delle attività di prova si articolerà come di seguito specificato:

- Indagini integrative: 4 settimane;
- Test presso laboratorio esterno: circa 4 settimane;
- Test presso impianto esterno: circa 4 settimane;
- Completamento del programma di prove: circa 4 settimane.

3.7 Valutazione rischi Sicurezza e ambiente

Considerando che i trattamenti avvengono presso impianti terzi, nel rispetto delle rispettive previsioni autorizzative e nell'ambito del sistema di gestione della sicurezza di ciascun luogo di lavoro, non sono previsti accertamenti aggiuntivi.

4.0 TEST PILOTA DI *IN SITU* SOIL STABILIZATION

4.1 Obiettivo del test

Obiettivo del test è quello di determinare:

- la valutazione dei parametri operativi (adeguatezza della tecnologia di perforazione, pressioni di iniezione).
- la percentuale di spoil (terreno di risulta) generata.
- la produttività del metodo in termini di tempistiche di esecuzione.
- il raggio di influenza e l'uniformità delle colonne di stabilizzazione.
- le caratteristiche meccaniche, chimico-fisiche e di lisciviabilità delle colonne.

4.2 Fasi operative

La prova prevederà:

- tracciamenti con materializzazione dei tre punti di iniezione previsti.
- perimetrazione del cantiere e allestimento delle aree operative.
- realizzazione delle colonne di jet iniezione.
- esecuzione di carotaggi di verifica delle colonne e conseguenti test di laboratorio.

4.3 Area di intervento

Il campo prova verrà realizzato in corrispondenza del poligono individuato dal sondaggio C27, in corrispondenza del punto di indagine realizzato come descritto al Paragrafo 2.2.

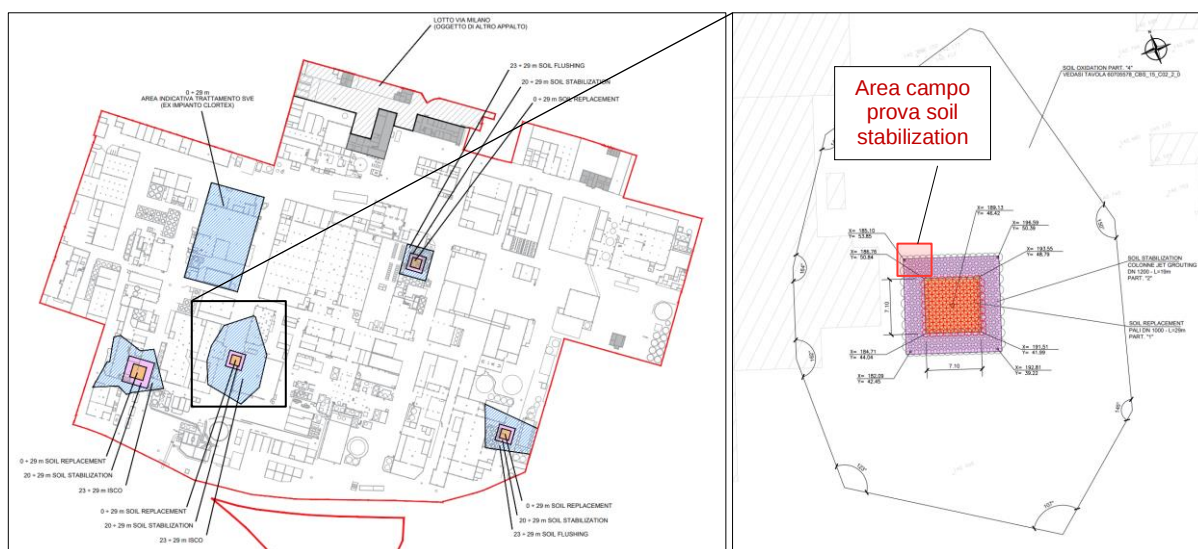


Figura 4-1 – Ubicazione campo prova Soil Stabilization

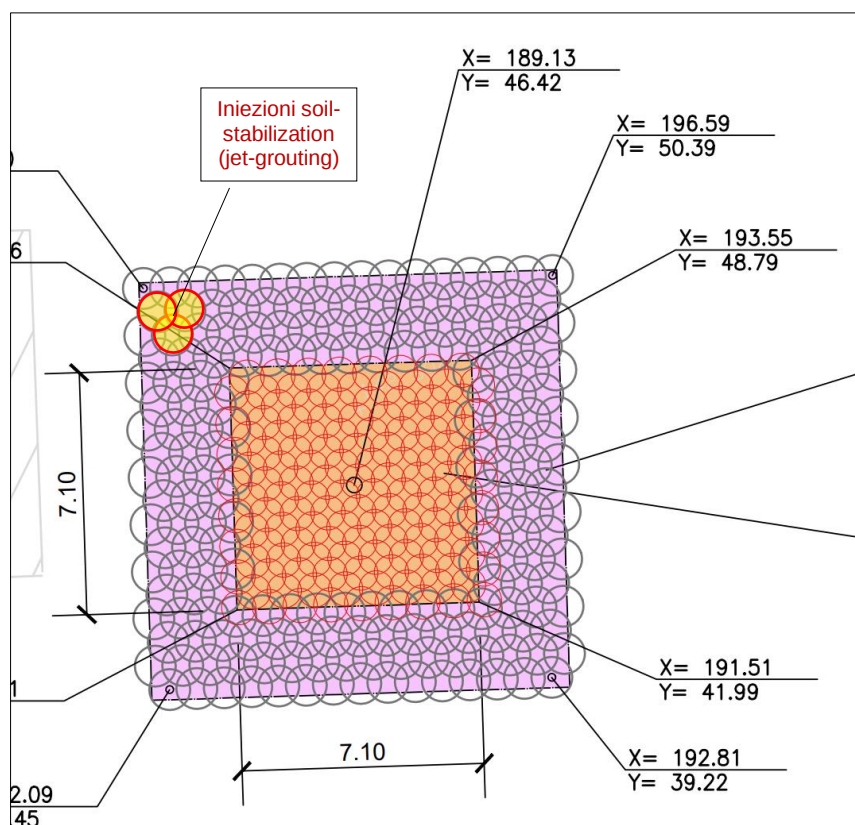


Figura 4-2 – Ubicazione campo prova e colonne di jet-grouting

4.4 Specifiche tecniche

Si prevede di eseguire un intervento di Jet-Grouting con metodo bifluide (acqua/cemento e iniezione di aria), al fine di realizzare 3 colonne secanti considerando un diametro target in termini di reso medio pari a 1,2 m, disposte ad interasse pari a 0,80 m e realizzate a partire da p.c. locale con tratto a vuoto per i primi 10 m ed iniezione da 10 m a 29 m da p.c. locale, come riportato nel seguente schema concettuale estratto dal Progetto Definitivo.

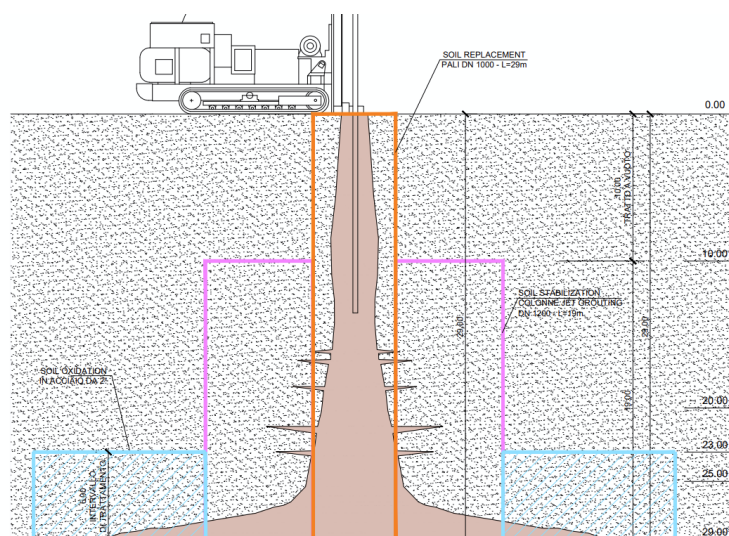


Figura 4-3 – Schema di intervento sui terreni profondi

La miscela utilizzata avrà la seguente composizione indicativa (per 1 m³):

- cemento (kg) 750;
- acqua (lt) 750.

Il peso specifico della miscela sarà pari a 1500 kg/m³.

Si prevede indicativamente l'utilizzo di un quantitativo di miscela pari ad almeno 300 litri/m di colonna. Si prevede inoltre l'iniezione supplementare di aria compressa a 10-12 bar per 250/350 l/sec. Tali parametri saranno oggetto di verifica sperimentale e calibrazione durante la prova.

Le fasi di lavoro da seguire per la realizzazione dell'intervento sono descritte nei paragrafi seguenti.

4.4.1 Perforazione

Si utilizzerà una sonda idraulica di perforazione equipaggiata con aste aventi diametro esterno pari a 90 mm.

La batteria di aste utilizzata per la perforazione sarà provvista, oltre alla testa di perforazione, di una particolare valvola eiettrice (monitor), dotata di uno o più ugelli, ortogonali all'asse della batteria, dai quali fuoriuscirà la miscela cementizia in pressione.

I fori avranno un diametro pari a 4/5". I fori verranno eseguiti a rotazione a distruzione di nucleo con idonei utensili (trilama e/o distruttori).

La perforazione sarà eseguita utilizzando la stessa batteria di aste prevista per il trattamento di jet-iniezione.

Per ogni foro si compilerà l'apposita modulistica per il rilevamento delle caratteristiche generali della perforazione (data, profondità, operatore, diametri impiegati ed eventuali note caratteristiche).

Ove fosse necessario (ad esempio in presenza di strati di notevole durezza), verrà eseguito un preforo a rotopercussione. Il preforo sarà riempito con una miscela plastica (cemento, bentonite, acqua), che verrà successivamente riperforata durante la fase di jet-iniezione.

4.4.2 Jet-iniezione

Nel corso della prova verranno determinati i parametri di jet-iniezione ottimali (in termini di raggiungimento dei risultati, minimizzando il quantitativo di spoil prodotto) per i differenti livelli di riferimento, con particolare riferimento a:

- Pressione di iniezione [bar];
- Diam. Ugelli [mm];
- Step [cm];
- Tempo di step [s];
- Vel. Rotazione [giri/min].

Saranno inoltre monitorati i seguenti parametri:

- Volume di miscela da utilizzare per ciascun intervallo attraversato (volume/metro o volume per specifico intervallo);
- % di spoil per ciascun livello.

L'iniezione della miscela cementizia avverrà mediante una pompa ad alta pressione.

4.5 Attrezzature ed impianti

Le attrezzature necessarie per la realizzazione di trattamenti colonnari comprendono perforatrici, impianti per la preparazione della miscela cementizia, pompe ad alta pressione, compressori, come meglio specificato nel seguito.

- Attrezzatura di perforazione ed iniezione:
 - perforatrice modelli tipologici COMACCHIO MC30 – CASAGRANDE C7/C9. La perforatrice sarà dotata, oltre i normali dispositivi di controllo in dotazione, anche di un manometro supplementare per il controllo della pressione di jet iniezione. La perforatrice sarà inoltre dotata di un sistema di registrazione di parametri (es. tipo Geomisure JetPilot) e di un sistema di controllo del posizionamento topografico mediante GPS;
 - impianto di miscelazione;
 - verrà utilizzato un impianto d'iniezione con capacità di circa 50 mc/h, con accumulo e agitatore per la miscela confezionata. L'impianto sarà dotato di bilancia per la misurazione del peso del cemento introdotto, misuratore del volume di acqua e conta cicli progressivo di miscelazione. Tutti i sistemi di dosaggio dei componenti saranno dotati di apposito certificato di taratura e dotati di un sistema di registrazione della composizione dei vari impasti (vedi schede tecniche attrezzature allegate);
 - pompa ad alta pressione. Per l'iniezione in pressione di miscela cementizia si utilizzeranno pompe triplex a pistoncini dotate di manometro sulla mandata in grado di riprodurre i parametri definiti dal campo prova (es. tipo Tecniwell TW 800K);
 - compressore.
- Batteria jet:
 - aste giuntate, con condotto interno doppio. Tale condotto serve a trasportare il fluido necessario al monitor d'iniezione. Il diametro delle aste sarà di 114 mm e la lunghezza delle aste sarà coerente con le profondità progettuali, così come il numero e il diametro degli ugelli. Il diametro di perforazione utilizzato sarà di 165mm. La tipologia di perforazione sarà a circolazione diretta dei fluidi e la scelta delle geometrie dei diametri di perforazione è dettata dall'area della sezione anulare (differenza tra scalpello e asta) che determina dunque la velocità di risalita del refluo di perforazione a boccaforo con relativo trasporto di detrito; se suddetta area fosse maggiore diminuirebbe anche la capacità di trasporto in superficie dello spoil e potrebbero verificarsi fenomeni di ostruzione del foro. Vista la granulometria che si presenta nella zona di interesse si prevede di operare con una punta a picchi.
 - manichette, per il trasporto della miscela cementizia si utilizzano tubi in gomma ad alta pressione.
- Monitor con ugello/ugelli: Si tratta di dispositivo montato all'estremità della batteria di aste per consentire il getto. Il flusso del fluido ad alta pressione verrà trasformato dall'ugello/ugelli in un getto ad alta velocità diretto verso il suolo. Sono previsti dei controlli standard prima dell'esecuzione di ogni colonna verificando le dimensioni degli ugelli ed il loro stato di usura, nonché la tenuta dei giunti tra le aste.

4.6 Verifiche e monitoraggi

I macchinari impiegati saranno attrezzati con un sistema di controllo automatico in grado di monitorare e registrare in continuo le seguenti grandezze:

- pressione di iniezione;
- tempi di sosta e velocità di risalita;

- velocità di rotazione della batteria di aste;
- portata di iniezione al minuto;
- volume di miscela iniettata;
- velocità di avanzamento della perforazione;
- coppia applicata alla testa di rotazione.

Al termine della realizzazione delle colonne, si procederà con l'esecuzione di n. 2 carotaggi a conservazione di nucleo in corrispondenza delle colonne realizzate, a distanze variabili dal baricentro di iniezione (0,50 m e 1,1m), al fine di valutare l'omogeneità e le caratteristiche chimico fisiche e meccaniche della colonna realizzata.

Verranno in particolare prelevati campioni sui quali realizzare le seguenti prove:

- determinazione del peso di volume, secco e saturo, del terreno consolidato;
- prove di compressione semplice con lettura delle deformazioni assiali; le prove saranno eseguite nel rispetto della norma ASTM-D 2166/79, con ricostruzione della curva sforzi-deformazioni;
- (eventuale) test di cessione UNI 10802:2013 su campione granulare;
- test di cessione UNI EN 15863:2015 su campioni monolitici.

4.7 Tempistiche

La tempistica di esecuzione delle attività di prova si articolerà come di seguito specificato:

- Tracciamenti e cantierizzazione: circa 1 settimana;
- Indagini integrative: 4 settimane;
- Realizzazione delle colonne: circa 2 settimane + 4 settimane di maturazione;
- Carotaggi di verifica: circa 2 settimane.

4.8 Valutazione rischi sicurezza e ambiente

I rischi legati alle attività di prova sono valutati nell'ambito del sistema di gestione della sicurezza dell'Appaltatore, e sono associati a una serie di operazioni normalmente eseguite nell'ambito della cantieristica edile.

La particolare natura dei terreni attraversati, tale da contenere potenzialmente composti contaminanti di rilevanza sanitaria, impone che durante l'esecuzione dei lavori vengano eseguiti dei monitoraggi dei livelli di COV in prossimità del punto di risalita dei materiali di spoil a testa pozzo, e che gli operatori dispongano di tutti i DPI necessari alla protezione dai rischi di proiezione e contatto dermico.

