

				○
Revisione a seguito Conferenza dei Servizi del 01-09-2014 e nuovi riferimenti Committente	EPe	APr	15 Marzo 2015	①
Prima emissione	EPe	APr	28 Luglio 2014	①
DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO	DATA	REV.

REGIONE TOSCANA

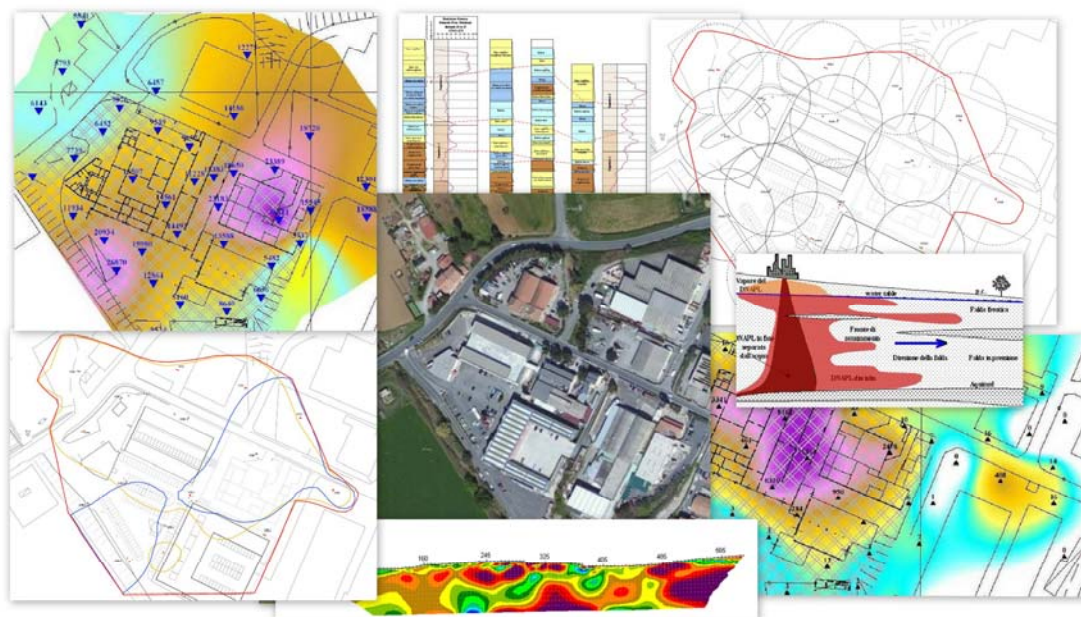
Settore Rifiuti e Bonifiche dei Siti Inquinati

Elab. **E2.2**

SCALA

NOME FILE

E2.2.pdf



OGGETTO	PROGETTO DI BONIFICA DI UN SITO INQUINATO DA ORGANOALOGENATI REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOIL VAPOUR EXTRACTION
TITOLO DEL PROGETTO	PROGETTO ESECUTIVO (D.P.R. 207/2010)
TITOLO DELL'ELABORATO	RELAZIONE SPECIALISTICA SVE
UBICAZIONE	Poggio Gagliardo - Comune di Montescudaio (PI)

COMMITTENTE:



Regione Toscana

Regione Toscana
Settore Rifiuti e
Bonifiche dei Siti Inquinati
Via di Novoli, 26
50127 - Firenze(FI)
Tel 055/4383852 Fax 055/4383389
Email rifiuti.bonifiche@regione.toscana.it

RENATA LAURA CASELLI
Dirigente Responsabile del Contratto
ANTONIO BIAMONTE
Responsabile Unico del Procedimento
MARCO NANNUCCI
Referente Tecnico
ROBERTA PAOLA BIGIARINI
Referente Amministrativo
VANIA PETRUZZI
Referente Amministrativo

PROGETTISTA:



INGEGNO P & C s.r.l.

Via A. Gramsci, 49 - 56024 - Ponte a Egola (PI)
tel: 0571-497075 e-mail: info@ingegno06.it

Ing. ANDREA PROFETI

COLLABORATORI:

Per. Ind. MATTEO CORBELLINI
Ing. ELENA PECORI

PROGETTISTA GEOLOGIA:

S.B.C. GEOLOGI ASSOCIATI
Geol. FRANCESCO BIANCHI

Via XX Settembre, 78 - 50129 - Firenze (FI)
tel: 055-2280154 e-mail: sbc.geologiassociati@gmail.com

Il presente disegno non può a termine di legge essere riprodotto o consegnato a terzi o reso pubblico senza la nostra autorizzazione scritta

INDICE

1	<u>PREMESSA.....</u>	3
2	<u>ESITI DELLA CAMPAGNA CON IMPIANTO PILOTA SVE.....</u>	3
3	<u>ANALISI DELLE PREDISPOSIZIONI EFFETTUATE DALLA DITTA ERREEMME</u>	4
4	<u>UBICAZIONE NUOVI POZZI DI ESTRAZIONE VAPORI DA PERFORARE</u>	10
5	<u>IPOTESI DI EFFICIENZA DELL'IMPIANTO SVE.....</u>	13
6	<u>OBIETTIVI DI BONIFICA DEL SUOLO.....</u>	15
7	<u>SOLUZIONE PROGETTUALE DELL'IMPIANTO SVE.....</u>	17
7.1	SEZIONE POZZI SVE	18
7.1.1	ESCAVAZIONE DEI NUOVI POZZI SVE	18
7.1.2	REALIZZAZIONE ED ADEGUAMENTO DELLE TESTE POZZO.....	19
7.1.3	LINEE DI ASPIRAZIONE SVE	21
7.1.4	POSA INTERRATA DELLE CONDOTTE.....	22
7.1.5	POSA NON INTERRATA DELLE CONDOTTE	23
7.2	SEZIONE COLLETTAMENTO TUBAZIONI POZZI SVE.....	24
7.3	SEZIONE SEPARAZIONE E GESTIONE CONDENSE	26
7.4	SEZIONE FILTRAZIONE DEI VAPORI.....	28
7.5	COMPRESSIONE ED EMISSIONE IN ATMOSFERA	31

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Inquadramento stratigrafico pozzi SVE ErreEmme	6
Figura 2.	Caratteristiche costruttive pozzi SVE ErreEmme	6
Figura 3.	Caratteristiche costruttive ulteriori pozzi SVE ErreEmme	7
Figura 4.	Numerazione definitiva dei pozzi SVE ErreEmme.....	8
Figura 5.	Elenco definitivo delle caratteristiche dei pozzi SVE ErreEmme.....	9
Figura 6.	Ubicazione definitiva dei pozzi SVE	10
Figura 7.	Copertura pozzi SVE superficiali esistenti.....	11
Figura 8.	Copertura pozzi SVE profondi esistenti.....	12
Figura 9.	Tabella definitiva dei pozzi SVE da realizzare	13

Figura 10. Efficienza di recupero dei pozzi superficiali SVE	14
Figura 11. Efficienza di recupero dei pozzi superficiali SVE	14
Figura 12. Tabella definitiva dei pozzi SVE da realizzare	19
Figura 13. Caratteristiche principali del carbone attivo scelto	29

1 PREMESSA

La presente relazione sintetizza, integra ed aggiorna i contenuti della Relazione tecnica specialistica, elaborato 2.1 “Relazione particolareggiata illustrativa dei processi SVE (Soil Vapour Extraction) e P&T (Pump & Treat) e delle apparecchiature meccaniche previste”, Capitolo “2.1a) Aspetti relativi all’impianto SVE (Soil Vapour Extraction)”, facente parte del progetto definitivo ai sensi del D.M. 471/1999 del Novembre 2010.

La relazione ripercorre i principali passi condotti attraverso le pregresse fasi progettuali preliminare e definitiva, illustrando successivamente i requisiti e le caratteristiche tecniche dell’impianto di trattamento SVE.

2 ESITI DELLA CAMPAGNA CON IMPIANTO PILOTA SVE

In riferimento a quanto riportato nel Progetto Preliminare, alla rassegna delle possibili tecnologie adottabili per la bonifica del sito contaminato ed alla conseguente scelta della tecnologia SVE (Soil Vapour Extraction) quale metodologia di bonifica, sono state effettuate alcune prove sperimentali su un impianto pilota SVE.

I risultati dei test di verifica in situ mediante impianti pilota SVE con filtrazione su carboni attivi, sono riportati nel documento datato Marzo 2010 presentato come allegato del progetto definitivo, le cui conclusioni sono riportate nel capitolo 4 - Raggiungimento degli obiettivi:

“Nel Progetto Preliminare gli obiettivi per i quali veniva proposta l’implementazione di un impianto pilota SVE erano stati sintetizzati nei seguenti punti:

- 1 - Individuazione del raggio d’influenza e della permeabilità dell’aria;*
- 2 - Verifica dell’efficienza del metodo sui gas interstiziali e sulle acque della prima falda.*
- 3 - Contemporaneo monitoraggio acque prima falda (spazio di testa PID, TCE e PCE, livello).*

Punto 1 - I risultati dei test eseguiti hanno permesso una stima del raggio d’influenza con tecniche grafiche, che risulta di 27-28 m per il livello profondo, e di 17-18 m per il livello superficiale. L’indicazione sul livello profondo, l’obiettivo principale, conferma sostanzialmente le previsioni del Progetto Preliminare.

Ad una valutazione qualitativa la permeabilità all’aria appare buona, ma un valore numerico deve ancora essere calcolato.

Punto 2 - L’efficacia del metodo è dimostrata dalle elevatissime concentrazioni di TCE e PCE riscontrate nell’aria estratta durante i test. Viceversa non si è riscontrato impatto sulla prima

falda, anche perché alcuni punti di monitoraggio sono stati nel frattempo ricoperti e quindi non risultano più utilizzabili.

La misura del livello piezometrico nel pozzo di estrazione profondo PEP non mostra fenomeni di conificazione positiva a seguito del pompaggio dell'aria. Durante le circa 40 ore di funzionamento dell'impianto SVE non è stata rilevata la presenza di condense nel serbatoio del separatore.

Punto 3 - Vale quanto già osservato al punto precedente. Utilizzando le concentrazioni di solventi clorurati rilevate durante la prova di lunga durata, si è calcolato in 1,6 kg la quantità totale di PCE+TCE estratta in 30 ore (6.840 m³ d'aria estratta).

In pratica si è avuto un recupero di 56 g/ora in media, con un range di variazione da un minimo di 40 g/ora ad un massimo di 120 g/ora.

Per confronto, in circa 6 anni, l'impianto Pump & Treat presente sul pozzo La Rapida ha recuperato una media di 33 g/ora di TCE+PCE, in pratica 1 kg in 30 ore.

Se ne deduce che l'efficienza del sistema SVE è maggiore, circa 1,6 volte, in termini di recupero di solventi rispetto al sistema P&T.”

Le prove svolte con impianto pilota su pozzo (SVE07), hanno pertanto confermato che il raggio di azione di 30 m previsto nel Progetto Preliminare e poi confermato nel Progetto Definitivo, può essere quindi utilizzato come dato di partenza per il Progetto Esecutivo.

3 ANALISI DELLE PREDISPOSIZIONI EFFETTUATE DALLA DITTA ERREEMME

Il Progetto Preliminare del sito sviluppato dalla Regione Toscana prevedeva la costruzione di un impianto di Soil Vapour Extraction (S.V.E.) comprendente 16 punti di estrazione dei vapori ed un impianto di trattamento dei vapori estratti.

Ciascun punto di estrazione era costituito da una coppia di pozzi distinti, uno superficiale destinato all'estrazione di vapori alla profondità media di 12-15 m dal p.c., ed uno profondo destinato all'estrazione di vapori alla profondità media di 18-25 m dal p.c., da adeguare in funzione della quota d'imposta dei pozzi e quindi della profondità della falda. Il Progetto Preliminare prevedeva anche le specifiche costruttive dei pozzi e le caratteristiche di completamento delle teste pozzo. I 16 punti di estrazione di gas dovevano quindi essere raccordati mediante tubazione interrata alla centrale di trattamento gas, di cui era indicata l'ubicazione e l'ingombro di massima.

Per l'ottimizzazione delle opere previste nel Progetto Preliminare era stata prevista l'esecuzione di una serie di prove con un impianto pilota, comprendente la costruzione del punto di estrazione SVE 07, nel piazzale antistante l'ex lavanderia La Rapida.

Il Progetto Preliminare sviluppato dalla Regione Toscana è stato approvato in Conferenza dei Servizi nel dicembre 2006.

Successivamente la ditta ErreEmme ha ottenuto dal Comune di Montescudaio il Permesso a Costruire n.8 del 11-10-2007, per la realizzazione di un Centro Commerciale, nell'area della ex-Conceria Massini. Il Centro è stato realizzato tra il 2008 ed il 2009, ed è attualmente in esercizio. Nel Permesso a costruire l'Art.5 – Condizioni e Prescrizioni all'esecuzione delle opere, recita testualmente:

Il presente permesso viene rilasciato alle seguenti inderogabili condizioni:

- 1) Prima dell'inizio dei lavori di demolizione delle pavimentazioni e solette in cls degli edifici esistenti che attualmente ricoprono il suolo, dovranno essere realizzati i pozzi di estrazione (SVE) indicati nella tav.5 e secondo gli schemi costruttivi indicati in tav.2 del Progetto URTAT. Tutti i pozzi ricadenti all'interno dei perimetri degli edifici in progetto o nelle loro immediate vicinanze dovranno preventivamente essere messi in funzione prima dell'inizio dei lavori, tramite un impianto di trattamento SVE temporaneo di dimensioni adeguate;*
- 2) Considerata la posizione dei pozzi di estrazione prevista in Tav. 5 del progetto URTAT, dovrà essere garantita in corso d'opera, a lavori conclusi e successivamente con le attività future in esercizio: a) l'accessibilità a tutte le bocca-pozzo per le normali operazioni di installazione e manutenzione eventualmente anche con mezzi meccanici; b) il passaggio delle condotte dai pozzi di estrazione fino all'impianto di aspirazione e trattamento definitivo; tutto ciò anche nelle more che, a seguito dell'esecuzione dei test con gli impianti pilota, si rilevi la necessità di aumentare il numero dei pozzi di estrazione e relative condotte, all'interno dei perimetri degli edifici in progetto;*
- 3) Dovrà essere garantita per tutti gli ambienti chiusi l'impermeabilità ai gas TCE e PCE provenienti dal sottosuolo a mezzo di telo impermeabile continuo posto sotto la pavimentazione o con altri sistemi sigillanti idonei allo scopo; il sistema prescelto dovrà in ogni caso essere supportato da una certificazione che ne attesti l'idoneità per scopi sopradetti da parte del produttore/installatore.*
- 4) Dovrà essere garantito nella posizione indicata in via preliminare in Tav. 5 del progetto URTAT, uno spazio di adeguate dimensioni per la realizzazione dell'impianto di aspirazione e trattamento (SVE) definitivo; la destinazione urbanistica indicata per tale spazio dovrà essere tale da consentire la realizzazione dell'impianto SVE (L'area è quella individuata nella tav.9 del progetto allegato, pari a 974,90 mq).*

5) Considerato che il progetto definitivo della Regione Toscana, a seguito dei risultati del progetto pilota previsto nel preliminare, potrà comportare variazioni nel numero e nella posizione dei pozzi e si potrebbero rendere necessari interventi attualmente non prevedibili all'interno dell'area di sedime dei fabbricati in costruzione, si prescrive che dovrà comunque essere garantita la fattibilità di qualsiasi ulteriore opera che si renderà necessaria a seguito dell'approvazione del progetto definitivo della Regione Toscana relativa alle operazioni di bonifica della falda.

Nell'ambito della Progettazione Definitiva è stata effettuata una ricognizione relativa alle opere effettivamente realizzate dalla Ditta ErreEmme, nonché una valutazione della loro adeguatezza: di tale attività si riportano i seguenti risultati salienti.

Nei primi mesi del 2008 furono perforati su incarico della Ditta ErreEmme, n. 8 pozzi relativi a 4 postazioni SVE; la stratigrafia geologica venne descritta in una lettera dell'impresa di perforazione incaricata dalla ditta ErreEmme, come di seguito.

Per quanto riguarda la litologia dei materiali attraversati dai pozzi stessi, abbiamo trovato per ml. 1,50 materiale da riporto, gli strati successivi si alternano rispettivamente a delle argille gialle compatte, con strati di conglomerati impastati misti a ghiaie e di nuovo spessori di argille più scure con matrice ghiaiosa.

Le perforazioni si sono interrotte alla profondità riportata nella suindicata tabella, in quanto è stata riscontrata la presenza di importanti infiltrazioni di acqua sul fondo.

Figura 1. Inquadramento stratigrafico pozzi SVE ErreEmme

Le caratteristiche di completamento furono come riportato di seguito.

Pozzo n.	Profondità	Rives, tubo	Filtro	drenaggio	Tamp. argilla	Cementaz.
1	18	Pvc. ø 114mm.	PVC ø 114 Da -ml.18-mi 14	Da -ml.18-mi 14	Da -ml.14-mi 12	Da -ml.12-mi 1
2	12	Pvc. ø 114mm.	Da -ml.12-mi 8	Da -ml.12-mi 8	Da -ml.8-mi 6,5	Da -ml.6,5-mi 1
3	16	Pvc. ø 114mm.	Da -ml.16-mi 12	Da -ml.16-mi 12	-ml.12-mi 10,5	Da -ml.10,5-mi 1
4	11	Pvc. ø 114mm.	Da -ml.11-mi 7	Da -ml.11-mi 7	Da -ml.7-mi 5,5	Da -ml.5,5-mi 1
5	16	Pvc. ø 114mm.	Da -ml.16-mi 12	Da -ml.16-mi 12	-ml.12-mi 10,5	Da -ml.10,5-mi 1
6	11	Pvc. ø 114mm.	Da -ml.11-mi 7	Da -ml.11-mi 7	Da -ml.7-mi 5,5	Da -ml.5,5-mi 1
7	16	Pvc. ø 114mm.	Da -ml.16-mi 12	Da -ml.16-mi 12	-ml.12-mi 10,5	Da -ml.10,5-mi 1
8	11	Pvc. ø 114mm.	Da -ml.11-mi 7	Da -ml.11-mi 7	Da -ml.7-mi 5,5	Da -ml.5,5-mi 1

Il ø del perforo di tutti i pozzi è del 220 mm.

Figura 2. Caratteristiche costruttive pozzi SVE ErreEmme

In data 09/09/2008 venne eseguito un sopralluogo con ARPAT, durante il quale fu effettuato il campionamento dell'aria estratta nei pozzi SVE esistenti. I pozzi furono pompati singolarmente

mediante impianto SVE mobile allestito dalla ditta SOING. Il campionamento venne eseguito 2 volte per ogni pozzo, con durata di estrazione di 5 e 20/30 minuti rispettivamente. In 3 pozzi su 8 il campionamento si rivelò impossibile per la presenza di acqua, come già indicato dalla ditta che ha eseguito i pozzi.

In data 21/04/2010 i tecnici della Regione Toscana, insieme ai collaboratori esterni, eseguirono un primo sopralluogo nell'area ex-Massini, dal quale emerge che dei 9 punti di estrazione previsti dal Progetto Preliminare della Regione Toscana nell'area dell'ex-conceria Massini ne risultavano esistenti 6, pari a 12 pozzi. Tuttavia i dati di perforazione, completamento e campionamento inviati si riferivano soltanto a 4 coppie. La numerazione risultava difforme rispetto a quella della Regione Toscana, e non coincidente tra i vari documenti prodotti da ErreEmme.

Le caratteristiche di completamento delle teste pozzo erano difformi rispetto al Progetto Preliminare. Inoltre fu verificata la scarsa tenuta delle teste pozzo, montate senza un'adeguata sigillatura. Le tubazioni di adduzione dei gas erano già state interrate, erano in PVC azzurro ed avevano un diametro DN 32 mm, difforme rispetto al Progetto Preliminare.