5.0 TEST DI INERTIZZAZIONE

Come proposto in fase di gara, l'RTI eseguirà alcuni test pilota in scala di laboratorio al fine di definire la migliore "ricetta" di additivi da miscelare, da eseguire su n. 5 campioni idonei, preselezionati sulla base delle risultanze analitiche ottenute nell'ambito della caratterizzazione per il trattamento di *soil washing* e degli accertamenti eseguiti con le indagini nel poligono del punto C27.

I campioni saranno sottoposti alle seguenti prove di laboratorio

- analisi sul tal quale per la ricerca dei contaminanti di interesse (qualora non già eseguite);
- granulometria;
- determinazione del valore di pH;
- test di cessione.

Note le caratteristiche geotecniche dei campioni, la fase successiva della sperimentazione avrà come scopo lo studio di mix-design della miscela, per selezionare gli additivi da utilizzare nella prova di inertizzazione, anche in riferimento alle esperienze pregresse in situazioni simili.

Tra i criteri di selezione dei campioni da sottoporre alle prove si considereranno preferenzialmente quelli il cui test di cessione risulti non conforme per l'ammissibilità in discarica per rifiuti pericolosi (Tab.6, Allegato 4 D.Lgs 3 settembre 2020, n. 121).

Si prevede in via preliminare la possibilità di utilizzare i seguenti leganti:

- cemento Portland 5% - calce 5% del volume di terreno;
- cemento Portland 3% - calce 3%;
- cemento Portland al 6%.

I test verranno eseguiti presso laboratori geotecnici in possesso della strumentazione e dell'esperienza necessaria per l'esecuzione delle prove.

Sui provini inertizzati ottenuti a seguito di maturazione, verranno svolte determinazioni funzionali a verificare le performance in termini di immobilizzazione dei contaminanti, tra cui:

- prove geotecniche (densità, resistenza a compressione, espansione);
- test di cessione secondo la metodica UNI 10802 su rifiuti granulari;
- test di cessione secondo la norma UNI EN 15863:2015 su rifiuti monolitici.

5.1 Tempistiche

La tempistica di esecuzione delle attività di prova è prevista in circa 8 settimane.

6.0 TEST PILOTA DI SOIL VAPOUR EXTRACTION

6.1 Obiettivo del test

Gli obiettivi della prova pilota comprendono quanto di seguito elencato:

- verificare le depressioni a testa pozzo e la curva portate/depressioni;
- stimare il raggio di influenza (ROI);
- stimare i flussi di massa dei VOC e verificare la loro composizione;
- verificare l'eventuale presenza di Hg nei gas;
- verificare la composizione della fase vapore estratta in termini di O₂, CO₂ e CH₄;
- verificare la produzione di condensa;
- verificare, rispetto ai punti precedenti, eventuali disomogeneità lungo la verticale.

6.2 Fasi operative

La prova si articolerà nelle seguenti fasi:

- realizzazione di un monitoraggio soil-gas (come descritto al Paragrafo 2.3) dalle sonde disponibili, in particolare:
 - SG5 (nesty probe già presente);
 - SG11 multilivello (nesty probe di nuova realizzazione, con 4 sonde);
 - piezometro MW9-40;
- conferma dell'ipotesi di ubicazione del campo prove;
- installazione del campo prove con un pozzo di estrazione e n.2 ulteriori punti di monitoraggio gas multilivello;
- esecuzione della prova.

6.3 Area di intervento

La prova pilota sarà localizzata in posizione baricentrica rispetto all'area di intervento prevista dal Progetto Definitivo.

In particolare, si prevede di installare il pozzo e i punti di monitoraggio nella posizione indicata in Figura 6-1.

La posizione del campo prove potrà essere traslata verso Nord o Verso Sud rispetto alla posizione individuata in funzione delle indagini sulla matrice terreni, dei monitoraggi dei VOC eseguiti durante le perforazioni e degli accertamenti preliminari che verranno condotti in corrispondenza dei punti di monitoraggio soil-gas realizzati nelle indagini propedeutiche (rif. Paragrafo 2.3).



Figura 6-1 – Ubicazione campo prove

Nella seguente Figura 6-2 si riporta l'allestimento planimetrico generale del campo prova.

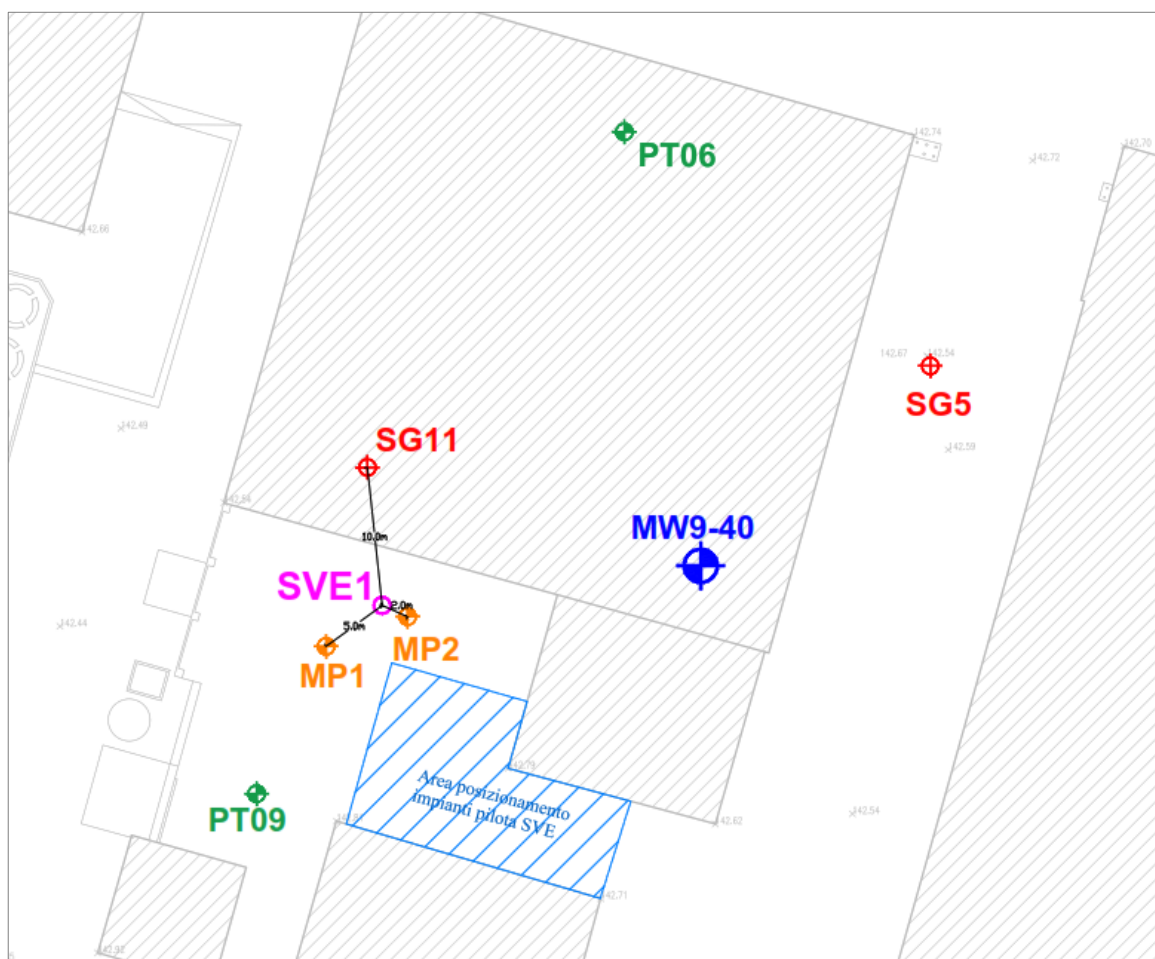


Figura 6-2 – Allestimento planimetrico campo prova SVE

6.4 Pozzi e punti di monitoraggio

L'orizzonte di intervento definito da Progetto Definitivo si estende dal piano campagna fino alla frangia capillare convenzionalmente posta a circa 29 m dal p.c.. L'oscillazione freaticometrica stagionale, verificata attraverso i dati disponibili con una certa continuità negli ultimi dieci anni, evidenzia la possibilità che lo spessore dell'insaturo possa ridursi significativamente in alcune congiunture meteorologiche, a seguito di periodi prolungati di piogge intense. È infatti potenzialmente atteso che la soggiacenza della falda possa ridursi transitoriamente fino ad assumere valori nell'ordine dei 19/20 m da p.c.

Come previsto dall'annesso B della Relazione illustrativa, il pozzo SVE del campo prova verrà fenestrato lungo l'intero intervallo tra 1 e 29 m da p.c.

Si evidenzia l'opportunità di procedere con l'installazione di pozzi in PVC, e non HDPE, date le migliori caratteristiche meccaniche di tale materiale per la specifica applicazione, e la buona resistenza chimica. In particolare, l'utilizzo di tubazioni in PVC consentirà di utilizzare uno slot di fenestrazione pari a 0,5/0,7 mm, ideale per questa applicazione, slot che, soprattutto dati i significativi sviluppi verticali, è difficile da garantire operativamente con tubazioni in HDPE. L'utilizzo di HDPE è infatti giustificabile solo in caso di concentrazioni molto significative di solventi clorurati, fattispecie non ancora verificata e che verrà in ogni caso indagata anche in fase di indagine propedeutica sui soil gas.

I punti di monitoraggio gas, oltre a permettere un monitoraggio dei gas interstiziali, consentiranno di verificare le depressioni indotte nel mezzo durante l'aspirazione. Al fine di verificare le caratteristiche differenziali del mezzo in termini di risposta pneumatica, si ritiene necessario il ricorso a sonde multilivello.

Uno dei punti di monitoraggio previsti sarà costituito da quello già realizzato nel punto SG11, mentre le altre due sonde, denominate MP1 e MP2, saranno realizzate installando, entro un foro di diametro finale pari a 152 mm, una terna di tubazioni in PVC da 1" fenestate come di seguito specificato:

- MP1.1 e MP2.1: tra -2 e -10 m da p.c.;
- MP1.2 e MP2.2: tra -11 e -19 m da p.c.;
- MP1.3 e MP2.3: tra -20 e -29 m da p.c.

Anche in tal caso le caratteristiche dei tratti ciechi e fessurati saranno verificate in funzione delle caratteristiche litostratigrafiche e dei livelli di falda verificati nel corso della realizzazione delle indagini.

Nella seguente Tabella 6.1 sono sintetizzate le caratteristiche dei pozzi e dei punti di monitoraggio proposti nell'area del campo prova SVE, da verificare in sede di esecuzione in base alle caratteristiche litostratigrafiche ed ai livelli di falda riscontrati.

Tabella 6.1 – Sintesi delle caratteristiche di pozzi e punti di monitoraggio prova SVE

Punto	Funzione	Distanza da SVE 1	Materiale	Diametro	Perforo minimo (mm)	Prof. perforaz. (m da p.c.)	Tratto cieco (m da p.c.)	Tratti fessurati (m da p.c.)
SVE 1	Pozzo di estrazione	--	PVC	4"	178	30	0-1	1-29
SG11	Punto di monitoraggio gas	10	PVC	4x1"	178	29	0-1 0-3 0-11 0-20	1-2 3-10 11-19 20-29
MP1	Punto di monitoraggio gas	5	PVC	3x1"	152	29	0-2 0-11 0-20	2-10 11-19 20-29
MP2	Punto di monitoraggio gas	2	PVC	3x1"	152	29	0-2 0-11 0-20	2-10 11-19 20-29
MW9-40	Punto di monitoraggio acque	--	PVC	4"	178	40	0-30	30-40 (da valutare possibilità di diversa fenestrazione in funzione del livello di falda e della stratigrafia)

6.5 Impianti e attrezzature

Considerando il dimensionamento previsto a Progetto Definitivo per l'intervento a scala reale (circa 1500 mc/h per 15-20 pozzi), per la prova pilota è sufficiente l'utilizzo di una soffiante a canali laterali in grado di sviluppare depressione di lavoro di 150 mbar e portate di 100 Nmc/h.

Per l'esecuzione della prova sarà comunque utilizzato un impianto con prestazioni superiori, con le seguenti caratteristiche dell'aspiratore a canali laterali:

- portata aspirata fino a 400 m³/h
- depressione 0 ÷ -300 mbar;
- potenza installata 7,5 kW;
- inverter per la regolazione delle prestazioni dell'aspiratore;
- fino a n° 4 stacchi per l'aspirazione dai pozzi;
- installazione su *skid* in acciaio trasportabile, completo di telo di copertura (rif. Figura 6-3)



Figura 6-3 – Impianto su skid per prova SVE

I sistemi includeranno:

- teste pozzo SVE;
- tubazioni di collegamento pozzo-collettore dotate di valvole di regolazione e linee di misura con bocchelli di prelievo e rilievo dei parametri di flusso;
- manifold e collettore di raccordo con l'impianto, completo di valvole di regolazione e vuotometri;
- separatore di condensa in acciaio al carbonio, con fondi bombati e passo d'uomo completo di sensori di livello a vibrazione e pompa di rilancio e serbatoio di accumulo della condensa, dotato di contalitri sulla linea di mandata della pompa;
- serbatoio di accumulo (IBC);
- trasmettitore di portata a filo caldo, trasmettitori di temperatura, trasmettitore di pressione;
- sezione di trattamento con n° 2 vessel in HDPE da 500 kg/cad con carboni attivi granulari pellettizzati specifici per fase gas.

In funzione dei risultati delle misure preventivamente effettuate tramite le sonde soil gas installate, sarà valutata la necessità di installare anche un filtro supplementare con filtri ai carboni attivi impregnati (es. con zolfo, iodo o bromo) per il trattamento dei vapori di mercurio.

Per la conduzione della prova sarà utilizzata la seguente strumentazione minima:

- fotoionizzatore portatile (PID) per una misura speditiva delle concentrazioni di COV nel flusso di estrazione;
- analizzatore multi-gas per monitoraggio dei parametri caratteristici dell'insaturo (O_2 , CO_2 , CH_4 , T);
- anemometro/flussimetro;
- manometro digitale differenziale per alte depressioni (decine/centinaia di mbar);
- manometro digitale differenziale di precisione per bassissime depressioni (fino ai centesimi di mbar);
- eventuale soffiante supplementare per il campionamento gas da linea in depressione;

- fiale a carbone attivo per adsorbimento del gas estratto per successive analisi di laboratorio.

Per l'alimentazione elettrica, data l'assenza di punti di fornitura, si provvederà ad allestire un sistema di alimentazione mediante motogeneratore.

6.6 Modalità di conduzione della prova

Le prove saranno condotte generando vuoto nel pozzo SVE e monitorando le depressioni indotte e le variazioni della composizione dei gas nei punti di monitoraggio.

I parametri da misurare durante la prova saranno i seguenti:

- depressione alla testa pozzo e alla soffiante;
- COV, portata, temperatura e depressione del flusso di aria/gas nel tratto di aspirazione;
- volume condensa rimossa;
- depressione indotta nei punti di monitoraggio;
- caratteristiche qualitative dei gas nel pozzo SVE e nei punti di monitoraggio e variazioni nel tempo rispetto all'inizio della prova (O₂, CO₂, CH₄, COV e temperatura);
- portata, temperatura e pressione del flusso di aria/gas sulla mandata dell'aspiratore;
- concentrazione COV a monte e a valle del filtro GAC, mediante misure speditive e prelievo di campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio.

6.6.1 Rilievo condizioni di baseline

Preliminarmente all'avvio della prova dovrà essere effettuato un monitoraggio delle condizioni di fondo presenti nell'area di interesse mediante:

- il rilievo di eventuale fase separata nel piezometro di monitoraggio MW9-40;
- l'utilizzo di PID e multigas in corrispondenza dei punti di estrazione e in quelli di monitoraggio, in termini di:
 - COV;
 - pressione atmosferica;
 - concentrazione di O₂, CO₂, CH₄, COV e temperatura nell'insaturo.

6.6.2 Valutazione delle depressioni indotte

Quale verifica preliminare, si effettuerà una valutazione della depressione indotta a testa pozzo (ΔP) alla portata target di progetto (circa 100 Nmc/h).

La verifica sarà effettuata anche per il 50% e il 150% della portata di progetto.

Si verificherà inoltre quale sia la portata che massimizzi il rapporto $\Delta P_{max} / Q_{max}$, verificando, con un progressivo aumento della depressione, quale sia la portata corrispondente al punto in cui, pur aumentando la depressione alla testa pozzo, non si rilevano aumenti significativi della portata estratta.

6.6.3 Test SVE a gradini di portata

Il test a gradini ha lo scopo di determinare il raggio di influenza del sistema e la curva di resa del sistema in modo da individuare la depressione e la portata ottimale da utilizzare nel test in continuo.

La prova si svolgerà variando la portata di aria estratta attraverso l'utilizzo di più gradini di portata, variando la depressione della pompa sul punto (a mezzo di un inverter o attraverso la modulazione delle sezioni di deflusso).

I gradini avranno la durata indicativa massima di circa 2 ore e comunque prolungati fino alla stabilizzazione dei parametri d'interesse nei punti d'osservazione e in linea generale, per ciascun gradino, si adotterà un intervallo di misura variabile da 10 a 15 minuti.

Si prevede l'esecuzione di almeno n. 3 gradini di depressione; i gradini verranno definiti a partire dalla depressione / portata massima estratta misurata durante la fase di start up, impostandoli a circa il 30%, 60% e 100% di $\Delta P_{max} / Q_{max}$, ed in ogni caso testando anche il valore di portata target di progetto pari a 100 Nm³/h.

Le misurazioni saranno effettuate ogni 15-20 minuti in corrispondenza di:

- testa pozzo SVE: misura di depressione;
- tubazione di aspirazione: portata, depressione e temperatura (per rapportare la portata alle condizioni normali) e COV
- punti di monitoraggio SVE: depressione indotta, concentrazione di O₂, CO₂, CH₄, COV e temperatura nell'insaturo.

Alla fine della prova a gradini verrà eseguito un test di lunga durata con la portata ritenuta ottimale in relazione ai dati osservati (maggiore raggio di influenza in relazione al rapporto portata estratta/depressioni indotte e concentrazioni estratte).

6.6.4 Test SVE di lunga durata a portata costante

In generale, il test a lunga durata è finalizzato a valutare, per una data depressione di estrazione, la concentrazione degli inquinanti all'interno dei vapori estratti in condizioni di ventilazione prolungata, allo scopo di stimare l'efficienza di rimozione per singolo punto di SVE ed i tempi necessari a completare il trattamento della matrice impattata.

Il test a portata costante verrà condotto per un periodo minimo di 8 ore.

Il test di lunga durata è preceduto al rilievo dei parametri di baseline nell'area di interesse, in corrispondenza del punto di estrazione e in quelli di monitoraggio, in termini di:

- pressione atmosferica;
- concentrazione di O₂, CO₂, CH₄, COV e temperatura nell'insaturo.

Durante l'esecuzione del test verranno misurate, con frequenza di 1÷2 ore circa, le grandezze sopra indicate in corrispondenza del pozzo di estrazione SVE e dei punti di monitoraggio.

Nel corso e al termine della prova i gas estratti verranno campionati su idoneo supporto (fiala ai c.a.) e saranno condotte analisi di laboratorio con il protocollo analitico previsto per i soil-gas (rif. Paragrafo 2.3),

6.6.5 Prove respirometriche

Le prove respirometriche inizieranno al termine della prova di lunga durata, ed avranno l'obiettivo di valutare il tasso di biodegradazione dei composti organici presenti nell'area dopo la prova di lunga durata.

Saranno avviate solo in presenza di evidenze significative di presenza di composti organici volatili e di attività aerobica con presenza di CO₂.

La prova consisterà nell'effettuare misurazioni del tenore di VOC, O₂, CO₂ e CH₄ in corrispondenza del punto di estrazione e dei punti di monitoraggio; verrà avviata al termine della prova di SVE di lunga durata e avrà una durata minima di circa 72 ore.

Le misure saranno eseguite inizialmente ogni 2 ore e successivamente a intervalli di 4 o 12 ore. La frequenza di misurazione verrà comunque correlata alla velocità di decrescita osservata dell'ossigeno: in presenza di una decrescita rapida le letture saranno più frequenti; viceversa, in presenza di bassi tassi di decrescita, gli intervalli di tempo tra una misura e la successiva potranno essere maggiori.

6.7 Tempistiche

La tempistica di esecuzione delle attività di prova si articolerà come di seguito specificato:

- installazione del campo prove: circa 4 settimane;
- monitoraggio di baseline: circa 3 settimane;
- avviamento, start-up ed esecuzione della prova: circa 2 settimane.

6.8 Valutazione rischi sicurezza e ambiente

I rischi legati alle attività di prova sono valutati nell'ambito del sistema di gestione della sicurezza dell'Appaltatore.

Non sono attese concentrazioni di composti volatili tali da configurare rischi di formazione di atmosfere esplosive. In ogni caso, durante le indagini propedeutiche saranno effettuate delle misure attraverso le quali, in funzione dei valori di O₂, COV e CH₄, sarà possibile una rivalutazione delle condizioni operative onde accertare l'eventuale presenza di tali rischi.

L'implementazione delle prove pilota SVE genera un flusso di gas eventualmente contenenti COV che vengono estratti dagli spazi interstiziali del terreno sotteso alle aree di intervento, i quali sono convogliati all'interno di un filtro a carboni attivi che svolge la funzione di abbattimento degli stessi, evitando pertanto che questi ultimi vengano immessi in atmosfera. Le teste dei pozzi nei quali viene eseguita la prova (pozzo di estrazione e pozzi di monitoraggio) sono sigillate, pertanto, in corrispondenza di tali punti, non si presenta il rischio di inalazioni da parte del personale presente in campo.

Le prove pilota non presentano, pertanto, rischi relativi alla possibile inalazione di vapori.

A livello meramente cautelativo e come descritto nei paragrafi precedenti, verrà eseguito un monitoraggio periodico con il PID al fine di misurare le concentrazioni COV in entrata ed in uscita dal filtro.

Contestualmente all'effettuazione di tale prova, il personale indosserà comunque i DPI indicati all'interno della documentazione di sicurezza di riferimento per il lavoro in esame.

Per quanto riguarda le emissioni generate dai sistemi, si evidenzia che nel corso delle prove le portate e i flussi di massa veicolati dai sistemi saranno verosimilmente molto limitate, e la presenza di sistemi di filtrazione ridondanti, dimensionati per portate molto superiori a quelle effettivamente esercitate, consentirà di non generare alcun rischio sanitario significativo per gli ambienti di lavoro e per gli ambienti circostanti.

7.0 TEST PILOTA DI OSSIDAZIONE CHIMICA IN SITU (ISCO)

7.1 Obiettivo del test

Gli obiettivi della prova saranno la definizione di:

- raggio di influenza (ROI) delle iniezioni;
- pressioni d'iniezione,
- concentrazione di soluzione ossidante;
- quantitativi di reagente da iniettare per metro lineare di perforazione, considerando i contaminanti presenti in fase adsorbita e disciolta, oltre alle perdite di reagente dovute a reazioni con sostanze naturalmente presenti nel terreno (sostanza organica, carbonati, minerali, etc.)
- efficienza della tecnologia nelle condizioni sito specifiche (tempistiche di trattamento);
- tassi di reazione dei reagenti e la persistenza nel sottosuolo, che potrebbero limitare il raggio di influenza effettivo delle applicazioni;
- verificare la compatibilità dei materiali (es. PVC, ecc.), in vista del successivo intervento *full-scale*;

7.2 Fasi operative

Le fasi operative per l'esecuzione della prova comprendono:

- installazione dei pozzi e dei punti di monitoraggio;
- installazione dell'impianto di produzione dell'ozono e di preparazione della soluzione acquosa addizionata con ozono da iniettare nei suoli insaturi;
- start-up dei sistemi;
- iniezione, trattamento e monitoraggio.

7.3 Area di intervento

La prova pilota sarà condotta in corrispondenza del nucleo C26c/C26e, nella porzione di poligono destinata da Progetto Definitivo all'esecuzione di intervento di ISCO sugli orizzonti di terreno tra -23 e -29 m da p.c..

L'ubicazione di dettaglio del campo prova, riportata nella seguente Figura 7-1, è stata selezionata in base ai seguenti criteri:

- ubicazione in aree esterne pienamente accessibili sia dei punti di iniezione, sia dei punti di monitoraggio, tenendo conto che le prove si svolgeranno prima della demolizione degli edifici;
- ubicazione all'interno del poligono C26c/C26e;
- ubicazione all'interno delle aree individuate dal Progetto Definitivo come oggetto di trattamento con ISCO, in corrispondenza di verticali in cui è prevista la realizzazione dei pozzi del full-scale;
- ubicazione ad una distanza sufficiente dal Pozzo 7, facente parte del complesso di punti di emungimento attivi della barriera idraulica con portate di estrazione molto significative (nell'ordine delle centinaia di mc/gg), tali da determinare verosimilmente una perturbazione dei moti di filtrazione e dei livelli freaticometrici nell'immediato intorno, con conseguente possibilità di compromettere la significatività dell'andamento della prova pilota.

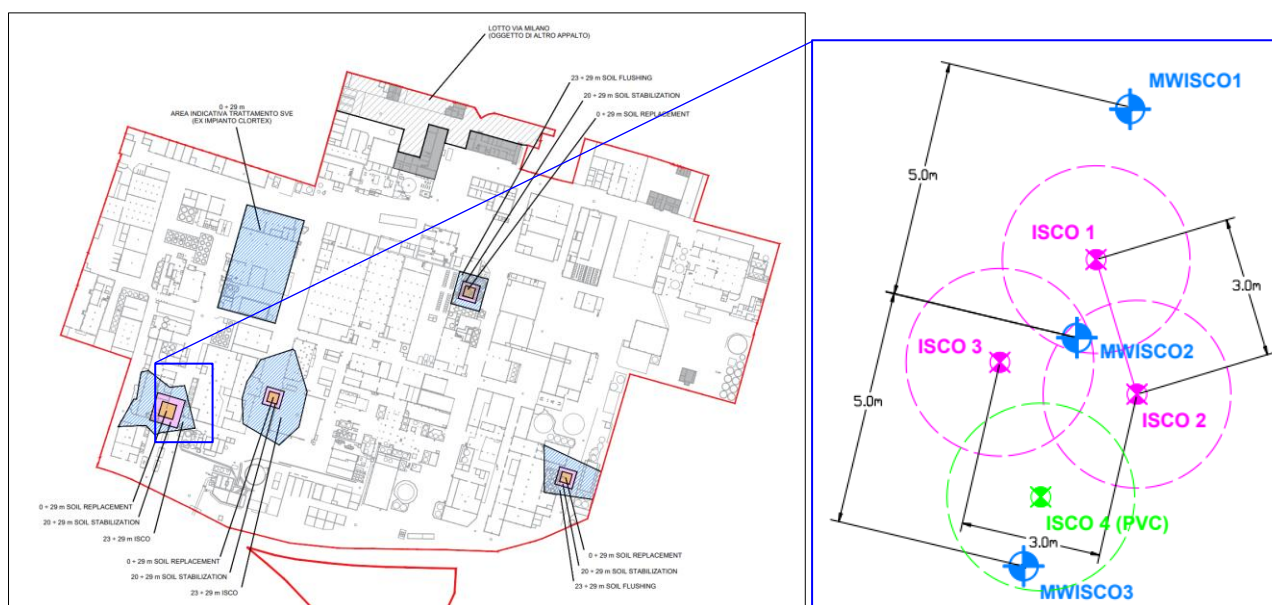


Figura 7-1 – Ubicazione campo prova ISCO

7.4 Pozzi e punti di monitoraggio

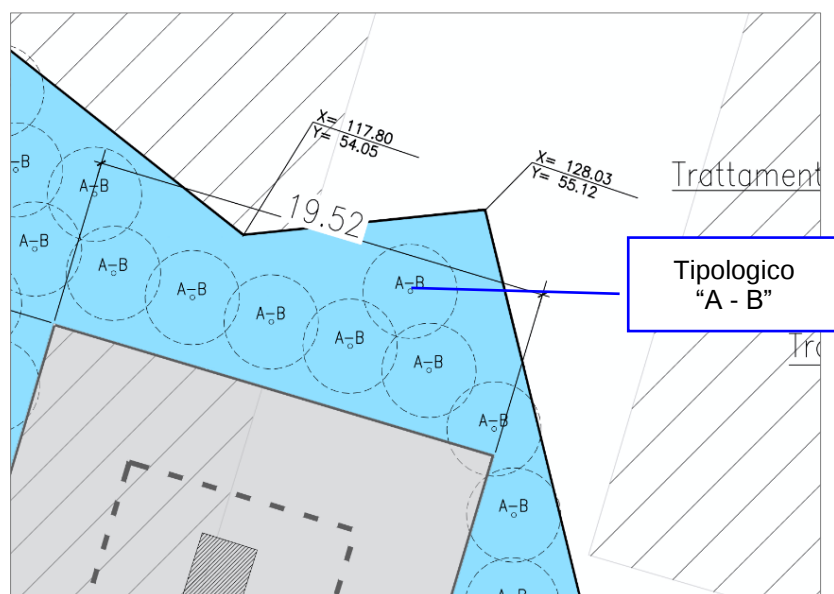
La prova pilota verrà condotta attraverso n. 3 pozzi di iniezione, ubicati come riportato in Figura 7-1, e aventi le seguenti caratteristiche:

- Materiale: AISI 304 parte cieca, AISI 316 parte fessurata.
- Dreno: ghiaietto, diametro 2-4 mm, posto fino ad 1 m al di sopra del tratto fenestrato.
- Tampone: sabbia 10/20 cm e bentonite granulare/pellettizzata, idratata in opera.
- Cementazione: miscela ternaria acqua/cemento/bentonite.

Per quanto riguarda il diametro e la lunghezza dei pozzi e del tratto fenestrato, nella Relazione Illustrativa, nell' "Annesso B: attività propedeutiche alla realizzazione degli interventi di bonifica", viene indicato che i pozzi di iniezione del campo prove devono essere da 3" e fenestrati da 25 m fino a fondo foro, indicato essere a 32 m da p.c.. Tuttavia, si osserva che:

- La Relazione Illustrativa, pag.115/116, prevede che l'intervento di ISCO in corrispondenza dei poligoni C26c-C26e sia condotto sugli orizzonti tra 23 e 29 m da p.c. e, come confermato dall'elaborato "ISCO - Tipologico pozzi di iniezione", che siano previsti due ordini di pozzi da 2", uno fenestrato tra 23 e 26 m da p.c., uno tra 26 e 29 m da p.c.
- L'elaborato "ISCO - Planimetria aree di intervento" conferma i due ordini di pozzi (Tipo A: 23-26m, Tipo B: 26-29m) e sembrerebbe indicare che in ciascuna verticale prevista, di cui si rappresenta il raggio di influenza (2m), sia prevista la presenza di entrambi i tipologici.
- Gli elaborati "Area di MISP - Interventi di bonifica profonda Pianta e sezioni tipo" e "ISCO - Tipologico pozzi di iniezione" indicano un diametro delle tubazioni da 2".