Il Genio Civile procedette quindi alla richiesta della documentazione di certificazione di quanto realizzato, con adeguate schede descrittive e planimetrie di ubicazione. Fu chiesta inoltre una verifica della tenuta delle tubazioni realizzate per collegare i pozzi alla centrale di trattamento, aspetto assolutamente fondamentale ai fini del funzionamento del futuro impianto di trattamento SVE.

La Ditta ErreEmme si rese parzialmente disponibile, procedendo alla perforazione dei pozzi mancanti e modificando le dimensioni dei pozzetti di testa-pozzo, e fornendo la documentazione tecnica in suo possesso, senza peraltro effettuare le richieste prove di tenuta delle tubazioni.

Con una ulteriore comunicazione del 04/08/2010 la Ditta ErreEmme comunicava l'avvenuta costruzione delle 3 postazioni di estrazione mancanti, in base alle caratteristiche tecniche come di seguito descritte.

pozzo n.	1	2	3	4	5	6
profondità ml.	15	9,40	18	10,80	18	10,80
Per complessivi						ML. 82
Per quanto riguarda la litologia dei materiali attraversati dei pozzi stessi abbiamo trovato, come nei campi pozzi precedenti eseguiti nel 2008, per i primi metri argilla marrone e gialla compatta alternata con strati di conglomerato impastato misto a ghiaia con alternanze di argilla con matrice ghiaiosa.						
Le perforazioni si sono interrotte, come in precedenza, alla profondità riportata nella suindicata tabella, in quanto è stata riscontrata la presenza di infiltrazioni di acqua al fondo.						

Figura 3. Caratteristiche costruttive ulteriori pozzi SVE ErreEmme

Nell'ottobre 2010 i tecnici della Regione Toscana procedettero ad un ulteriore sopralluogo di verifica sulle profondità effettive dei pozzi eseguiti e per chiarire le discrepanze della numerazione. In tale data venne anche data comunicazione, da parte di ErreEmme, delle caratteristiche tecniche delle due postazioni SVE esistenti in precedenza ma di cui non erano state fornite indicazioni. La tabella seguente mostra la sintesi delle varie denominazioni, permettendo di assegnare le diverse informazioni alla giusta postazione SVE.

Impianto SVE num. da Tav.5 Prog. Prel. Regione Toscana	Numerazione da verbale sopralluogo ARPAT 09-09-2008		Numerazione ufficiale da comunicazioni ERREMME 29-2-2008		Numerazione ufficiale da comunicazioni ERREMME 06-08-2010		Denominazione definitiva	
	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.	Sup.	Prof.
SVE 6	11	12	5	6			SVE-6s	SVE-6p
SVE 10	9	10	3	4			SVE-10s	SVE-10p
SVE 14	7	8					SVE-14s	SVE-14p
SVE 15	1	2					SVE-15s	SVE-15p
SVE 16	3	4	1	2			SVE-16s	SVE-16p
SVE 12	5	6	7	8			SVE-12s	SVE-12p
SVE 5					5	6	SVE-5s	SVE-5p
SVE 9					3	4	SVE-9s	SVE-9p
SVE 13					1	2	SVE-13s	SVE-13p

Figura 4. Numerazione definitiva dei pozzi SVE ErreEmme

La verifica della profondità effettiva dei pozzi e dei livelli idrici eventualmente presenti forniva risultati in parte diversi dalle comunicazioni ufficiali. La sintesi delle misure effettive e dei dati disponibili è mostrata nella tabella seguente.

	Prof. dich. da RM	Prof. misur. da RT	L.S.	Diam. di perf.	Diam. tubo di rivest.	Tratto di finest.	Tratto di tamp.	Tratto cemen.
SVE-6s	11,00	10,10	n.r.	220	114	7 11	5,5 7	1 5,5
SVE-10s	11,00		n.r.	220	114	7 11	5,5 7	1 5,5
SVE-14s		13,90	n.r.	220	114	10 14	8,5 10	1 8,5
SVE-15s		14,55	n.r.	220	114	11 15	9,5 11	1 9,5
SVE-16s	12,00		n.r.	220	114	8 12	6,5 8	1 6,5
SVE-12s	11,00		n.r.	220	114	7 11	5,5 7	1 5,5
SVE-5s	10,80		n.r.	220	114	7 11	5,5 7	1 5,5
SVE-9s	10,80		n.r.	220	114	7 11	5,5 7	1 5,5
SVE-13s	9,40		n.r.	220	114	6 10	4,5 6	1 4,5
SVE-6p	16,00	15,60	n.r.	220	114	12 16	10,5 12	1 10,5
SVE-10p	16,00	15,50	n.r.	220	114	12 16	10,5 12	1 10,5
SVE-14p		24,85	20,48	220	114	21 25	19 21	1 19
SVE-15p		25,15	20,35	220	114	21 25	19 21	1 19
SVE-16p	18,00	18,08	15,45	220	114	14 18	12 14	1 12
SVE-12p	16,00		n.r.	220	114	12 16	10,5 12	1 10,5
SVE-5p	18,00		n.r.	220	114	14 18	12 14	1 12
SVE-9p	18,00		n.r.	220	114	14 18	12 14	1 12
SVE-13p	15,00		n.r.	220	114	11 15	9,5 11	1 9,5

Figura 5. Elenco definitivo delle caratteristiche dei pozzi SVE ErreEmme

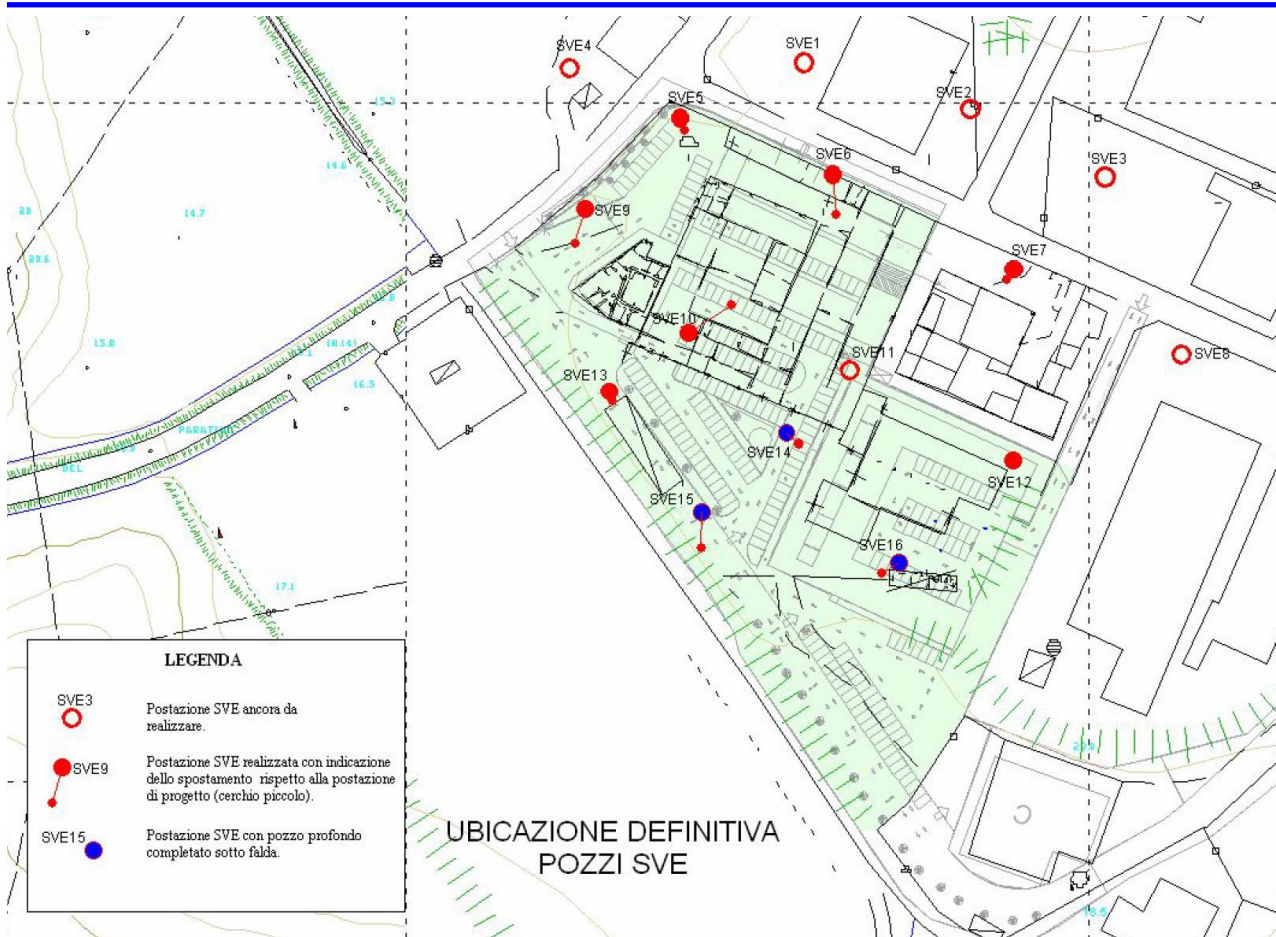


Figura 6. Ubicazione definitiva dei pozzi SVE

Le discrepanze nelle caratteristiche si riferiscono in particolare ai pozzi SVE14p e SVE 15p, che sono troppo profondi ed hanno per questo l'intero tratto finestrato sotto falda. Pertanto questi due pozzi non sono utilizzabili da un impianto SVE ed è necessario perforarli nuovamente. Risulta invece anomala la presenza di acqua nel sondaggio SVE16p, che è molto superficiale date le caratteristiche dell'area.

In realtà le profondità degli altri pozzi profondi sono un po' scarse, in particolare in SVE6p e SVE12p.