Nella seguente Figura 7-2 si riportano estratti degli elaborati grafici del Progetto Definitivo che riportano le caratteristiche previste per i pozzi di iniezione ISCO.

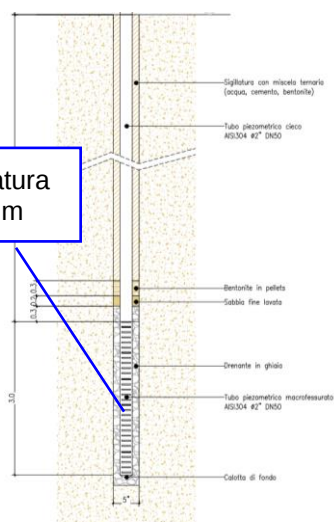


○ A Pozzo di iniezione ossidante e raggio di influenza ipotizzato (Tipologico "Area 1-A", Tav. 60705578_CBS_15_H10_2_0)

○ B Pozzo di iniezione ossidante e raggio di influenza ipotizzato (Tipologico "Area 1-B", Tav. 60705578_CBS_15_H10_2_0)

POZZO DI INIEZIONE ISCO AREA 1 – TIPOLOGICO A

Fenestratura
23-26 m



POZZO DI INIEZIONE ISCO AREA 1 – TIPOLOGICO B

Fenestratura
26-29 m

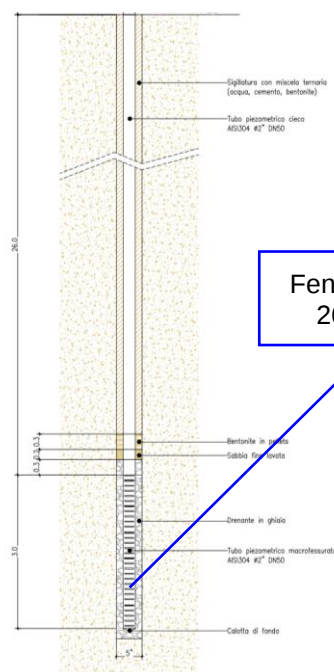


Figura 7-2 – Elementi descritti delle modalità realizzative dei pozzi di iniezione ISCO per l'area 1 (poligono C26) estratti dagli elaborati del Progetto Definitivo ("ISCO - Planimetria aree di intervento" e "ISCO - Tipologico pozzi di iniezione")

L'opportunità di limitare la lunghezza del tratto fenestrato è argomentata nella Relazione Illustrativa come segue:

«L'intervallo di trattamento previsto sarà compreso tra 23 e 29 m da p.c. per l'Area 1 (poligono C26) e tra 23 e 25 m da p.c. per l'Area 2 (poligono C27).

Al fine di consentire una distribuzione quanto più omogenea della soluzione ed evitare la formazione di vie preferenziali, ciascun pozzo di iniezione sarà fessurato per una lunghezza non superiore a 3 m.

In particolare, per l'Area 1 si è prevista la realizzazione di n. 2 tipologie di pozzi di iniezione:

- **Tipologia A:** pozzo con profondità pari a 26 m e finestrato nell'intervallo 23-26 m da p.c.;
- **Tipologia B:** pozzo con profondità pari a 29 m e finestrato nell'intervallo 26-29 m da p.c.;

Si è prevista una distribuzione uniforme delle tipologie A e B dei pozzi di iniezione sull'Area 1, in modo da distribuire la soluzione ossidante sull'intero intervallo oggetto di intervento».

Al fine di massimizzare l'efficienza di distribuzione, si ritiene opportuno confermare la previsione progettuale della Relazione Illustrativa, prevedendo:

- una fenestrazione di lunghezza non superiore a 3 m di lunghezza;
- il diametro pari a 2", posato entro una perforazione di diametro non inferiore a 152 mm; la scelta di un diametro di 2", unitamente ad una lunghezza contenuta, è candidata a massimizzare il raggio di influenza, determinando infatti una velocità di uscita, a parità di portata, superiore a quella associata ad un diametro da 3" e a lunghezze superiori del tratto fenestrato, per effetto di una sezione di deflusso inferiore lungo l'area laterale della tubazione fessurata;
- in funzione del livello freaticometrico atteso nel periodo di esecuzione della prova (da verificare in fase esecutiva), si prevede la realizzazione di pozzi di prova afferenti al Tipologico A (fenestrato tra 23 e 26 m dal p.c.), poiché la prova è strutturata al fine di verificare le condizioni operative previste dal Progetto Definitivo, ovvero di iniezione all'interno dei livelli insaturi.

Si prevede quindi di **realizzare per la prova pilota n. 3 pozzi da 2", con la geometria rappresentata in Figura 7-3 e con le caratteristiche previste dal Progetto Definitivo per il Tipologico A richiamati in Figura 7-2.**

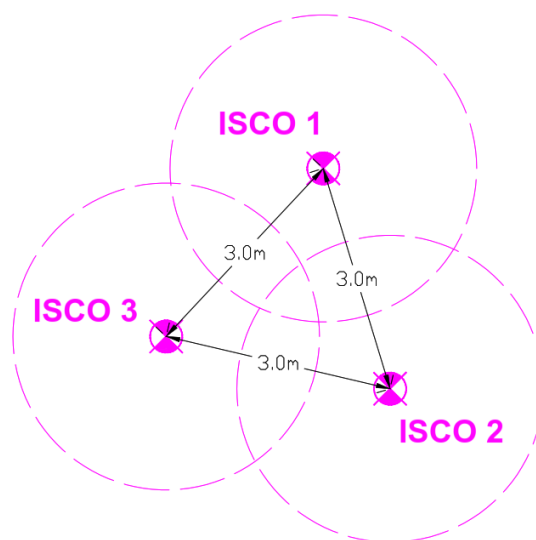


Figura 7-3 – Geometria di realizzazione dei pozzi ISCO

In funzione di quanto previsto e rappresentato in Figura 7-2 e Figura 7-3, si prevedono quindi i seguenti pozzi, da realizzare con tubazioni AISI da 2”:

- ISCO 1.A, fenestrato tra 23 e 26 m da p.c.;
- ISCO 2.A, fenestrato tra 23 e 26 m da p.c.;
- ISCO 3.A, fenestrato tra 23 e 26 m da p.c.;

Per quanto riguarda i punti di monitoraggio, è prevista la realizzazione di n.3 punti di monitoraggio con le seguenti caratteristiche:

- N. 3 Piezometri di controllo (MWISCO 1, MWISCO 2 e MWISCO 3), spinti fino a 32 m da p.c., realizzati con tubazioni in PVC installati entro fori di diametro 178 mm realizzati a distruzione di nucleo, fenestrati tra -20 e -32 m da p.c. (eventuali variazioni delle profondità potranno essere considerate in fase esecutiva in funzione delle caratteristiche litostratigrafiche e del livello di falda riscontrato).

Si evidenzia che la Relazione Illustrativa del Progetto Definitivo (Annesso B) prevedeva la realizzazione di punti di monitoraggio «realizzati con le stesse caratteristiche dei punti di immissione», ma risulta evidente che poiché tali piezometri verranno utilizzati anche per il monitoraggio della falda, dovranno avere una lunghezza tale da poter consentire il prelievo di campioni di acqua sotterranea e con diametri tali da consentire il campionamento a profondità superiore a 30 m (quindi con diametro analogo alla rete piezometrica).

I piezometri saranno dotati di testa pozzo a tenuta pneumatica e idraulica e di valvole di presa campione per effettuare anche un monitoraggio della fase gas intercettata dal tratto filtrante superiore al livello di falda.

7.5 Pozzo integrativo (ISCO 4.A – PVC)

Quale ulteriore miglioria progettuale, integrativa rispetto a quanto previsto in fase di gara, si prevede di realizzare ed utilizzare nel corso della prova un ulteriore pozzo di iniezione (ISCO 4.A) di caratteristiche costruttive analoghe rispetto agli altri pozzi, ma attrezzato con tubazione in PVC (materiale compatibile con Ozono), al fine di verificare sul campo l'effettiva compatibilità dello stesso in vista della successiva progettazione dell'intervento *full-scale*. In caso di esito positivo della prova pilota, si valuterà, in accordo con la Stazione Appaltante/DL, l'opportunità di utilizzare tali tubazioni nel corso dell'intervento *full-scale*, che consentirebbero significativi vantaggi operativi e di sicurezza per la movimentazione delle tubazioni e una maggiore facilità di reperimento dei materiali.

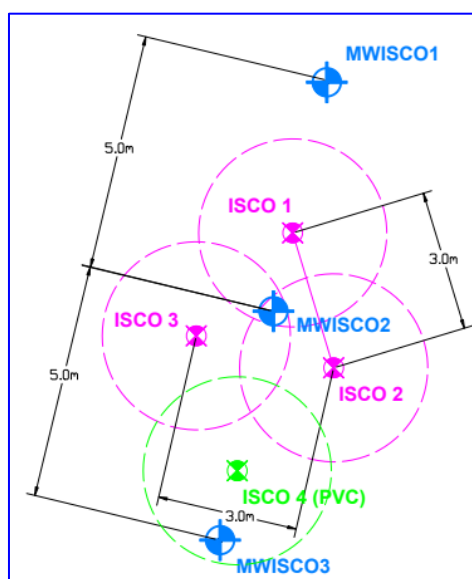


Figura 7-4 – Layout del campo prova

7.6 Attrezzature ed impianti

Al fine di uniformare al massimo i riscontri ottenuti dai test pilota rispetto al Full scale sarà utilizzato anche per i test uno dei due impianti previsti per il full scale. Per l'esecuzione della prova verrà quindi utilizzato un impianto preassemblato in un container da 20ft comprendente le seguenti sezioni:

- sistema di generazione dell'ossigeno da aria atmosferica, comprendente:
 - compressore a vite lubrificato completo di motore elettrico, in grado di produrre (FAD) circa 70 m³/h di aria alla pressione di 7,5 bar completo di serbatoio da 270L con essiccatore ad assorbimento, con potenza 11 kW.
 - sistema PSA concentratore di O₂;
 - serbatoio polmone di stoccaggio intermedio dell'ossigeno di volume pari a 320 litri;
- sistema di generazione di ozono:
 - generatore da 4kW completo di elettrodi, tubi dielettrici e connettori, con alimentazione da ossigeno autoprodotta. Il generatore avrà una capacità nominale di 450 g/h con una portata di 3,8 m³/h e concentrazione di 100 g/Nm³ nel gas in uscita;
 - mini-chiller (2 kW) per alimentare il sistema di raffreddamento ad acqua a circuito chiuso del generatore di ozono;
- sistema di ozonizzazione dell'acqua:
 - pompa booster multistadio verticale con eiettore in AISI316. L. Completo di valvola di non ritorno. Portata 22,5 mc/h@10bar da 11 kW;
 - reattore di contatto Flash in AISI316 con separatore gas-liquido e valvola degassaggio;
- distruttore di ozono residuo in fase gas termo-catalitico e sensore per il monitoraggio del tenore residuo di ozono in aria ambiente;
- collettore di distribuzione per la reinfiltrazione dell'acqua ozonizzata su tre linee, equipaggiato con n.1 flussimetro per il monitoraggio della portata e dei volumi iniettati e con n.1 trasduttore di pressione ;
- quadro elettrico di distribuzione per alimentazione di tutte le utenze, completo di PLC master per la gestione dell'intero impianto e con funzione di datalogger. Il PLC sarà dotato di sistema di trasmissione dati per la completa gestione da remoto del sistema attraverso una piattaforma webserver.

L'impianto sarà installato nella posizione indicata nella Figura 7-1 o in posizione equivalente previo accordo con la DL e il CSE.

Come previsto da Progetto Definitivo, anche al fine di una maggiore sostenibilità dell'intervento, **l'acqua utilizzata per le iniezioni verrà approvvigionata dalla barriera idraulica**, prevedendo l'utilizzo di acqua trattata o acqua non trattata proveniente da pozzi privi di contaminazione, sulla base di verifiche analitiche in accordo con la DL.

A tal fine, all'interno dei canali di trasporto delle acque della barriera verrà installata una pompa sommersa che trasferirà l'acqua ad un serbatoio di equalizzazione da 10 mc, provvisto di sensori di livello al fine di gestire l'attivazione della pompa di carico. Dal serbatoio, la pompa booster rilancerà l'acqua alla sezione di ozonizzazione con la portata e la pressione richiesta.

Ulteriore obiettivo della prova sarà la verifica delle performance delle tubazioni e degli eventuali processi di degrado delle stesse ad opera della soluzione ozonizzata.

Per l'alimentazione elettrica, data l'assenza di punti di fornitura, si provvederà ad allestire un sistema di alimentazione mediante motogeneratore.

7.7 Modalità di conduzione della prova

Il programma di prova prevede:

- Misure di baseline, come descritte nel paragrafo successivo.
- Avviamento del sistema con acqua non additivata, un pozzo per volta, per la verifica della tenuta idraulica, con monitoraggio delle pressioni indotte e dell'influenza determinata dall'iniezione sui livelli freaticometrici in tutti i punti disponibili (altri pozzi di iniezione e pozzi di monitoraggio). Le indicazioni contenute nell'Annesso B alla Relazione Illustrativa non specificano quali siano le portate di iniezione previste, tuttavia il Progetto Definitivo, a pag.117 della Relazione Illustrativa, indica una portata di 22,5 mc/h per 3 pozzi. Pertanto, si prevede di impostare una portata di circa 7,5 mc/h per ciascun pozzo, con monitoraggio delle pressioni conseguite, determinate in conseguenza delle perdite di carico generate dal sistema pozzo-acquifero.
- Start-up dell'impianto di ozonizzazione dell'acqua e inizio dell'iniezione simultanea di acqua ozonizzata con un programma di progressivo aumento della concentrazione di ozono e della portata di soluzione, secondo il seguente schema concettuale indicativo, che potrà essere rivalutata in funzione degli esiti della precedente fase di avviamento senza ozono:
 - Step 1: portata pari a 3,5 mc/h per pozzo, con produzione di ozono pari al 10% (circa 45 g/h di produzione);
 - Step 2: portata pari a 3,5 mc/h con produzione di ozono pari al 50% (circa 225 g/h di produzione);
 - Step 3: portata pari a 7,5 mc/h pozzo, con produzione di ozono al 50% (circa 225 g/h di produzione);
 - Step 4: portata pari a 7,5 mc/h pozzo, con produzione di ozono al 100% (circa 450 g/h di produzione).

Nel corso di ogni step, verranno effettuati monitoraggi previsti al seguente Paragrafo, oltre ai seguenti parametri impiantistici e relativi alla distribuzione di ozono:

- monitoraggi del sistema di produzione di ozono (ad es. pressioni operative di compressore e concentratore, temperature dell'acqua di raffreddamento in entrata e in uscita, consumi elettrici) e ogni altro controllo periodico previsto di libretti d'uso e manutenzione del produttore;
- monitoraggio del sistema di solubilizzazione dell'ozono, tra cui pressioni operative e efficienza di trasferimento di massa dell'ozono all'interno della soluzione;
- monitoraggio delle pressioni di iniezione su ogni singola linea.
- monitoraggi di ozono in aria atmosferica, nei pressi dell'impianto e nei pressi delle teste pozzo del campo prova;
- monitoraggio di ozono nelle teste dei piezometri di controllo MWISCO1/2/3.

Ciascuno step potrà avere una durata variabile ma pari almeno a 8h.

Lo Step 4, corrispondente alle piene condizioni operative di prova, verrà monitorato per almeno 5 gg al termine dei quali i sistemi saranno spenti e verrà eseguita una verifica visiva delle tenute meccaniche del sistema, comprese le guarnizioni lungo le linee di iniezione.

Successivamente, verrà avviata la fase di prova, tenendo conto del dimensionamento indicato in tabella, derivante dai calcoli stechiometrici previsti dal Progetto Definitivo per l'intervento full-scale.

Tabella 7.1 – Parametri dimensionamento prova-pilota ISCO

AREA 1 (C26c - C26e)		
Singolo pozzo		
U.M.	Quantità	
CAD	1	N° POZZI
mg/kg	100	concentrazione media attesa di PCB
mg/kg	1000	Richiesta ossidante totale (TOD)
mc/h	7,5	Portata di miscela per pozzo
mc/h	22,5	Portata di miscela totale (n.3 pozzi) - Approvvigionamento acqua
kg/gg	3,6	Portata ossidante per pozzo per giorno H24
kg/h	0,15	Portata ossidante per pozzo
mc	4144,8	Massa miscela per pozzo
g/kg	1	Richiesta ozono 1,0 g O ₃ / kg di terra trattata
Kg/Ton	1	O ₃ x Tonnellata di terreno trattato
Kg/mc	1,65	O ₃ x Mc di terreno trattato
kg	82,896	Massa ossidante per pozzo
Kg		Massa ossidante richiesta per singola profondità
gg	23,03	Durata iniezione per gruppo pozzi (h24)
mesi	0,77	Durata totale trattamento
g/h	450	Generatore ozono con capacità produttiva
m	25-29	profondità trattamento
mq	12,56	Superficie di intervento
m	2	Raggio influenza singolo pozzo (ROI)
mc	50,24	Volume suolo trattato
ton	85,408	Massa di suolo trattata (p.s. 1,65 Ton/mc)
KW	30	Consumi impianto
	no	ATEX
	si	Impianto containerizzato
N	1	N. impianti attivi contemporaneamente

Come indicato in tabella, si prevede di iniettare complessivamente circa 83 kg di ozono per pozzo, come previsto dalla specifica del Progetto Definitivo per il full-scale.

Si prevede pertanto una durata dell'iniezione complessiva per i 3 pozzi pari a 23gg.

In funzione delle caratteristiche chimiche dei terreni intercettati nel corso dell'esecuzione delle indagini propedeutiche, e dell'efficienza di trasferimento dell'ozono nella soluzione acquosa, tali parametri potranno essere oggetto di revisione in corso d'opera previo accordo con la DL.

7.8 Verifiche e monitoraggi

7.8.1 Monitoraggi ante-operam

Prima dell'inizio delle iniezioni, al fine di individuare le condizioni di partenza sulla base delle quali verrà valutata l'efficacia della tecnologia, saranno svolte le seguenti attività di monitoraggio dai punti di controllo selezionati (MWISCO1, MWISCO2, MWISCO3, MW7-40):

- misura del livello piezometrico della falda;
- misura di campo dei parametri chimico-fisici (pH, conducibilità, ossigeno disciolto (DO), potenziale redox (ORP), temperatura);
- rilievi di campo per misurare ossigeno (O₂), anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄) e composti organici volatili (VOC) a testa pozzo sui piezometri di controllo.

Verrà eseguito inoltre un campionamento ed analisi delle acque di falda dai 4 punti di monitoraggio.

7.8.2 Monitoraggi in esecuzione

Durante il corso delle operazioni di iniezione saranno monitorati con frequenza quindicinale con strumentazione portatile i seguenti parametri:

- livello piezometrico della falda;
- parametri chimico-fisici delle acque di falda (pH, temperatura, conducibilità, DO, ORP);
- misurazione dei parametri O₂, CH₄, VOC e condizioni di esplosività (LEL) a testa pozzo sui piezometri di controllo.

La lettura diretta dei parametri permetterà di valutare e monitorare in tempo reale l'andamento dell'intervento e valutare il permanere delle condizioni di sicurezza per gli operatori.

Verrà eseguito in ogni sessione anche un campionamento ed analisi delle acque di falda dai 4 punti di monitoraggio.

7.8.3 Monitoraggi post operam

Al termine delle operazioni di iniezione saranno monitorati con frequenza mensile, per i successivi tre mesi, con strumentazione portatile i seguenti parametri:

- parametri chimico-fisici delle acque di falda (pH, temperatura, conducibilità, DO, ORP).

Verrà eseguito in ogni sessione anche un campionamento ed analisi delle acque di falda dai 4 punti di monitoraggio.

Al termine dell'iniezione sarà realizzato n. 1 sondaggio per verificare l'efficacia dell'azione di ossidazione sui terreni insaturi trattati ubicati all'interno dell'area campo prova. Saranno prelevati n. 3 campioni di terreno a profondità comprese tra 25 e 29 m da p.c. (o comunque in corrispondenza dell'orizzonte insaturo interessato dalla prova).

7.8.4 Programma analitico

I campioni di acqua di falda prelevati nei monitoraggi (ante, in corso e post operam) saranno sottoposti alle seguenti analisi di laboratorio:

- Metalli (As, Hg, Cr totale, Cr VI, Pb, Cu);
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni;
- Fitofarmaci;
- PCB totali (sommatoria congeneri);

- Sommatoria PCDD/PCDF.

Sui terreni prelevati dal sondaggio di verifica, saranno eseguite le seguenti analisi chimiche di laboratorio:

- Metalli (As, Hg, Cr totale, Cr VI, Pb, Cu);
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni;
- Fitofarmaci;
- PCB totali (sommatoria congeneri);
- Sommatoria PCDD/PCDF.

7.9 Tempistiche

La tempistica di esecuzione delle attività di prova si articolerà come di seguito specificato:

- esecuzione della prova: circa 3 mesi, di cui:
 - installazione del campo prove: circa 4 settimane;
 - avviamento, start-up e monitoraggio di baseline: circa 4 settimane;
 - esecuzione delle iniezioni: circa 23 giorni;
- monitoraggio post operam: 12 settimane.

8.0 TEST PILOTA DI ADSORBIMENTO E DEGRADAZIONE CHIMICO-BIOLOGICA (TRAP&TREAT)

8.1 Obiettivo del test

Il test pilota consentirà di valutare la fattibilità dell'implementazione presso il sito della tecnologia di "Trap&Treat" (barriera permeabile reattiva a base di carboni attivi e composti attivanti la biodegradazione riduttiva), validando i risultati dei test di laboratorio già condotti in fase di progettazione e verificare attraverso le campagne di monitoraggio delle acque sotterranee post-iniezione l'effettivo instaurarsi dei fenomeni di adsorbimento, degradazione abiotica e biologica mediante analisi dei markers determinati durante i test di trattabilità.

Il test consentirà inoltre di valutare il dimensionamento dell'intervento in termini di dosaggio di prodotto ed i parametri operativi dell'applicazione (portate e pressioni di iniezione) e l'efficienza dell'applicazione in termini di distribuzione del prodotto e quantitativi richiesti.

8.2 Fasi operative

Le fasi operative comprenderanno:

- tracciamento dei punti di iniezione e monitoraggio;
- esecuzione delle perforazioni e delle iniezioni di reagente;
- esecuzione di monitoraggi sulle acque sotterranee e di carotaggi di verifica diretta della distribuzione del reagente.

8.3 Area di intervento

I test verranno eseguiti nell'ambito del poligono C26c/C26e, come previsto dal Progetto Definitivo, e verranno eseguiti a seguito dell'ultimazione della prova pilota di ISCO prevista in una porzione di sito immediatamente a monte e a seguito della stabilizzazione delle condizioni una volta terminato il monitoraggio post-operam della prova pilota ISCO.

In particolare, si prevede l'ubicazione del campo prova come riportato nella seguente Figura 8-1

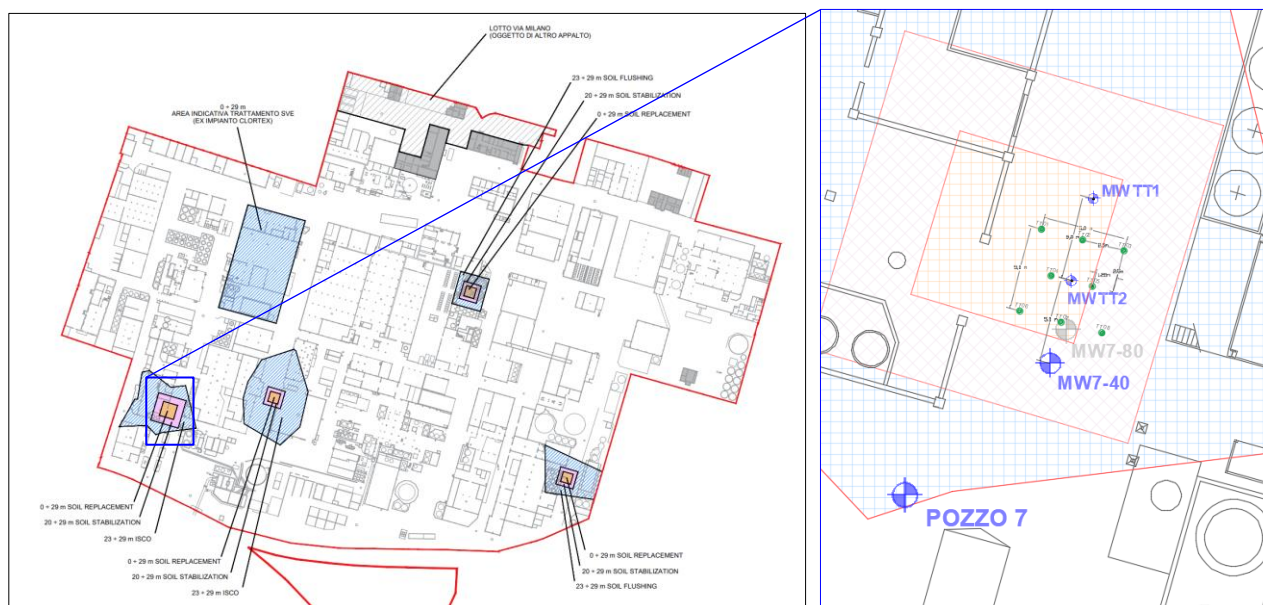


Figura 8-1 – Ubicazione campo prova Trap&Treat

Si prevede l'installazione di un campo prova in corrispondenza dell'area individuata dai poligoni C26c/C26e, caratterizzata da una contaminazione prevalente da PCB, Clorobenzeni e Diossine. Il campo prova sarà costituito da un'area di trattamento di 5x5 m all'interno della quale saranno realizzati i punti di iniezione secondo una griglia regolare di 2,5 m circa, come illustrato nella Figura 8-2.

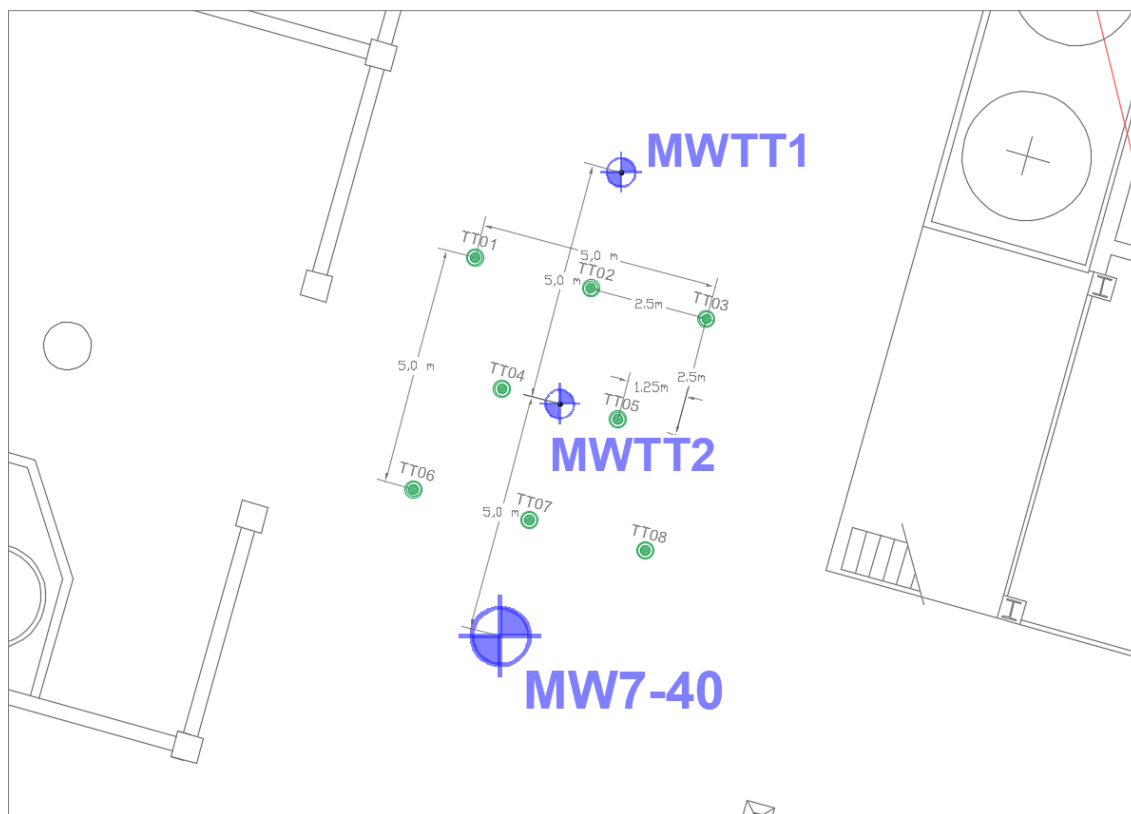


Figura 8-2 – Layout campo prova Trap&Treat

8.4 Punti di monitoraggio

Per il monitoraggio verranno utilizzati 3 piezometri da 3", di cui 2 di nuova realizzazione (MWTT1 e MWTT2), spinti fino a 40 m da p.c. e fenestrati da 25 a 35 m da p.c. e il piezometro esistente MW7-40. Eventuali variazioni delle profondità del tratto cieco/fenestrato potranno essere valutate in funzione della stratigrafia riscontrata e del livello di falda rilevato.

8.5 Modalità di esecuzione

L'intervento prevede da Progetto Definitivo l'applicazione nel sottosuolo del prodotto selezionato attraverso circa 8 punti di iniezione a profondità comprese tra 25 e 35 m da p.c.

Tali profondità potrebbero essere oggetto di verifica e migliore definizione nel corso dell'esecuzione della prova in funzione dell'osservazione della stratigrafia sito specifica e della soggiacenza misurata al tempo di esecuzione della prova.

L'applicazione sarà effettuata con sonda di tipo Geoprobe in modalità direct push, all'interno di fori di sondaggio, realizzati a distruzione di nucleo, precedentemente realizzati e sostenuti e sigillati con miscela bentonitica.

Le iniezioni saranno eseguite sia in direzione top-bottom sia in direzione bottom-up, a step di profondità di circa 50 cm; in considerazione della geologia locale il volume di slurry da iniettare per ciascun intervallo è stato previsto da aProgetto Definitivo pari a circa 90-100 litri.

8.5.1 Prodotto utilizzato

In fase progettuale era stato proposto l'utilizzo del prodotto BOS100® (carbone attivo impregnato di ferrozerovalente), ma i test di laboratorio effettuati dal produttore hanno evidenziato delle performance migliori tramite il prodotto CAT100, consistente in un upgrade funzionale del prodotto BOS100 (il cui principio di azione rispetto alla degradazione dei contaminanti è basato sulla riduzione per via chimica per la presenza di ferro zerovalente) mediante l'aggiunta di composti (carboidrati e peptidi) in grado di stimolare anche i processi di biodegradazione.