4 UBICAZIONE NUOVI POZZI DI ESTRAZIONE VAPORI DA PERFORARE

Nella situazione attuale le postazioni SVE complete già realizzate sono le SVE05, SVE06, SVE07, SVE09, SVE10, SVE12 e SVE16, d'altro canto le postazioni SVE14 e SVE15 dispongono del solo pozzo superficiale, in quanto il profondo risulta sotto falda.

Di questi si decide di non utilizzare l'impianto SVE16, in quanto la postazione è in un'area marginale della zona contaminata ed ubicata all'interno del Centro Commerciale Brico tra gli scaffali della zona di vendita: inoltre essa ha mostrato una bassissima concentrazione di PCE e

TCE nell'aria estratta dal pozzo superficiale, mentre quello profondo è sotto falda. In questa situazione la postazione SVE16 sia superficiale che profonda avrà comunque la possibilità di essere raccordata all'impianto di trattamento, tramite le tubazioni ad ogni modo risultate dimensionalmente non idonee, in relazione a possibili utilizzi futuri.

Le postazioni dei pozzi già realizzati dalla ditta ErreEmme sono in parte difformi da quelle indicate dal progetto preliminare, per cui si è resa necessaria la verifica della copertura complessiva.

L'ubicazione delle postazioni SVE era stata fatta nel Progetto Preliminare sulla base di un raggio d'azione dei pozzi di 30 m. Questo raggio d'azione è stato confermato dai risultati delle prove sull'impianto pilota (SVE07). Le figure seguenti mostrano la copertura attuale con le postazioni effettive.

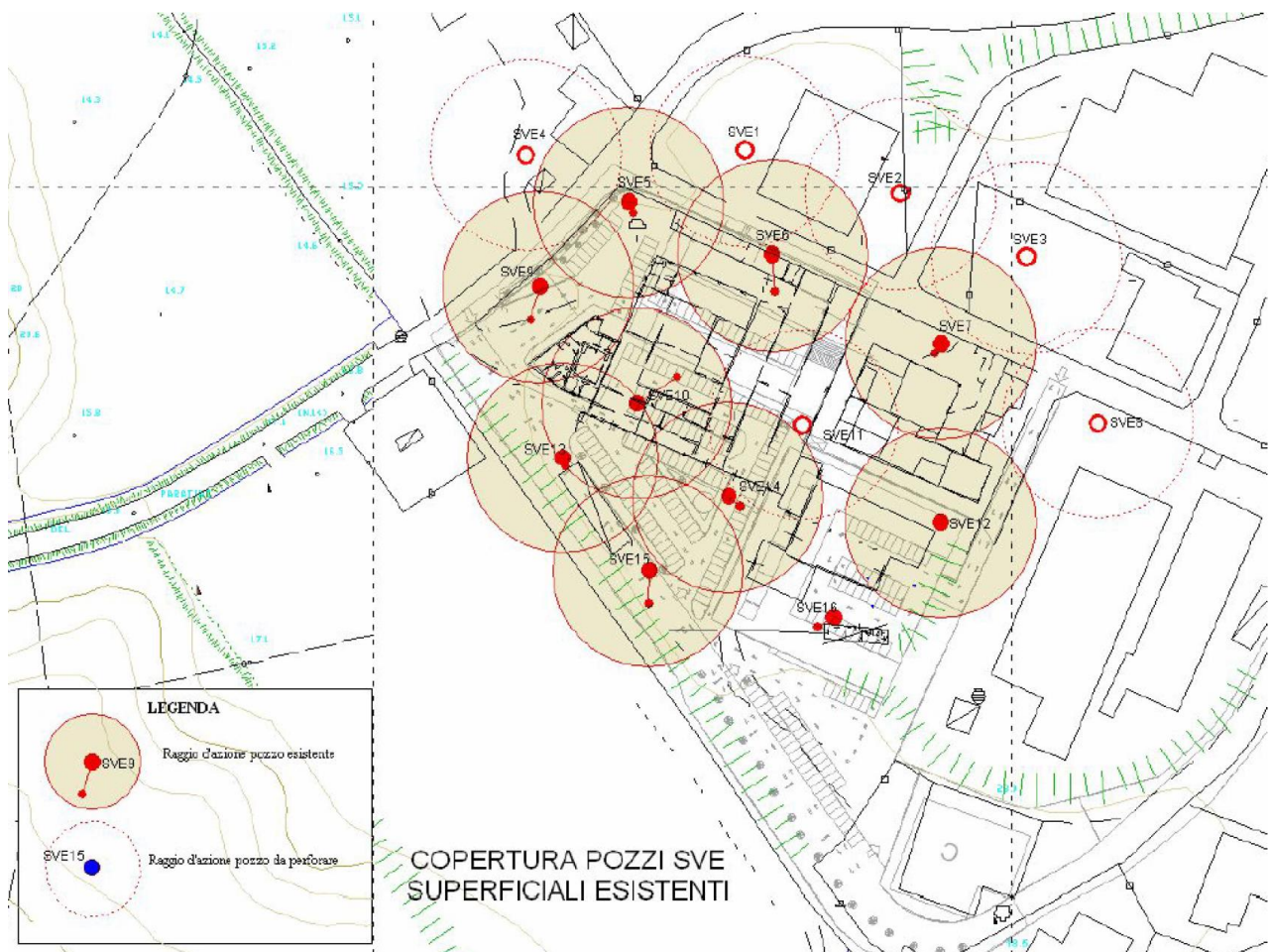


Figura 7. Copertura pozzi SVE superficiali esistenti

La copertura che si ottiene dai pozzi superficiali è omogenea e mostra la necessità di realizzare le ulteriori postazioni SVE ancora oggi mancanti, ossia la SVE01, SVE02, SVE03, SVE04, SVE08 e

SVE11. Considerata invece la marginalità della posizione SVE16, essa viene considerata non in servizio.

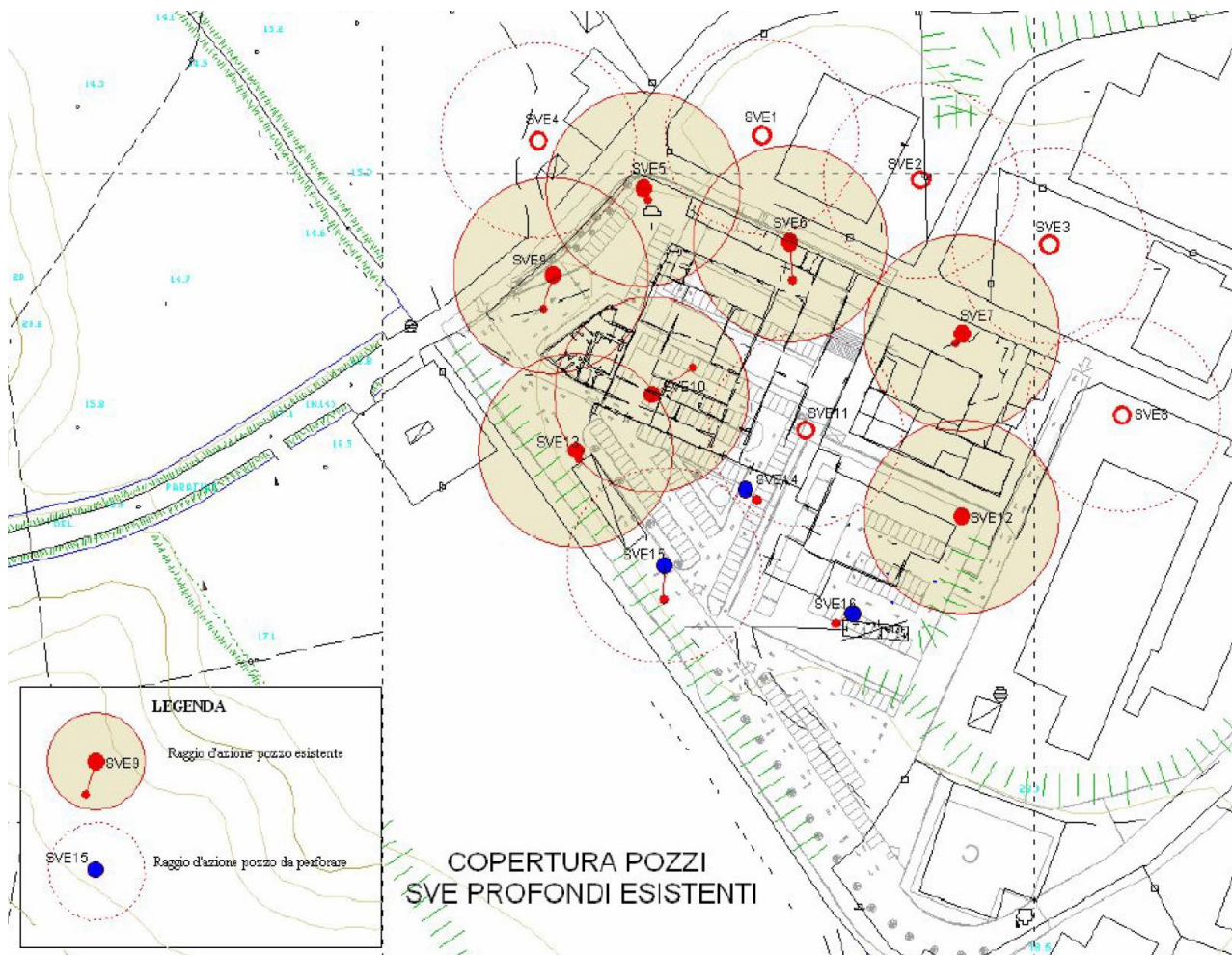


Figura 8. Copertura pozzi SVE profondi esistenti

Diverso il discorso per la copertura dei pozzi profondi, in quanto mancano le postazioni SVE14 e SVE15, realizzate ma attualmente non utilizzabili perché sotto falda.

Si nota però che c'è un'ampia sovrapposizione tra SVE14 e SVE15, e quindi nel Progetto Definitivo è stato deciso di spostare di 4 m lo SVE11. In questo modo è sufficiente riperforare soltanto il pozzo profondo SVE15. Sono invece ancora da realizzare le postazioni SVE01, SVE02, SVE03, SVE04, SVE08 e SVE11.