Nel dettaglio, il prodotto CAT100 fornirebbe una longevità reattiva superiore al BOS100® (a base di carbone attivo e ferro zerovalente (ZVI)) per i seguenti motivi:

- I campioni analizzati da AECOM durante i test di laboratorio propedeutici alla predisposizione del Progetto Definitivo hanno mostrato la presenza di un gran numero di co-contaminanti come cloroeteni, tetracloruro di carbonio e betaHCH. La presenza di tale mix di contaminanti rende opportuno per il trattamento a lungo termine una tecnologia basata anche su meccanismi biologici (forniti dal CAT100) e non solo sulla dechlorazione riduttiva per via chimica del ferro (meccanismo principale di trattamento di BOS100®);
- I risultati di tali test di laboratorio hanno mostrato una generale maggiore efficacia dell'utilizzo del CAT100 rispetto al BOS100®. In base ai dati aggiuntivi che saranno ottenuti nel corso dei test oggetto del presente studio, si potrà inoltre eventualmente valutare l'opportunità di ottimizzare la miscela di donatori di elettroni e nutrienti, rendendola maggiormente sito specifica;
- L'attività del ferro zerovalente ZVI (l'unico meccanismo di degradazione presente in BOS100) con l'utilizzo del prodotto CAT100 è supportata anche dalla presenza dell'idrogeno fornito dai donatori di elettroni (presenti in CAT100 in aggiunta a ZVI), prolungando nel tempo anche la reattività per via chimica.

8.6 Verifiche e monitoraggi

Prima dell'iniezione del prodotto sarà realizzato un campionamento di baseline in corrispondenza dei tre piezometri di monitoraggio selezionati.

Successivamente all'esecuzione dell'immissione del reagente saranno realizzate le seguenti campagne di verifica:

- n. 1 campagna di monitoraggio immediatamente a seguito dell'iniezione;
- n. 6 campagne a cadenza quindicinale successivamente al completamento dell'iniezione.

I campioni prelevati saranno sottoposti ad analisi chimiche per la ricerca dei seguenti parametri:

- Metalli (Arsenico, Mercurio, Cromo totale, Cromo VI, Piombo, Rame);
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni;
- Fitofarmaci;
- PCB totali (sommatoria congeneri);
- Sommatoria PCDD/PCDF.

8.7 Tempistiche

La tempistica di esecuzione delle attività di prova si articolerà come di seguito specificato:

- installazione dei punti di monitoraggio: circa 2 settimane;
- realizzazione dei pre-fori: circa 3 settimane;
- realizzazione delle iniezioni: circa 2 settimane;
- monitoraggio post opera: 12 settimane.

9.0 TEST PILOTA DI IN-SITU SOIL FLUSHING

9.1 Obiettivo del test

Obiettivo del test è:

- la valutazione delle performance del trattamento;
- la verifica dei parametri operativi;
- la verifica delle capacità di infiltrazione consentite dal sistema pozzo-acquifero.

9.2 Fasi operative

Le fasi operative per l'esecuzione della prova comprendono:

- installazione dei pozzi e dei punti di monitoraggio;
- installazione dell'impianto di iniezione;
- start-up dei sistemi;
- iniezione, trattamento e monitoraggio.

9.3 Area di intervento

Si prevede di eseguire il test presso il poligono C34, eventualmente procedendo con la demolizione parziale dei bacini di contenimenti presenti, qualora interferenti.

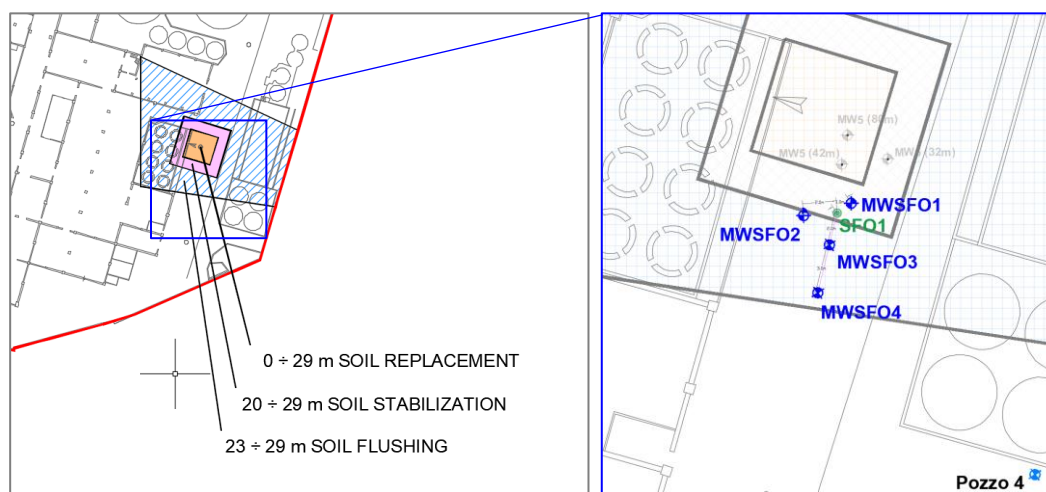


Figura 9-1 – Area di intervento prova Soil-Flushing

La presenza del Pozzo 4 garantisce le necessarie condizioni di sicurezza poiché la portata iniettata (prevista pari a 10 mc/h) sarà completamente estratta dal pozzo, ubicato immediatamente a valle.

Il layout di prova prevede:

- un pozzo di iniezione fenestrato tra 19 e 28 m da p.c.
- n.4 punti di monitoraggio fenestrati sia nell'insaturo sia nel saturo .

L'intervallo di fenestrazione sarà valutato anche in funzione dell'effettivo livello di falda nel corso delle perforazioni.

Il layout è proposto nella seguente Figura 9-2.

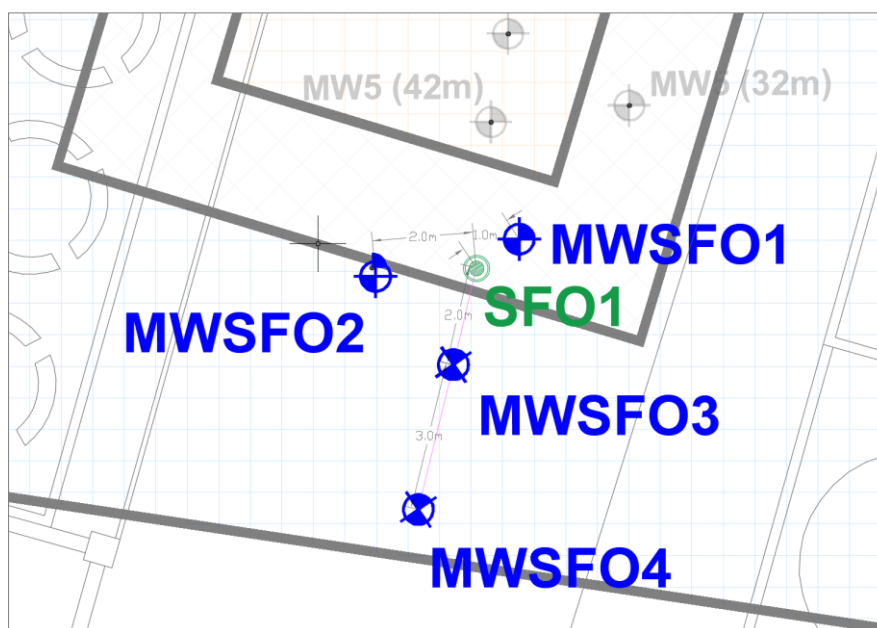


Figura 9-2 – Layout campo prova Soil-Flushing

9.4 Pozzi e punti di monitoraggio

Il pozzo di iniezione sarà da 4", installato entro una perforazione con alesaggio finale a 219 mm, fenestrato a partire da 1 m al di sopra dell'intervallo di trattamento individuato fino al bottom dello stesso (intervallo 19-28 m da p.c.). L'intervallo di trattamento previsto è compreso tra 20 e 28 m da p.c..

I piezometri di monitoraggio saranno spinti fino a 35 m da pc e fenestrati da 20 a 35 m, fatta eccezione per il piezometro MWSF01 che sarà approfondito fino a 25 m da p.c. e fenestrato da 15 a 25 m da p.c. L'intervallo di fenestrazione potrà essere eventualmente oggetto di modifiche in funzione dell'effettivo livello di falda riscontrato nel corso delle perforazioni.

Per il dimensionamento definitivo del test pilota dovranno essere condotte apposite prove nel corso della realizzazione dei punti di monitoraggio:

- prove Lefranc in foro ogni 3 m di avanzamento tra 10 m e la frangia capillare;
- prove di pompaggio pozzo-piezometro a gradini di portata e a portata costante, con estrazione dal punto di iniezione, monitoraggio dei punti di controllo, rilancio al TAF delle acque emunte.

9.5 Attrezzature ed impianti

L'impianto sarà costituito dalle seguenti componenti:

- serbatoio in HDPE (V=3000L) orizzontale, completo di livellostatici sfiato aria e valvola di scarico di fondo, per l'equalizzazione dell'acqua in ingresso al processo;
- valvola automatica ad azionamento elettrico ON/OFF + n.1 valvola manuale a sfera + n.1 manometro sulla linea di ingresso acqua;
- elettropompa centrifuga (Q=10m³/h @ 20m;1,5kW), con linea completa di valvole di sezionamento, valvola di non ritorno, manometro, flussimetro a galleggiante e contaltri totalizzatore;
- tubazione HDPE D=63mm in ingresso ed uscita;
- quadro elettrico per alimentazione e controllo utenze, di tipo elettromeccanico;

- n.1 container 8 piedi, con impianto di illuminazione e ventilazione.

Come previsto da Progetto Definitivo, anche al fine di una maggiore sostenibilità dell'intervento, **l'acqua utilizzata per le iniezioni verrà approvvigionata dalla barriera idraulica**, prevedendo l'utilizzo di acqua trattata o acqua non trattata proveniente da pozzi privi di contaminazione, sulla base di verifiche analitiche in accordo con la DL. Al tal fine, all'interno dei canali di trasporto delle acque della barriera verrà installata una pompa di rilancio che trasferirà l'acqua in un serbatoio di equalizzazione da cui verrà rilanciata al pozzo di iniezione.

Per l'alimentazione elettrica, data l'assenza di punti di fornitura, si provvederà ad allestire un sistema di alimentazione mediante motogeneratore.

9.6 Modalità di conduzione

La prova consisterà nell'iniezione di una portata di 10 mc/h di acqua all'interno del pozzo di iniezione, con testa pozzo a tenuta, e simultaneo monitoraggio dei livelli freaticometrici nei piezometri di controllo.

La portata finale sarà raggiunta a seguito di uno start-up della durata di 8 ore durante il quale la portata sarà progressivamente aumentata a partire da 2 mc/h con incrementi di 2 mc/h per volta, con monitoraggio di pressione e livelli freaticometrici nei piezometri di monitoraggio.

In funzione degli esiti ottenuti si valuterà se effettuare più cicli alternati di lavaggio o un ciclo continuativo, fino ad un totale di almeno 24 h di lavaggio.

9.7 Verifiche e monitoraggi

I monitoraggi prevedono:

- campionamenti di baseline (es. piezometro MWSF03 e pozzo P4);
- verifica dei livelli freaticometrici con frequenza oraria per la prima settimana di prove;
- verifica quotidiana con misure diurne ogni 4 ore nel corso della prova di lunga durata;
- campionamento ed analisi dai punti di monitoraggio di valle (MWSF03, MWSF04, P4) a metà e al termine della prova e dopo quindici giorni dalla prova stessa.

I campioni saranno sottoposti ad analisi chimiche per la ricerca dei seguenti parametri:

- Metalli (Arsenico, Mercurio, Cromo totale, Cromo VI, Piombo, Rame).
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni.
- Fitofarmaci.
- PCB totali (sommatoria congeneri).
- Sommatoria PCDD/PCDF.

Al termine delle prove di flussaggio sarà realizzato n. 1 sondaggio di verifica al fine di verificare l'efficacia dell'azione di lavaggio. Il sondaggio sarà effettuato a carotaggio continuo e ubicato a distanza di circa 1,5 m dal punto d'iniezione.

Saranno prelevati indicativamente n. 3 campioni di terreno a profondità comprese tra 20 e 30 m da p.c. e comunque nella porzione di terreno insaturo da sottoporre alle seguenti analisi chimiche di laboratorio:

- Metalli (Arsenico, Mercurio, Cromo totale, Cromo VI, Piombo, Rame).
- Composti Alifatici Clorurati Cancerogeni e Non Cancerogeni.
- Fitofarmaci.

- PCB totali (sommatoria congeneri).
- Sommatoria PCDD/PCDF.

9.8 Prove pilota di laboratorio

In funzione dell'esito della prova pilota in campo, si valuterà se prevedere l'esecuzione di prove di laboratorio focalizzate sulla scelta dei chemicals e degli additivi utilizzabili negli impianti Soil Flushing, tra cui si prevede l'impiego di:

- agenti chelanti;
- soluzione di (K_3PO_4) in soluzione acquosa al 50%, con correzione di pH della soluzione di processo tramite aggiunta di acido cloridrico (HCl) in soluzione al 20%,.

Il principale obiettivo consiste nel verificare l'efficacia di trattamento dell'Arsenico, evitando la produzione di sottoprodotti nocivi e/o il collaterale aumento di concentrazione di altri contaminanti (ad esempio Cromo VI) presenti contestualmente al PCB nei terreni del sito.

I campioni saranno analizzati preventivamente e successivamente al trattamento.

9.9 Tempistiche

La tempistica di esecuzione delle attività di prova si articolerà come di seguito specificato:

- indagini integrative: circa 4 settimane
- installazione dei punti di iniezione e di monitoraggio: circa 4 settimane;
- installazione dei sistemi, start-up e monitoraggi di baseline: circa 4 settimane;
- realizzazione della prova: circa 24 h complessiva, a cicli, nel corso di 1 settimana;
- monitoraggio post opera: 4 settimane.

10.0 GESTIONE MATERIALI DI RISULTA

10.1 Normativa di riferimento

La normativa di riferimento risulta essere la seguente

- D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. – “Norme in materia ambientale”;
- D. Lgs. 121/2020 “Attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti”;
- D.M. 12/06/2002, n.161 (recupero rifiuti pericolosi con procedura semplificata);
- D.M. 05/02/1998 e s.m.i. (recupero rifiuti non pericolosi con procedura semplificata);
- D.P.R. 120/2017 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e ricche da scavo, ai sensi dell'art. 8 del decreto – legge 12 settembre 2014, n. 133. Convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- D. Lgs. 36/2003 “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti” e ss.mm.ii.;
- Regolamento 1272/2008/Ce: Classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze chimiche;
- A.D.R. European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (European Agreement the international carriage of dangerous by road) di cui alla Legge 1839/1962 e ss.mm.ii.;
- D. Lgs. 35/2010 “Attuazione della direttiva 2008/68/CE, relativa al trasporto interno di merci pericolose”;
- D.M. 59/2023 “Disciplina del sistema di tracciabilità dei rifiuti e del registro elettronico nazionale per la tracciabilità dei rifiuti ai sensi dell'articolo 188-bis del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152” – RENTRI.

È fatto salvo il rispetto della normativa in materia di sicurezza dei lavoratori ai sensi del D. Lgs. 81/2008 in tutte le fasi di gestione dei rifiuti.