In definitiva quindi ad oggi sono da realizzare 6 pozzi superficiali e 7 pozzi profondi, aventi le seguenti caratteristiche costruttive, da adattare eventualmente in corso d'opera.

Denominazione	Profondità finale (m da p.c.)	Tratto finestrato (m da p.c.)
SVE01s	13	8 – 13
SVE02s	14	9 – 14
SVE03s	15	10 – 15
SVE04s	10	7 – 10
SVE08s	18	13 – 18
SVE11s	14	9 – 14
SVE01p	20	15 – 20
SVE02p	21	16 – 21
SVE03p	25	20 – 25
SVE04p	16	11 – 16
SVE08p	27	22 – 27
SVE11p	20	15 – 20
SVE15p	20	15 – 20

Figura 9. Tabella definitiva dei pozzi SVE da realizzare

5 IPOTESI DI EFFICIENZA DELL'IMPIANTO SVE

Nella relazione del Progetto Definitivo relativa ai risultati delle prove sull'impianto pilota SVE07, partendo dall'utilizzo dei valori di concentrazioni di solventi clorurati rilevati durante la prova di lunga durata, si riporta che è stata calcolata in 1,6 kg la quantità totale di PCE+TCE estratta in 30 ore (6.840 m³ d'aria estratta).

In pratica si è avuto un recupero di 56 g/ora in media, con un range di variazione da un minimo di 40 g/ora ad un massimo di 120 g/ora.

Nel Progetto Definitivo quindi è stata condotta una valutazione dell'efficienza dell'intero impianto SVE con 15 punti di estrazione. Sui pozzi su cui sono state fatte prove di estrazione è stato utilizzato il valore di concentrazione effettivamente misurato, mentre sui pozzi restanti è stato assegnato un valore variabile in funzione della posizione rispetto alle isoconcentrazioni ottenute con l'indagine sui soil-gas. La quantità di solvente clorurato estratta è stata quindi calcolata nell'ipotesi di una portata di 300 m³/ora per singolo pozzo, secondo un funzionamento giornaliero su 3 cicli di 8 ore, 6 di marcia e 2 di riposo, per un totale quindi di 18 ore giornaliere di estrazione. Il valore così calcolato è stato considerato come un valore massimo. Quindi è stata fatta un'ipotesi basata su valori di concentrazione ridotti ad 1/3. I risultati sono mostrati nelle tabelle seguenti, relative ai pozzi superficiali ed a quelli profondi.

	Ipotesi con concentrazioni ridotte a 1/3				Ipotesi con concentrazioni assegnate (in grassetto valori misurati)			
	PCE (µg/mc)	Kg/giorno	TCE (µg/mc)	Kg/giorno	PCE (µg/mc)	Kg/giorno	TCE (µg/mc)	Kg/giorno
SVE-1s	1000	0,0054	10000	0,054	3000	0,0162	30000	0,162
SVE-2s	1000	0,0054	10000	0,054	3000	0,0162	30000	0,162
SVE-3s	500	0,0027	5000	0,027	1500	0,0081	15000	0,081
SVE-4s	5000	0,027	30000	0,162	15000	0,081	90000	0,486
SVE-5s	5000	0,027	30000	0,162	15000	0,081	90000	0,486
SVE-6s	5000	0,027	30000	0,162	15000	0,081	90000	0,486
SVE-7s	25000	0,135	30000	0,162	75000	0,405	90000	0,486
SVE-8s	500	0,0027	1500	0,0081	1500	0,0081	4500	0,0243
SVE-9s	1000	0,0054	10000	0,054	3000	0,0162	30000	0,162
SVE-10s	5000	0,027	10000	0,054	15000	0,081	30000	0,162
SVE-11s	10000	0,054	10000	0,054	30000	0,162	30000	0,162
SVE-12s	2000	0,0108	10000	0,054	5000	0,027	30000	0,162
SVE-13s	50000	0,27	10000	0,054	150000	0,81	30000	0,162
SVE-14s	3000	0,0162	1000	0,0054	7600	0,04104	2000	0,0108
SVE-15s	120000	0,648	32000	0,1728	350000	1,89	90000	0,486
SVE-16s	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE (Kg/giorno)		1,3		1,2		3,7		3,7

Figura 10. Efficienza di recupero dei pozzi superficiali SVE

	Ipotesi con concentrazioni ridotte a 1/3				Ipotesi con concentrazioni assegnate (in grassetto valori misurati)			
	PCE (µg/mc)	Kg/giorno	TCE (µg/mc)	Kg/giorno	PCE (µg/mc)	Kg/giorno	TCE (µg/mc)	Kg/giorno
SVE-1p	1000	0,0054	20000	0,108	3000	0,0162	60000	0,324
SVE-2p	1000	0,0054	20000	0,108	3000	0,0162	60000	0,324
SVE-3p	500	0,0027	1500	0,0081	1500	0,0081	4500	0,0243
SVE-4p	2000	0,0108	45000	0,243	6000	0,0324	135000	0,729
SVE-5p	2000	0,0108	45000	0,243	6000	0,0324	135000	0,729
SVE-6p	2000	0,0108	45000	0,243	6000	0,0324	135000	0,729
SVE-7p	30000	0,162	50000	0,27	90000	0,486	145000	0,783
SVE-8p	500	0,0027	1500	0,0081	1500	0,0081	4500	0,0243
SVE-9p	2000	0,0108	20000	0,108	6000	0,0324	60000	0,324
SVE-10p	2000	0,0108	20000	0,108	6000	0,0324	60000	0,324
SVE-11p	2000	0,0108	20000	0,108	6000	0,0324	60000	0,324
SVE-12p	1500	0,0081	11000	0,0594	4400	0,02376	33000	0,1782
SVE-13p	50000	0,27	10000	0,054	150000	0,81	30000	0,162
SVE-14p	3000	0,0162	1000	0,0054	9000	0,0486	3000	0,0162
SVE-15p	120000	0,648	30000	0,162	360000	1,944	90000	0,486
SVE-16p	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE (Kg/giorno)		1,2		1,8		3,6		5,5

Figura 11. Efficienza di recupero dei pozzi superficiali SVE

In conclusione, dal Progetto Definitivo si evince che l'efficienza di estrazione dei vapori calcolata per l'intero impianto, nell'ipotesi di una portata complessiva di circa 80.000 m³/giorno, è pari a 7,4 – 9,1 kg/giorno in termini di peso di PCE + TCE.

Risulta comunque evidente che è necessaria una fase di collaudo dell'impianto durante la quale dovranno essere definite le modalità di funzionamento dell'impianto.

Questa fase, unitamente alle modalità di campionamento analitico, viene definita nel Piano di Monitoraggio (Elaborato E5.2).

6 OBIETTIVI DI BONIFICA DEL SUOLO

Nel Progetto Preliminare era stata evidenziata la necessità di procedere alla delimitazione dell'area da bonificare attraverso il dato più consistente, ossia la concentrazione di solventi clorurati nei soil gas prelevati con tecnica GeoProbe TM alla profondità omogenea di 5 m da p.c.

Questo limite di bonifica doveva rispondere a due obiettivi:

- 1) Definire l'estensione dell'area di applicazione della tecnica di Soil Vapour Extraction (SVE), necessaria per aggredire efficacemente la sorgente della contaminazione posta nella parte profonda della zona vadosa (soil gas).
- 2) Definire una soglia di sicurezza per evitare il rischio di infiltrazione, e conseguente ristagno, di solventi clorurati in fase volatile negli edifici presenti nell'area (indoor gas), alcuni dei quali adibiti ad uso residenziale.

Vista l'assenza nella normativa italiana sui siti inquinati di riferimento, di limiti tabellari per la concentrazione dei contaminanti volatili nel suolo superficiale, nel Progetto Preliminare veniva sviluppata una discussione con numerosi spunti tratti dalla bibliografia specializzata relativa a situazioni analoghe affrontate soprattutto da agenzie federali e locali degli Stati Uniti.

Questa discussione giungeva a proporre di *“implementare un valore di soglia di attenzione della concentrazione di TCE e PCE nei soil gas di 15.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, come limite di bonifica nel suolo superficiale”*, da confermare o modificare successivamente in base alle risultanze dell'impianto pilota SVE (concentrazione soil gas profondi, rapporto fra concentrazione profonda e superficiale) e delle rilevazioni all'interno degli edifici. Essa portava inoltre alla necessità di introdurre prescrizioni in caso di nuove edificazioni, in particolare con la predisposizione di interventi di isolamento delle fondazioni per prevenire l'ingresso di sostanze volatili dal sottosuolo (formazione di indoor gas, alimentati da soil gas).

Nel progetto definitivo si afferma che, alla luce delle risultanze degli impianti pilota e dei nuovi ed ulteriori dati acquisiti, le concentrazioni di TCE+PCE nei soil gas sono risultate molto elevate e quindi è stata confermata l'importanza della tecnica SVE per ridurre efficacemente la presenza di contaminazione nell'area sorgente. In questo quadro è stato predisposto un sistema di monitoraggio dell'impianto SVE che permetterà di valutare nel tempo la progressiva riduzione

della concentrazione di solventi clorurati nei soil gas dell'area sorgente e la sua capacità di recupero (rebound).

In questa fase si ritiene quindi di confermare la soglia di 15.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da intendersi individualmente per TCE e PCE) come limite di bonifica del suolo superficiale, in virtù dei contenuti espressi dalle pregresse fasi progettuali preliminari e definitive.

Come riportato nel progetto definitivo, per quanto riguarda la rilevazione dei solventi clorurati all'interno degli edifici esistenti nell'area contaminata, essi variano da un minimo di 0,53 ad un max di 6,82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore medio di 2,42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il TCE e da un minimo di 0,29 ad un max di 5,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore medio di 2,24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PCE.

Se ne deduce che l'ipotesi di un fattore di attenuazione di 350 tra la concentrazione di TCE e PCE nei soil gas, per cui la concentrazione attesa negli edifici sarebbe di 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e quindi superiore alla soglia di attenzione indicata nella bibliografia specializzata, è risultata non confermata. Ossia i valori effettivi di concentrazione indoor sono vicini a valori tipici di aree industriali e quindi richiedono solo azioni di monitoraggio ed eventualmente mitigazione.

Quindi i dati acquisiti, sia pure con un lasso di tempo di 4 anni intercorrente tra l'acquisizione dei dati sui soil gas ed i dati sulle concentrazioni indoor, sembrano indicare un basso livello di rischio di formazione di contaminazione ambientale indoor.

Nel progetto definitivo si propone tuttavia un monitoraggio cadenzato delle concentrazioni negli ambienti chiusi, in modo da valutare meglio la dinamica del fenomeno, anche alla luce del fatto che alcuni tra i valori più elevati risultanti dalla campagna di misure indoor del dicembre 2009, sono relativi ad edifici di nuova realizzazione, che dovrebbero essere stati costruiti con opportune opere di isolamento ed impermeabilizzazione del sottofondo.

In conclusione si ritiene che il limite di bonifica ancorato al valore di 15.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di TCE o di PCE nei soil gas, non debba essere al momento modificato, perché è comunque necessario attivare l'impianto SVE per aggredire l'area sorgente della contaminazione posta alla base della zona vadosa e comunque al di sopra dell'intercalazione argillosa principale.

Il suddetto limite potrà essere modificato dopo l'attivazione dell'impianto SVE, una volta accertato lo svilupparsi di una contrazione graduale delle concentrazioni, contrazione da rilevarsi tramite il piano di monitoraggio nei pozzi di aspirazione, da eseguire in condizioni statiche dopo fenomeni di rebound.

7 SOLUZIONE PROGETTUALE DELL'IMPIANTO SVE

Sulla base delle considerazioni sopra riportate in sintesi si prevede che vengano aspirati vapori da 15 postazioni SVE. Ciascuna postazione è costituita da due pozzi, uno profondo ed uno superficiale, ad eccezione della postazione 14 che ha il solo pozzo superficiale, per un totale di 29 pozzi.

Il progetto prevede che da ogni postazione SVE (Soil Vapour Extraction) si possa aspirare fino ad una portata di 300 m³/h mantenendo una depressione di 300 mbar relativi alla testa pozzo, e con un raggio di influenza di 30 m, secondo le combinazioni di aspirazione da più pozzi, con modalità precedentemente indicate e che comunque potranno essere modificate in sede di esercizio dell'impianto.

I vapori vengono collettati a mezzo di tubazioni in PEAD all'impianto centralizzato di trattamento SVE, secondo quanto rilevabile dall'elaborato Tav. 04.1, ubicato nel piazzale posto a sinistra dell'ingresso principale al Centro Commerciale (area ex Conceria Massini).

Presso l'impianto di trattamento SVE i vapori verranno filtrati, deumidificati e trattati tramite carboni attivi specificatamente selezionati allo scopo. La concentrazione dei composti organici volatili nei vapori non trattati sarà possibile conoscerla o per misura diretta da ogni linea SVE con strumento PID portatile o grazie ad un analizzatore di tipo PID fisso ed installato sull'impianto: dette misure saranno possibili solo a patto di procedere allo spegnimento del compressore, necessario affinché la pompa dello strumento possa funzionare.

A valle del trattamento a carboni attivi sono previsti due compressori volumetrici che possono funzionare sia uno di riserva all'altro, sia contemporaneamente.

I compressori sono dimensionati per garantire una depressione a testa pozzo di circa 300 mbar rispetto alla pressione atmosferica.

L'emissione in atmosfera avverrà attraverso un camino in acciaio DN400 corredato della strumentazione di controllo necessaria al monitoraggio. L'emissione al camino è monitorata grazie ad un analizzatore FID che restituirà la concentrazione dei composti organici volatili.

In breve il processo di trattamento previsto può essere schematizzato secondo le seguenti sezioni:

- Sezione pozzi SVE;
- Sezione collettamento tubazioni pozzi SVE;
- Sezione separazione e gestione condense;
- Sezione filtrazione vapori;
- Sezione compressione ed emissione in atmosfera.

Per una descrizione dettagliata delle diverse sezioni di processo fare riferimento alla Tavola 06.

Preme sottolineare come i dimensionamenti siano stati effettuati considerando una portata massima di estrazione da ciascuna postazione SVE di 300 m³/h ed una portata media di 120 m³/h.

Complessivamente la portata massima trattabile dall'impianto sarà di 4.800 m³/h, mentre la portata media sarà di 1.920 m³/h.

Le portate di trattamento sono state calcolate considerando di poter aspirare le portate medie e massime di estrazione da 16 postazioni SVE.

E' stato deciso di mantenere questi valori di progetto nonostante che, alla luce delle considerazioni precedentemente riportate, si sia deciso di non aspirare la postazione SVE16, riducendo le postazioni SVE da 16 a 15.

7.1 SEZIONE POZZI SVE

Questa sezione raggruppa le postazioni di pozzi SVE e sostanzialmente corrisponde all'intera rete di aspirazione dei vapori di sottosuolo, a partire dall'ambito dei pozzetti di testa pozzo, fino ad arrivare in ingresso all'impianto di trattamento SVE, tubazioni di adduzione comprese.

Ogni pozzetto consentirà l'accesso alle teste pozzo, alle valvole di intercettazione dei pozzi ed alle valvole delle prese di campionamento delle tubazioni di aspirazione.

Le linee di aspirazione convoglieranno i vapori estratti verso l'impianto di trattamento per mezzo di tubazioni in polietilene dedicate.

7.1.1 Escavazione dei nuovi pozzi SVE

Come già riportato precedentemente, risultano ad oggi eseguiti i pozzi identificati con le sigle SVE05-s, SVE05-p, SVE06-s SVE06-p, SVE07-s, SVE07-p, SVE09-s SVE09-p, SVE10-s SVE10-p, SVE12-s SVE12-p, SVE13-s SVE13-p, SVE14-s, SVE15-s.

Pertanto dovranno essere realizzati i pozzi identificati con le sigle: SVE01-s, SVE01-p, SVE02-s SVE02-p, SVE03-s, SVE03-p, SVE04-s SVE04-p, SVE08-s SVE08-p, SVE11-s SVE11-p, SVE15-p.

Di seguito si riportano le caratteristiche salienti che dovranno avere i pozzi di nuova perforazione, da adattare eventualmente in corso d'opera.

Denominazione	Profondità finale (m da p.c.)	Tratto finestrato (m da p.c.)
SVE01s	13	8 – 13
SVE02s	14	9 – 14
SVE03s	15	10 – 15
SVE04s	10	7 – 10
SVE08s	18	13 – 18
SVE11s	14	9 – 14
SVE01p	20	15 – 20
SVE02p	21	16 – 21
SVE03p	25	20 – 25
SVE04p	16	11 – 16
SVE08p	27	22 – 27
SVE11p	20	15 – 20
SVE15p	20	15 – 20

Figura 12. Tabella definitiva dei pozzi SVE da realizzare

Tali pozzi dovranno essere eseguiti con le seguenti modalità:

- perforazione verticale a rotazione ad acqua chiara diametro 220 mm;
- installazione di tubo piezometrico e tamponamento superficiale con cemento e bentonite;
- installazione di tubo microfessurato in PVC diametro 4” (diametro esterno 114 mm) con giunti filettati tipo flush, con drenaggio in ghiaietto lavato e selezionato;
- installazione di tubo cieco in PVC diametro 4” con giunti filettati tipo flush;
- posa di setto di bentonite granulare e di tamponatura isolante di miscela liquida di cemento e bentonite, con posa in opera in pressione con tubazione a perdere e pompa da Jet Grouting.

L'intervento di realizzazione pozzi, sarà completato da uno spurgo con aria compressa con metodo air-lift.

Per chiarezza sulla realizzazione dei pozzi si consulti la Tavola 09.1.

Il pozzetto in calcestruzzo armato prefabbricato, con lato interno 80x80 cm, ospitante la testa del pozzo piezometrico di nuova costruzione, dovrà essere posato previa realizzazione di uno scavo e di un getto di calcestruzzo magro per sottofondazione di spessore 10 centimetri. Il pozzetto in cemento armato prefabbricato, dovrà essere dotato di chiusino carrabile in ghisa sferoidale, classe minima C250.

7.1.2 Realizzazione ed adeguamento delle teste pozzo

Per quanto riguarda le teste pozzo, si riportano le caratteristiche costruttive da seguire sia per la realizzazione delle teste pozzo dei nuovi pozzi SVE, sia per l'adattamento dei pozzi già esistenti.

Ciascun pozzo, sia “profondo” (SVE-p), che “superficiale” (SVE-s), sarà realizzato in PVC ϕ 4”, in testa al tubo verrà inserita per incollaggio una flangia fissa in PVC-U DN 100, munita di estremità inferiore a borchia. Alla flangia in PVC verrà fissata la nuova linea di raccordo dei due pozzi SVE in acciaio AISI 304, DN 65 spessore 3 mm, equipaggiata con riduzione DN 65/DN100. L'accoppiamento tra la flangia in PVC e la linea in acciaio avverrà con accoppiamenti flangiati DN100 realizzati con cartella in acciaio inox DN100 e flangia in alluminio DN 100. Sopra la riduzione DN 65/DN100 sarà posta una curva avente raggio pari al diametro del tubo. Si dovrà fare in modo di avere sufficiente spazio a disposizione per far rientrare questi raccordi all'interno del pozzetto: per farlo potrà risultare necessario tagliare la teste pozzo già realizzate a 10÷5 cm dal fondo del pozzetto (da valutare a seconda delle effettive caratteristiche di ogni singolo pozzo).