10.2 Stima rifiuti derivanti dall'intervento

Nella successiva tabella si riportano i codici EER ipotizzati per le tipologie di rifiuti attesi nel corso dell'esecuzione dei campi prova. Per la stima dei quantitativi attesi nel corso della prova si rimanda all'**Allegato 3** alla presente relazione. Qualora nelle fasi di caratterizzazione dei rifiuti dovesse emergere la presenza di rifiuti caratterizzati da differenti EER, si procederà con tempestivamente comunicazione alla DL/Committente.

Tabella 10.1: Elenco indicativo e non esaustivo dei possibili codici EER			
Tipologia di rifiuto	Codice EER	Descrizione	Destinazione
Asfalto	17 03 02	Miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 170301	Impianto recupero o trattamento Discarica per rifiuti non pericolosi Discarica per rifiuti pericolosi

Tabella 10.1: Elenco indicativo e non esaustivo dei possibili codici EER

Tipologia di rifiuto	Codice EER	Descrizione	Destinazione
Liquidi di risulta / Acque di spurgo e Condense	16 10 02	Soluzioni acquose di scarto diverse da quelle di cui alla voce 16 10 01	Impianto di trattamento
Terreni di scarto delle perforazioni / Materiale perforato non assoggettato a campionamenti / Materiale derivante da scavi	17 05 03*	Terre e rocce contenenti sostanze pericolose	Discarica per rifiuti pericolosi

10.3 Caratterizzazione e classificazione

Tutti i rifiuti prodotti saranno sottoposti dall'Appaltatore, in qualità di produttore, a caratterizzazione e classificazione ai fini della definizione delle corrette modalità di gestione e dell'individuazione dell'ideale impianto di destino finale.

10.4 Movimentazione interna e deposito temporaneo

Il Deposito Temporaneo è il raggruppamento dei rifiuti effettuato, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti (nella fattispecie il cantiere), ove essi sono depositati per il tempo necessario alla loro caratterizzazione ed il successivo avvio ad operazioni di smaltimento/recupero nel rispetto di quanto stabilito dall'art.183, lettera bb) del D.Lgs. 152/06, che definisce le limitazioni temporali e quantitative del deposito stesso.

Tenendo conto che le limitazioni temporali si intendono riferite alle singole operazioni di carico e che le limitazioni quantitative sono riferite alla somma dei quantitativi di rifiuti non pericolosi e alla somma dei quantitativi di rifiuti pericolosi depositati all'interno del perimetro del sito, sarà adottato il criterio temporale.

Il deposito temporaneo sarà effettuato per Categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle norme tecniche applicabili.

10.5 Confezionamento ed etichettatura

Gli imballaggi utilizzati per contenere il rifiuto nelle sue fasi di movimentazione interna, di stoccaggio e di trasporto verso i siti di destino finale, dovranno essere conformi alle caratteristiche dei materiali e ai requisiti richiesti dalle eventuali specifiche caratteristiche di pericolo riscontrate analiticamente (Regolamento (CE) N. 1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006).

Qualora i rifiuti dovessero essere classificati come pericolosi per il trasporto ai sensi della vigente normativa ADR, per la scelta degli imballaggi dovranno essere adottati i criteri richiesti da tale normativa.

La tipologia di confezionamento più adeguata al trasporto e l'invio a smaltimento dei rifiuti dovrà essere definita anche sulla base della natura chimico-fisica del rifiuto e della tipologia dell'impianto di destinazione.

L'etichettatura da apporre su tutti i rifiuti prodotti e presenti nel deposito temporaneo conterrà tutte le necessarie informazioni secondo le norme vigenti e le procedure di sito. La committente in fase di cantiere fornirà il format di etichette da utilizzare.

10.6 Carico, trasporto e conferimento dei rifiuti

Si riporta in allegato alla Relazione Generale l'elenco dei trasportatori e degli impianti di trattamento/recupero/smaltimento che l'Appaltatore intende utilizzare per l'espletamento del servizio richiesto. Per ognuno di essi sarà presentata, con congruo anticipo (almeno 10 giorni) prima dell'avvio dei conferimenti, copia del provvedimento autorizzativo (inclusa accettazione delle fidejussioni da parte dell'Ente competente e/o ogni altro documento utile a rendere efficace l'autorizzazione) e/o di iscrizione all'idonea categoria dell'Albo Nazionale Gestori Ambientali. Tale elenco è da ritenersi non esaustivo e potrà essere aggiornato in corso d'opera.

Il trasporto dovrà essere garantito nel rispetto delle seguenti condizioni:

- i mezzi di trasporto saranno in regola con quanto previsto dal codice della strada e dalla normativa sui rifiuti;
- il trasportatore si recherà presso la pesa di sito per effettuare le operazioni di pesatura prima dell'inizio delle attività di carico e successivamente per la pesatura a pieno carico;
- sarà garantita la presenza a bordo di ogni veicolo della idonea documentazione richiesta per l'effettuazione del trasporto in conformità con le vigenti disposizioni normative. Qualsiasi imprevisto tale da determinare variazioni al percorso indicato sul formulario dovrà essere tempestivamente comunicato alla Committente che valuterà come procedere.

10.7 Controllo e gestione della documentazione

Facendo riferimento al regime normativo attualmente vigente, così come aggiornato con l'introduzione del RENTRI (Registro Elettronico Nazionale per la Tracciabilità dei Rifiuti), l'Appaltatore dovrà garantire la tracciabilità della corretta gestione dei rifiuti, in particolare mediante:

- corretta compilazione dei FIR e del Registro di Carico/Scarico, secondo i modelli di cui agli Allegati I e II al D.M. 59/2023;
- trasmissione della seconda copia del FIR timbrata e firmata dall'impianto di smaltimento/recupero finale, entro i tempi previsti dalla normativa vigente, a cura del trasportatore, tramite consegna diretta, posta elettronica certificata oppure servizi di supporto resi disponibili dal RENTRI.

Qualsiasi imprevisto tale da determinare variazioni al percorso indicato sul formulario dovrà essere tempestivamente comunicato alla Committente che valuterà come procedere.

In caso di conferimento a soggetti che effettuano le operazioni preliminari individuate dai codici R12 e R13, ad avvenuto recupero l'Appaltatore dovrà fornire alla Committente il certificato di invio a recupero (CIR) rilasciato dal titolare dell'impianto che effettua le operazioni preliminari. Successivamente, all'avvenuto recupero finale, sarà cura dell'Appaltatore trasmettere alla Committente il certificato di avvenuto recupero (CAR) rilasciato dall'impianto finale che effettua le operazioni di recupero.

Per le imprese di trasporto e recupero dovrà essere anche acquisita la documentazione attestante rispettivamente la regolare iscrizione all'Albo Nazionale Gestori Ambientali nelle adeguate categorie/classi e il possesso di idonee autorizzazioni in corso di validità.

Al termine delle attività, relativamente a tali rifiuti, l'Appaltatore, se richiesto dalla Committente, fornirà un prospetto riassuntivo dei rifiuti avviati a smaltimento/recupero, distinto per codice EER e per impianto di destino, accompagnato dalla 1a e 2a copia del FIR.

10.8 Contabilizzazione dei rifiuti generati

La gestione dei rifiuti sarà contabilizzata a misura in accordo con quanto previsto dal contratto in essere, applicando i relativi prezzi unitari di riferimento. Nel caso in cui il CER attribuito dal produttore del rifiuto non dovesse essere annoverato tra quanto già previsto da progetto si procederà ad effettuarne una nuova valorizzazione previo concordamento di nuovi prezzi (NP).

11.0 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI LAVORI

L'articolazione temporale delle attività di prova attualmente prevista è riportata nel documento **C-075-23634793-WP.P3-EN-PG-2**. Nella fase operativa, potranno essere eventualmente apportare delle modifiche sulla successione temporale delle attività, che saranno preventivamente comunicate alla Direzione Lavori.