Tutte le teste pozzo saranno dotate di valvola a sfera manuale DN 65 filettata di sezionamento (HV-0101, HV-0102, ..., HV-1501, HV-1502); inoltre per ciascuna postazione sarà prevista la dotazione di tre valvole a sfera DN 15 di presa campione (HV-0103, HV-0104, HV-0105, ..., HV-1503, HV-1504, HV-1505), due poste rispettivamente a monte di ciascuna valvola di sezionamento, ed una posta a valle di una di queste. Farà eccezione la postazione SVE14 in quanto, dovendo gestire solo la linea del pozzo superficiale (SVE14-s), avrà un'unica valvola a sfera di sezionamento (HV-1401) e due valvole di presa campione (HV-1403 e HV-1405).

Tale scelta renderà flessibile il processo di analisi a testa pozzo: chiudendo la valvola a sfera manuale di sezionamento di una delle due linee, resteranno due prese campione a disposizione dell'altra linea. Rispetto al Progetto Definitivo è stato scelto di non posizionare manometri a testa pozzo, ma di lasciare semplicemente delle prese campione. I manometri, infatti, sono facilmente soggetti a perdere la taratura e risentono negativamente dell'umidità. In sostituzione si prevede il monitoraggio delle depressioni a testa pozzo tramite manometri differenziali portatili digitali e della composizione dei vapori tramite analizzatori PID portatili. Questa impostazione renderà pertanto molto più affidabile e pratica la gestione futura dell'intero impianto SVE.

In Tav. 09.1 sono riportate tre diverse configurazioni di connessione tra i due pozzi superficiale e profondo, costituenti ciascuna postazione: la configurazione varia a seconda dello spazio libero a disposizione tra i due pozzetti.

Per le postazioni già realizzate con spazio sufficiente tra i due pozzetti (SVE09, SVE12, SVE13, SVE15), si prevede di effettuare uno scavo tra i due pozzetti esistenti e di porre un nuovo pozzetto prefabbricato in cemento. All'interno del nuovo pozzetto le due tubazioni verranno raccordate tramite raccordo “T” in acciaio AISI 304, DN 65 spessore 3 mm ed in esso avverrà il passaggio di materiale a PEAD DN 110 PN 10. Il passaggio di materiale sarà effettuato tramite riduzione in

acciaio inox DN65/DN100 e flangia in alluminio DN100 che raccorderà la cartella in acciaio inox DN 100 e quella in PEAD DN 110 PN10. Nel caso in cui la distanza tra i pozzetti non risulti idonea al posizionamento di un pozzetto prefabbricato, il pozzetto verrà gettato in opera.

Per quanto riguarda invece le postazioni già realizzate, ma senza spazio sufficiente tra i due pozzetti (SVE05, SVE06, SVE07, SVE10), verrà posizionato un terzo pozzetto prefabbricato in cemento armato nelle adiacenze dei due pozzetti esistenti: il nuovo pozzetto sarà posizionato tra i due pozzetti già realizzati, lungo la direzione di collettamento della tubazione. All'interno di questo pozzetto verrà posto il raccordo "a Y" saldato in opera delle due tubazioni in acciaio AISI 304 DN 65. Inoltre, all'interno di questo pozzetto, sarà previsto il passaggio di materiale da acciaio a PEAD che avverrà come descritto per la configurazione precedente.

Infine, per le postazioni da realizzare (SVE01, SVE02, SVE03, SVE04, SVE08, SVE11) il passaggio di materiale si attuerà, con le modalità sopradescritte, direttamente all'interno del pozzetto prefabbricato in cemento ospitante il piezometro. Il raccordo tra le due linee, profonda e superficiale, sarà quindi costituito da un raccordo a "T" in PEAD DN 110, PN 10 interrato. Di conseguenza questa configurazione non prevede l'utilizzo di un terzo pozzetto, come invece accade per le altre configurazioni. Per tutte e tre le configurazioni, i fori effettuati sui lati dei pozzetti per far passare le tubazioni dovranno essere sigillati con schiuma in poliuretano espanso.

7.1.3 Linee di aspirazione SVE

Il presente progetto apporta alcune modifiche non sostanziali al Progetto Definitivo approvato, finalizzate alla semplificazione costruttiva e gestionale dell'impianto.

Il Progetto Definitivo prevedeva che tutti i pozzi venissero collegati all'impianto di trattamento a mezzo di una tubazione dedicata; questo si traduceva in 29 linee (una per ciascuno dei 29 pozzi previsti) che dovevano essere collegate all'impianto di trattamento.

Al di là delle implicazioni economiche che ciò comportava, questa soluzione risulta all'atto pratico di difficile realizzazione per ragioni di spazio: l'area dove è previsto l'intervento, infatti, è un'area ad alta densità industriale e commerciale e, di conseguenza, sono presenti una gran quantità di sottoservizi che rendono limitata la disponibilità di spazio utile all'interramento delle tubazioni.

Inoltre la presenza di strade provinciali e comunali abbastanza trafficate ed anch'esse attraversate da notevoli linee di sottoservizi (vedi linee elettriche a media tensione interrate e linee di gas metano), ha reso necessaria una rivisitazione del numero di tubazioni di collettamento e della loro modalità di posa.

Si prevede quindi che per ciascuna postazione i pozzi superficiali ed i pozzi profondi vengano raccordati mediante raccordo “T” negli immediati pressi del pozzetto, come illustrato nei paragrafi precedenti. Con questa soluzione il numero di linee sarà all’incirca dimezzato e ridotto da 29 a 15. La singola tubazione prevista in uscita da ogni postazione SVE, ad ogni modo, non limiterà la possibilità di aspirare i vapori dal sottosuolo: la tubazione scelta avrà comunque un diametro interno tale da minimizzare le perdite di carico anche alla portata massima, pertanto da ogni postazione SVE, potranno essere aspirati i vapori contemporaneamente sia dal pozzo superficiale che dal pozzo profondo, per un totale di 300 m³/h massimo.

L’adduzione dei vapori dai pozzi all’impianto di trattamento avverrà a mezzo di tubazione in PEAD DN 110 PN 10 per i tratti interrati e in PEAD DN 125 PN 10 per i tratti a vista.

La scelta di differenziare il diametro è stata effettuata con la finalità di ridurre le perdite di carico e soprattutto per facilitare la modalità di posa delle linee. Infatti per le linee interrate è previsto l’utilizzo di tubazioni in PEAD in rotoli aventi il massimo diametro commerciale disponibile DN 110 PN10 (minima dimensione da adottare: in caso di non reperibilità del materiale per questioni commerciali dovrà essere fatto uso di tubazioni a maggior DN), mentre nei casi di linee fuori terra la tubazione scelta sarà in barre in PEAD DN 125 PN10 (l’utilizzo delle barre sarebbe stato comunque necessario vista l’esigenza di staffare dette linee a determinati supporti). Per i tratti a vista le tubazioni saranno schermate dai raggi solari a mezzo di carter di protezione in acciaio zincato.

L’utilizzo di tubazioni in PEAD DN110 e DN125 PN 10 permetterà di ottenere una perdita di carico massima di 41 millibar circa dal pozzo più lontano fino all’impianto di trattamento. Le perdite di carico sono state calcolate alla portata massima di 300 m³/h, approssimando i vapori ad aria ad una temperatura di 15°C, ad una pressione media di 613 mbar assoluti, alla densità di 0,741 kg/m³ e viscosità di 1,78 *10⁻⁵. Le perdite concentrate sono state calcolate con il metodo delle lunghezze equivalenti. Per i dettagli di calcolo si faccia riferimento al documento E4.2.

I 15 punti di estrazione dei vapori verranno quindi raccordati con la metodologia sopradescritta all’impianto di trattamento SVE.

7.1.4 Posa interrata delle condotte

I tratti di tubazione interrata saranno, come detto in precedenza, in PEAD DN 110 PN 10 in rotoli: le tubazioni verranno interrate ad una profondità di circa 100 cm con un rinfilanco di sabbia, avendo cura di lasciare circa 10 cm di sabbia sia tra una tubazione e l’altra tra ogni tubazione ed il terreno.

Nel caso di scavo su terra, il rinfiango in sabbia dovrà essere ricoperto con circa 60 cm di terreno di scavo.

Quando lo scavo avverrà su piazzale in cemento, si dovrà prevedere di ricoprire il rinfiango in sabbia con 45 cm di fillcrete e di porre sopra questo uno strato di pavimentazione industriale in cemento armato lisciato superficialmente. Lo spessore di questo strato dovrà essere indicativamente di 15 cm ma sarà necessario verificare tale dato in cantiere, in modo da renderlo uniforme a quello preesistente.

Nel caso di terreno asfaltato, invece, sopra lo strato di sabbia in cui saranno immerse le tubazioni dovrà essere previsto uno strato di 40 centimetri circa di fillcrete, al di sopra del quale saranno da porsi 8 centimetri di binder e 3 centimetri di tappeto di usura.

Alla luce delle prescrizioni presentate in sede di Conferenza dei Servizi, tenutasi in data 01/09/2014, dalla Provincia di Pisa, sono state modificate, rispetto alla prima emissione del presente progetto, le sezioni di scavo, posa in opera, rinterro e ripristino relative agli attraversamenti stradali alle sezioni 07-bis e 08, come riportato in Tav.09.2.

Per queste sezioni, l'estradosso delle tubazioni sarà ad una profondità di almeno 1 metro, inoltre, come richiesto dall'ente, verranno ripristinati gli strati di binder e tappeto di usura per una larghezza di almeno 2 metri misurati in asse allo scavo.

Per maggiore chiarezza sulla posa interrata delle tubazioni si consulti la Tav.-09.2.

7.1.5 Posa non interrata delle condotte

Per le ragioni espresse sopra, ovvero quelle di minimizzare gli scavi per la posa delle condotte, si prevede di realizzare una posa di tipo a vista e staffata di parti delle linee SVE, secondo le indicazioni della planimetria di progetto a Tavola 04.1.

Si ricorda che nei tratti non interrati dovrà essere previsto l'utilizzo di tubazioni in PEAD DN 125 PN 10.

In una prima configurazione, che riguarda le linee SVE08 e SVE12, le tubazioni verranno agganciate ad una struttura in acciaio a sua volta posta sopra un plinto in calcestruzzo largo 500 mm e alto 400 mm, di cui 200 mm interrati.