Allegato 1 - Elenco possibili impianti di conferimento rifiuti

3b) Caratteristiche, specifiche tecniche e localizzazione di uno o più impianti o discariche per il conferimento dei rifiuti							
DISPONIBILITA' IMPIANTI							
Denominazione impianto e ubicazione	Distanza dal Sito	Autorizzazione N°	link per documento	Tipologia rifiuti ammessi/trattamento	codice ERR relativi al progetto	Disponibilità di ricevimento TON	Tipologia di disponibilità P(proprietà);C(controllo);TM(Titolare mandante);I (impegno per 10 anni);CA(contratto affitto per 10 anni); I/ CA (impegno o contratto < 10 anni)
ACR - Piattaforma di trattamento rifiuti pericolosi e non pericolosi - ACR Via Belvedere snc 41037 Mirandola (MO)	120 Km	Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia - Romagna DET-AMB-2022-1639 del 01/04/2022	https://ha.gruppohera.it/lista-impianti/impianto-di-recupero-e-smaltimento-rifiuti-mirandola	Rifiuti solidi/liquidi/fangosi di origine industriale qualificati come rifiuti speciali anche pericolosi	160708*-160305*	1000 ton	PROPRIETA' ACR
ACR - Impianto di trattamento fanghi e inertizzazione. Via Belvedere snc	120 Km	Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia - Romagna DET-AMB-2022-1639 del 01/04/2022	https://ha.gruppohera.it/impianto-di-trattamento-fanghi-e-inertizzazione-di-via-belvedere-di-mirandola-me-	Rifiuti solidi/liquidi/fangosi di origine industriale qualificati come rifiuti speciali anche pericolosi	170903*-170503*	14.000 ton	PROPRIETA' ACR
HASI- Discarica per rifiuti Loria (TV)	170 Km	Regione Veneto Ddr 13 del 29/02/2016	https://ha.gruppohera.it/documents/28896471/34979974/voltura-ddr-13-del-29-02-2016/38f4d06a-28ca-21cb-98a3-577abc30786e?t=1674814816908	Rifiuti speciali non pericolosi e non putrescibili, oltre ad alcuni rifiuti pericolosi, definiti stabili non reattivi a seguito di un trattamento di inertizzazione del rifiuto	170904	35.000 ton	PROPRIETA' HASI CHE DETIENE IL 60% DI ACR (INFRAGRUPPO)
HASI Piattaforma e riduzione volumetrica Ragghianti Pisa	280 km	Regione Toscana Delibera 1160 del 08/11/2021	https://ha.gruppohera.it/lista-impianti/impianto-riduzione-volumetrica-di-ospedaletto	Rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi	160708*-160305*	1000 ton	PROPRIETA' HASI CHE DETIENE IL 60% DI ACR (INFRAGRUPPO)
HASI - Impianto di Soil Washing e inertizzazione Ragghinati Pisa	280 Km	Regione Toscana Delibero 1160 del 08/11/2021	https://ha.gruppohera.it/documents/28896471/34979974/delibera-1160-del-08-11-2021-allegato-a-ai-a-/5303f72d-95f9-e7bd-b355-d4f1a0145a5e?t=1675155834971	Rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi	170903*-170503*	14.000 ton	PROPRIETA' HASI CHE DETIENE IL 60% DI ACR (INFRAGRUPPO)
HASI Piattaforma e centro di stoccaggio Padova	140 km	Regione Veneto Decreto N°109/2010	https://ha.gruppohera.it/documents/28896471/34979974/decreto-n-109-2010-del-30-12-2010/37e11172-0be1-fe80-c048-1173bf817310?t=1674834850575	Rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi	170605*-170601*	500 ton	PROPRIETA' HASI CHE DETIENE IL 60% DI ACR (INFRAGRUPPO)
HASI - Piattaforma e centro di stoccaggio di San Vito al Tagliamento	250 km	Regione Friuli Venezia Giulia Det. Amb 1503 del 29/03/2022	https://ha.gruppohera.it/lista-impianti/impianto-san-vito-al-tagliamento	Impianto di trattamento e gestione dei rifiuti urbani e speciali, pericolosi e non pericolosi.	170603*	100 ton	PROPRIETA' HASI CHE DETIENE IL 60% DI ACR (INFRAGRUPPO)
Greenthesis S.p.A. San Giuliano	90 Km	Proroga della validità dell'AIA rilasciata con decreto regionale n 7196 del 20.07.2010, a seguito dell'entrata in vigore del d.lgs 46/2014.	https://www.greenthesisgroup.com/impianti/	Trattamento rifiuti pericolosi e non pericolosi	060404*; 150101; 150103; 150106; 160209*; 160210*; 160214; 160305*; 160504*; 160708*; 161105*; 170201; 170202; 170203; 170204*; 170302; 170503*; 170601*; 170603*; 170605*; 170903*; 170904; 200306; 200306	41,000 Ton/anno	PROPRIETA' GREENTHESIS S.P.A.
Eureko s.r.l.	80 Km	Aggiornamento dell'Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata con provvedimento della Città metropolitana di Milano di R.G n 5600/2016 del 15.06.2016, ex art.29-quarter del d.lgs 152/06.	https://www.greenthesisgroup.com/impianti/	Impianto di soil washing per il recupero di rifiuti Non pericolosi e pericolosi	161105*; 170302; 170504; 170503*; 170904; 170903*;	250.000 Ton/anno	PROPRIETA' GREENTHESIS S.P.A.
C.R. s.r.l.	147 Km	Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata da Reg. Lombardia con Decreti della reg. Lombardia n. 12732/2007, n. 7181/2008, n. 6767 /2009 e s.m.i. - ai sensi del titolo III-bis della parte seconda del D.L.Gs. 152/06 e s.m.i...	https://www.greenthesisgroup.com/impianti/	Trattmaneti riifiuti pericolosi e non pericolosi	060404*; 150101; 150103; 150106; 160210*; 160214; 160305*; 160504*; 160708*; 161105*; 170201; 170202; 170203; 170204*; 170302; 170503*; 170603*; 170605*; 170903*; 170904; 200306; 200306	117.975 Ton/anno	PROPRIETA' GREENTHESIS S.P.A.
Greenthesis S.p.A. ORBASSANO	250 Km	Autorizzazione Integrata Ambientale n. 47-7393/2014 del 06/03/2014 e s.m.i. - provvedimento di riesame ai sensi dell'art. 29 octies comma 3 lett. a) del d.lgs. 152/2006 e s.m.i...	https://www.greenthesisgroup.com/impianti/	Trattmaneti riifiuti pericolosi e non pericolosi	060404*; 150101; 150103; 150106; 160209*; 160210*; 160214; 160305*; 160504*; 160708*; 161105*; 170201; 170202; 170203; 170204*; 170302; 170503*; 170601*; 170603*; 170605*; 170903*; 170904; 200306; 200306	120.000 Ton/anno	PROPRIETA' GREENTHESIS S.P.A.
DISPONIBILITA' IMPIANTI CONTROLLATI DAL GRUPPO HERA							
VALLORTIGARA -Piattaforma di trattamento rifiuti di Torrebelvicino (VI)	140 Km	Regione Veneto Decreto N° 17 del 25/05/2017	https://ha.gruppohera.it/lista-impianti/piattaforma-di-trattamento-rifiuti-pericolosi-e-non-pericolosi-di-torrebervicino	Trattmaneti riifiuti pericolosi e non pericolosi	170201, 170204*, 170202, 170203, 150101,150106,160214, 170302,200306	1.000 ton	CONTROLLO INDIRETTO tramite HASI
VALLORTIGARA -Piattaforma di trattamento rifiuti di Marano Vicentino (VI)	150 Km	Provincia di Vicenza Determina N° 614 del 10/05/2021	https://ha.gruppohera.it/piattaforma-di-trattamento-rifiuti-non-pericolosi-marano-vicentino	Recupero riifiuti inerti non pericolosi	170201, 170204*, 170202, 170203, 150101,150106,160214, 170302,200306	1.000 ton	CONTROLLO INDIRETTO tramite HASI
DISPONIBILITA' IMPIANTI CONTROLLATI DA GREENTHESIS S.P.A.							
Barricalla S.p.A.	250 Km	Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata con d.d. n. 317- 35088 / 2017 del 11/12/2017 e s.m.i.: provvedimento di modifica sostanziale. Società: barricalla s.p.a. Sede l.: cso marche, 79 -torino- sede oerativa: via brasile 1- collegno	https://www.greenthesisgroup.com/impianti/	Discarica rifiuti pericolosi	060404*; 160305*; 160708*; 161105*; 170204; 170503*; 170601*; 170603*; 170605*; 170903*	130.000 Ton/anno	CONTROLLO GREENTHESIS S.P.A.
DISPONIBILITA' IMPIANTI TERZI CON LETTERA DI IMPEGNO							
PRANDELLI - Impianto di recupero inerti sito Genesi in Paderno Franciacorta	20 Km	Provincia di Brescia Atto Dirigenziale n° 3233 del 04/11/2019	allegata lettera di impegno	Recupero rifiuti inerti non pericolosi	170904	10.000 ton	IMPEGNO
PRANDELLI - Impianto di recupero inerti sito Genesi in Paderno Franciacorta	20 Km	Provincia di Brescia Atto Dirigenziale n° 3233 del 04/11/2020	allegata lettera di impegno	Recupero rifiuti inerti non pericolosi	170312	2.000 ton	IMPEGNO
EREDI COMPAGNIA NAZIONALE SRL Brescia (BS) discarica sita in COMUNE DI CAZZAGO S.M. (BS), LOCALITÀ MACOGNA SNC	20 Km	Atto Dirigenziale 2837/2013 e ss.mm.ii, volturato con A.D. 779/2017 emessi dalla Provincia di Brescia	allegata lettera di impegno	Recupero rifiuti inerti non pericolosi DEROGATA	170904	50.000 ton	IMPEGNO
RMB - Piattaforma di trattamento e recupero sito a Polpenazze (BS)	30 Km	Provincia di Brescia atto Dirigenziale n° 2321/2022	allegata lettera di impegno	Trattamento di Soil Washing non pericolosi	170904	33.000 ton	IMPEGNO
RMB - Piattaforma di trattamento e recupero sito a Polpenazze (BS)	30 Km	Provincia di Brescia atto Dirigenziale n° 2321/2023	allegata lettera di impegno	Trattamento di Soil Washing pericolosi	170903*	14.000 ton	IMPEGNO
RMB - Piattaforma di trattamento e recupero sito a Polpenazze (BS)	30 Km	Provincia di Brescia atto Dirigenziale n° 2321/2024	allegata lettera di impegno	Recupero diretto	170405	2.700 ton	IMPEGNO
BRIXIAMBIENTE - Piattaforma di trattamento sito a Macclodio (BS)	25Km	Provincia di Brescia Atto Dirigenziale n. 2690/2019 Voltura a favore della soc. Brixia Ambiente srl dei provvedimenti di cui all'autorizzazione Integrata Ambientale n. 1181/2018 e n. 1550/ 2018 modificata dall'A.D. N.2299/2022	allegata lettera di impegno	Trattamento di rifiuti speciali Pericolosi e Non Pericolosi; mediante soil washing, biopila, inertizzazione / stabilizzazione, stoccaggio e ricondizionamento	060404*; 150101; 150103; 150106; 160209*; 160210*; 160214; 160305*; 160708*; 161105*; 170201; 170202; 170203; 170204*; 170503*; 170603*; 170903*; 170904	334.183 ton	IMPEGNO
IL RECUPERO- Piattaforma di stoccaggio rifiuti pericolosi e non pericolosi sito a Bareggio (MI)	109 Km	Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata da Reg. Lombardia con Decreto R.G. N. 5033 /2018 del 10/07/2018 modificato con R.G.n. 430 del 24/10/2020	allegata lettera di impegno	Messa in riserva di rifiuto e/o ricondizionamento/raggruppamento preliminare	170503*,170601*,170603*,170605*	846 ton	IMPEGNO
POLIRECUPERI SRL -Piattaforma di trattamento rifiuti pericolosi e non pericolosi sito a Cornaredo (MI)	105 Km	Autorizzazione Dirigenziale n.1447/2018 del 26/02/2018 Rilasciata da Città Metropolitana di Milano	allegata lettera di impegno	Trattamento rifiuti pericolosi e non pericolosi	150101,150103,150106,160210*,160214,160305*,160504,161105*,170201,170202,170203,170204*,170302,170903*,170904	45.356 ton	IMPEGNO
S.G SRL- Piattaforma di stoccaggio rifiuti pericolosi e non pericolosi sito a San Zeno Due (BS)	10 Km	Atto Dirigenziale n. 2102 del 22/06/2021 Rilasciato da Provincia di Brescia	allegata lettera di impegno	Trattamento rifiuti pericolosi e non pericolosi	170605*,170601*,170603*	725 ton	IMPEGNO
A.R.O. s.r.l. con sede in Via Brescia, 52/p, nel comune di Leno (BS),	22 km	Autorizzazione Integrata Ambientale N° 2369 del 16/08/2022	allegata lettera di impegno	Trattamento rifiuti pericolosi e non pericolosi	161001*, 161002, 160708*, 200304, 200306	2326 ton	IMPEGNO
Borgo spurgli Srl Con sede in Via Monte Pasubio 84/A, nel comune di Castenedolo	15 km	Atto dirigenziale 6091 del 13/12/2013 e s.m.i.,	allegata lettera di impegno	Trattamento rifiuti pericolosi e non pericolosi	161001*, 161002, 160708*, 200304, 200306	2326 ton	IMPEGNO
Tradebe Adro SRL con sede in Via Lucerna 12, nel comune di Adro	28 km	Autorizzazione N° 2337 del 12/8/2022	allegata lettera di impegno	Trattamento rifiuti pericolosi e non pericolosi	161001*, 161002, 160708*, 200304, 200306	2326 ton	IMPEGNO
Divisiongreen S.r.l. con sede in Via Commercio e Agricoltura n 1340 nel comune di Rudiano (BS),	29 km	AIA 5686 e smi del 07/05/2015	allegata lettera di impegno	Recupero rifiuti non pericolosi	170201*, 200201	525,46 ton	IMPEGNO
MPA Srl con sede in via Peschiera 7, nel Comune di Cologne (BS)	33 km	Autorizzazione n. 2340/2022 del 12/08/2022	allegata lettera di impegno	Recupero rifiuti non pericolosi	170904	54077 ton	IMPEGNO
PORTAMB - Impianto di recupero rifiuti RECUPERA S.r.l. con sede in via Dritta n. 10, nel comune di Monfichiari (BS)	23 km	Autorizzazione n. 1194/2022 del 29/04/2022	allegata lettera di impegno	Recupero rifiuti non pericolosi	170302, 170904	8067 ton	IMPEGNO
PORTAMB - Impianto di trattamento e recupero rifiuti nonché discarica per rifiuti inerti in deroga EDILQUATTRO S.r.l. con sede in via del Canneto n. 53, nel comune di Borgosatollo (BS)	12 km	Atto Dirigenziale n. 2339 del 12/08/2022 e Atto Dirigenziale n. 1698 del 23/07/2020	allegata lettera di impegno	Recupero rifiuti non pericolosi e discarica inerti in deroga	170302, 170904	21873 ton	IMPEGNO
PORTAMB - Discarica per rifiuti inerti in deroga con sede in via Traversa Prima di Strada n. 8/A Località Inferno Ghedi (BS)	12 km	Atto Dirigenziale n. 2181 del 17/06/2021	allegata lettera di impegno	Discarica per inerti in deroga	170302, 170904, 160304	15113 ton	IMPEGNO
SIRCHI SRL, Con sede operativa in Via Stazione, 6/M/ , nel comune di Cucciago (CO)	117 km	AIA 497/2022 del 28/07/2022	allegata lettera di impegno	Piattaforma di stoccaggio rifiuti pericolosi e non pericolosi	170204*, 170302, 170605*, 170601*, 170603*, 160303*, 160305*	1450 ton	IMPEGNO
TECNO RECUPERI S.p.a. con sede operativa in Via Brescia snc nel comune di Dello (BS)	21 km	Autorizzazione n. 903 del 08/03/2021	allegata lettera di impegno	Impianto di recuper rifiuti non pericolosi	170202	18 ton	IMPEGNO
SPECIALACQUE srl con sede in via Gussalli 24 nel comune di Brescia	7 km	AIA N. 317/2020 del 10/02/2020	allegata lettera di impegno	Impianto di trattamento rifiuti liquidi pericolosi e non pericolosi	200306, 160708*	1436 ton	IMPEGNO
Vi.Bi Elettrorecuperi S.r.l. - Piattaforma di trattamento rifiut pericolosi e non pericolosi	80 Km	Atto Dirigenziale n. 13907 del 2811/2008 e s.m.ii. Rilasciato da Regione Lombardia	allegata lettera di impegno	Trattamento rifiuti pericolosi e non pericolosi	150101,150103,150106,160209*,160210*,170603*,170904	29471 ton	IMPEGNO

Allegato 2 – Elenco dei possibili trasportatori dei rifiuti

SOCIETA'	INDIRIZZO	A.N.G.A.	SCADENZA	CATEGORIA
A2A RECYCLING SRL	Novate Milanese (MI), Via F.lliBeltrami n. 50/52	MI01953	03/11/2026	1A-4A
GREENTHESIS SpA	Segrate (MI) - Via Cassanese 45	MI12387	02/08/2026	4C
			16/09/2026	5C
NUOVA CAVALIERE SRL	Milano - Viale Monza 200	MI48260	13/06/2028	4C
SANTAMBROGIO SRL	Milano – Via Cascina dei Prati 7	MI54554	26/02/2025	4B
SETTENTRIONALE TRASPORTI	Via Strade Nuova – Possagno (TV)	VE00277	09/01/2026	1A – 4A - 5B
GERMANI TRASPORTI	Via Volta - San Zeno Naviglio (BS)	MI01258	01/12/2025	4A -5A
GUALDI ALESSIO	Boltiere (BG)	MI02622	21/01/2027	5B
BERGAMIN Srl	Via Sisto 31 - Sandrigo (VI)	VE00367	16/07/2027	4A-5B
TRANSVECTA	Via Herrsching, 24 - Trento (TN)	TN05212	06/05/2027	5D
			25/05/2026	4A
ACR REGGIANI S.P.A.	Via Statale Nord 162 Mirandola (Mo)	BO01311	30/10/2026	4A
			02/07/2026	5A

Allegato 3

Quantificazione Rifiuti

Allegato 3
Test e Prove Pilota
Quantitativi attesi rifiuti

ATTIVITA'	TIPOLOGIA / LAVORAZIONE	Codice EER	DESCRIZIONE	p uguali	Area	Spessore	P.S. [ton/m3]	QUANTITA' STIMATA (mc)	QUANTITA' STIMATA (Ton)	QUANTITA' STIMATA (100 kg)
Indagini prospedeutiche (incluso prelievo soli-washing)	Asfalti / Asportazione strato superficiale di asfalto in sito.	17 03 02	Miscela bituminosa diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01*	15 sondaggi	3 m x 3 m	0,1 m	1,8	13,5	24,3	
TEST SVE	Asfalti / Asportazione strato superficiale di asfalto in sito.	17 03 02	Miscela bituminosa diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01*	1 area di prova	15 m x 15 m	0,1 m	1,8	22,5	40,5	
TEST RCO	Asfalti / Asportazione strato superficiale di asfalto in sito.	17 03 02	Miscela bituminosa diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01*	1 area di prova	15 m x 15 m	0,1 m	1,8	22,5	40,5	
TEST SOIL STABILIZATION	Asfalti / Asportazione strato superficiale di asfalto in sito.	17 03 02	Miscela bituminosa diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01*	1 area di prova	15 m x 15 m	0,1 m	1,8	22,5	40,5	
TEST TRAP&TREAT	Asfalti / Asportazione strato superficiale di asfalto in sito.	17 03 02	Miscela bituminosa diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01*	1 area di prova	15 m x 15 m	0,1 m	1,8	22,5	40,5	
TEST SOIL FLUSHING	Asfalti / Asportazione strato superficiale di asfalto in sito.	17 03 02	Miscela bituminosa diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01*	1 area di prova	15 m x 15 m	0,1 m	1,8	22,5	40,5	
								Somma	226,8	
								Arrotondamento	23,2	
								Totale	290	2900

ATTIVITA'	TIPOLOGIA / LAVORAZIONE	Codice EER	DESCRIZIONE	m lineari di perforazione e/o trattamento	Spoil [m³/m]	P.S. [ton/m³]	QUANTITA' STIMATA (mc)	QUANTITA' STIMATA (Ton)	QUANTITA' STIMATA (100 kg)
Indagini propedeutiche	Terreni di scarto delle perforazioni / Materiale perforato non assoggettato a campionamenti / Materiale derivante da scavi	17 05 03*	Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose	450	0,02	1,8	9,00	16,20	
TEST SVE	Terreni di scarto delle perforazioni / Materiale perforato non assoggettato a campionamenti / Materiale derivante da scavi	17 05 03*	Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose	117	0,02	1,8	2,34	4,21	
TEST ISCO	Terreni di scarto delle perforazioni / Materiale perforato non assoggettato a campionamenti / Materiale derivante da scavi	17 05 03*	Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose	200	0,02	1,8	4,00	7,20	
TEST SOIL STABILIZATION	Terreni di scarto delle perforazioni / Materiale perforato non assoggettato a campionamenti / Materiale derivante da scavi	17 05 03*	Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose	87	0,1	1,8	8,70	15,66	
TEST trap & treat	Terreni di scarto delle perforazioni / Materiale perforato non assoggettato a campionamenti / Materiale derivante da scavi	17 05 03*	Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose	310	0,02	1,8	6,20	11,16	
TEST soil flushing	Terreni di scarto delle perforazioni / Materiale perforato non assoggettato a campionamenti / Materiale derivante da scavi	17 05 03*	Terra e rocce, contenenti sostanze pericolose	158	0,02	1,8	3,16	5,69	
							Somma	60,1	
							Arrotondamento	-0,1	
							Totale	60	600

ATTIVITA'	TIPOLOGIA / LAVORAZIONE	Codice EER	DESCRIZIONE	Volume spurgo Fluidi di risulta			QUANTITA' STIMATA (mc)	QUANTITA' STIMATA (Ton)	QUANTITA' STIMATA (100 kg)
TEST SVE	Liquidi di risulta / Acque di spurgo e Condense	16 10 02	Rifiuti liquidi acquosi, diversi da quelli di cui alla voce 16 10 01*	2			2	2	
TEST SCD	Liquidi di risulta / Acque di spurgo e Condense	16 10 02	Rifiuti liquidi acquosi, diversi da quelli di cui alla voce 16 10 01*	2			2	2	
TEST SOIL STABILIZATION	Liquidi di risulta / Acque di spurgo e Condense	16 10 02	Rifiuti liquidi acquosi, diversi da quelli di cui alla voce 16 10 01*	2			2	2	
TEST trap & treat	Liquidi di risulta / Acque di spurgo e Condense	16 10 02	Rifiuti liquidi acquosi, diversi da quelli di cui alla voce 16 10 01*	2			2	2	
TEST soil flushing	Liquidi di risulta / Acque di spurgo e Condense	16 10 02	Rifiuti liquidi acquosi, diversi da quelli di cui alla voce 16 10 01*	2			2	2	
							Somma	10,0	
							Ampliamento	0,0	
							Totale	10	100