Le tubazioni dovranno essere schermate dai raggi solari con un carter di protezione in acciaio zincato.

Nei tratti di staffaggio a muro le tubazioni dovranno essere agganciate ad una struttura in acciaio bullonata al muro. Inoltre, come nella configurazione precedente, dovrà essere prevista la schermatura ai raggi solari con un carter di protezione in acciaio zincato.

Per maggiore chiarezza sulla posa non interrata delle tubazioni si consulti la Tav.09.2.

7.2 SEZIONE COLLETTAMENTO TUBAZIONI POZZI SVE

Questa sezione comprende l'area di raccordo delle tubazioni di adduzione dei vapori da ogni singola postazione SVE in ingresso all'impianto di trattamento.

Faranno parte di detta sezione le linee in ingresso in impianto costruite in acciaio, valvole di intercettazione manuale, una valvola di intercettazione automatica del flusso aspirato, una valvola di regolazione della pressione, un filtro a coalescenza e la strumentazione di controllo.

Le linee giungeranno all'impianto di trattamento suddivise in due gruppi: le linee SVE04, SVE05, SVE09, SVE10, SVE13, SVE15 arriveranno interrate dal lato lungo in direzione Nord/Ovest, le linee SVE01, SVE02, SVE03; SVE06, SVE07, SVE08, SVE11, SVE12, SVE14 arriveranno invece interrate dal lato corto in direzione Nord/Est, secondo le indicazioni di Tavola 04.1.

Una volta giunte all'impianto di trattamento, le linee passeranno da una esecuzione tipica da linea interrata (PEAD DN 110 PN10) ad un'esecuzione da linea esterna in acciaio AISI 304 DN 100, tramite collegamento flangiato in alluminio DN 100. Tale flangia raccorderà la cartella in acciaio inox DN 100 a quella in PEAD DN 110.

Lo scarico dell'eventuale condensa formatasi su ciascuna linea avverrà grazie ad una tubazione di derivazione in acciaio DN 20, utile al conferimento delle condense al serbatoio di raccolta. Tale linea risulterà normalmente chiusa da una valvola a sfera DN20 (HV-0106, ..., HV-1506).

A valle del cambio di materiale sarà presente una curva avente raggio uguale al diametro ed un restringimento che permetterà di passare da DN100 a DN80. Su ciascun ramo sarà presente una valvola a farfalla on/off a sezionamento manuale DN80 (HV-0107, ..., HV-1507) ed una valvola a farfalla on/off DN80 (XV-0101, ..., XV-1501) con attuatore pneumatico comandato da PLC: In questo modo la linea sarà di norma sezionata da sistema di controllo, ma potrà eventualmente essere chiusa anche manualmente.

A valle della valvola pneumatica a farfalla, si prevede di monitorare la pressione attraverso un trasmettitore di pressione differenziale (PDT-0101, ..., PDT-1501). Tale strumento permetterà di trasmettere al PLC il valore della pressione relativa presente nella tubazione. Il PLC provvederà a registrare il valore della pressione su ciascun ramo ed attiverà un allarme nel caso venga raggiunta una pressione o troppo bassa o troppo alta.

La finalità principale dello strumento sarà quella di supporto alla regolazione della pressione: il valore di pressione misurato servirà all'azionamento dell'elettrovalvola PY-0101, ..., PY-1501 che fornirà l'aria strumentale utile alla regolazione della valvola a sfera con intaglio a V DN 80 (PV-

0101, ..., PV-1501). Questa valvola avrà una rangeability di 300:1 e permetterà la regolazione della pressione su ciascun ramo. Per maggiori informazioni riguardo la logica di controllo, si consulti l'elaborato E2.4.

A valle della valvola di regolazione sarà presente una presa campione con annessa valvola a sfera DN15 (HV-0108, ..., HV-1508). A valle della regolazione di pressione sarà collocato un filtro a coalescenza con attacchi DN80 (F-01, ..., F-15), costituito da cartuccia filtrante in microfibra di vetro avente lo scopo di trattenere particelle fino a 5 μm (Classe ISO 3). In caso di filtro pulito il filtro a coalescenza sarà causa di una perdita di carico di circa 20 mbar. Per poter controllare l'intasamento il filtro sarà dotato di un pressostato differenziale (PDSH-0101, ..., PDSH-1501) collegato al sistema di controllo, e di una valvola manuale di scarico del filtro DN15 (HV-0110, ..., HV-1510).

Nel caso il pressostato differenziale rilevi una perdita di carico eccessiva, superiore al livello settato, invierà un segnale al sistema di controllo che restituirà un allarme di filtro intasato.

A valle del filtro a coalescenza sarà posto un misuratore di portata di tipo massico termico (FT/TT-0101, ..., FO-1501). Lo strumento restituirà il valore della portata e della temperatura del fluido ed invierà i dati al PLC che provvederà a registrarli. Il valore di portata sarà da considerarsi puramente conoscitivo e non determinerà conseguenze sulla logica di gestione del processo.

Per rendere più affidabile la misura di portata sulla linea verrà posto a monte dello strumento massico termico un raddrizzatore di flusso (FO-0101, ..., FO-1501).

Infine la linea vedrà l'inserimento di un'ulteriore valvola a farfalla on/off manuale DN80 (HV-0111, ..., HV-1511), utile insieme alla valvola HV-0107, ..., HV-1507 al completo isolamento della linea.

Per quanto riguarda le perdite di carico calcolate per questa sezione, i calcoli sono stati eseguiti per due tratti distinti: tratto AB in acciaio AISI 304 DN100 spessore 3 mm e tratto BC in acciaio AISI 304, DN 80 spessore 3 mm. I criteri utilizzati sono gli stessi illustrati per la sezione precedente ($Q_{\text{max}}=300 \text{ m}^3/\text{h}$, $\rho=1,225 \text{ kg/m}^3$, $\mu=1,78 \cdot 10^{-5}$, $T=15^\circ\text{C}$, perdite localizzate calcolate col metodo delle lunghezze equivalenti).

Le perdite calcolate sono pari a 1 mbar per il tratto AB e 54 mbar per il tratto BC. Per il tratto BC sono stati considerati 1 mbar di perdita per il raddrizzatore di flusso e 50 mbar di perdita per il filtro a coalescenza. Per i dettagli relativi ai calcoli ed ai tratti considerati si consulti l'elaborato E4.2 "Calcoli esecutivi impianti".

7.3 SEZIONE SEPARAZIONE E GESTIONE CONDENSE

Questa sezione comprende fundamentalmente il separatore di condense SC-01 che rappresenta il vero punto di raccordo di tutte le tubazioni di aspirazione delle diverse postazioni SVE.

Il separatore scaricherà l'eventuale condensa presente in un serbatoio di accumulo TC-01 dedicato. Detta sezione sarà corredata di tutta la strumentazione necessaria, quale sonde di misura pressione, temperatura e analizzatore di concentrazione di composti organici volatili oltre ai necessari livellostati per la gestione delle condense

Il separatore di condense SC-01, sarà costituito da un'apparecchiatura avente un fasciame cilindrico di diametro 1.910 mm, altezza 1.500 mm, in acciaio AISI 304 e spessore 4 mm.

Il fasciame cilindrico avrà il fondo ed il coperchio superiore bombati, che porteranno l'altezza complessiva a 2.300 mm. Considerando anche i profilati di sostegno su cui poggerà la struttura ed il bocchello posto sul coperchio superiore, l'altezza totale del separatore di condensa risulterà essere pari a 2.966 mm.

Il separatore sarà completo di n° 16 attacchi flangiati DN 80, n° 1 attacco DN 400, n° 1 stacco DN 40 per lo scarico di fondo della condensa, n° 2 stacchi DN 50 dotati di flangiatura cieca e n° 1 attacco flangiato a passo d'uomo DN 600. Inoltre sarà completo di saldature continue interne ed esterne, flange e n.° 4 golfari.

Il separatore sarà munito di 16 attacchi flangiati DN 80, utili all'immissione del gas, posti sul coperchio del fasciame, ad una distanza dal centro di 800 mm. I 16 bocchelli DN 80 entreranno nel cilindro fino ad una profondità di circa 1.000 mm dal coperchio superiore.

Il bocchello DN 400 sarà utilizzato per l'uscita del gas e sarà concentrico al coperchio del fasciame. I due bocchelli DN 50 saranno posizionati sulla superficie laterale del cilindro, su di una stessa direttrice. Ciascun bocchello sarà posto a 250 mm dalla saldatura tra il fasciame e la bombatura ed a 1.000 mm dall'altro bocchello. Infine sarà presente un attacco a passo d'uomo DN 600 sul fianco del separatore. Il separatore di condensa sarà sorretto da 4 profilati di sostegno ad "L" in acciaio S275 ed aventi dimensioni 150x150x16 mm, saldati superiormente ai filtri ed inferiormente alle piastre di ancoraggio. Tali piastre in acciaio S275, dimensioni 400x400x10 mm saranno ancorate con tirafondi alla platea di fondazione.

All'uscita del separatore di condensa il gas sarà convogliato, come detto, in una tubazione DN400 spessore 3 mm acciaio AISI 304. Su questa tubazione principale sarà presente una derivazione in AISI 304 DN25 utile all'analisi di concentrazione di SOV nei vapori non trattati: sulla condotta di derivazione sarà prevista una valvola a sfera di sezionamento manuale DN25 (HV-2002) ed una valvola di sezionamento a farfalla DN25 di tipo pneumatico (XV-2000). A valle della valvola a

farfalla l'impianto sarà connesso ad un analizzatore di SOV fisso di tipo PID (AI/AT-2000). In questo modo sarà possibile analizzare la concentrazione di SOV nei vapori non trattati spegnendo il compressore, aprendo la valvola pneumatica da PLC ed azionando l'analizzatore PID.

A valle della derivazione, sulla linea principale, verranno misurate temperatura e pressione del vapore grazie ad un sensore di temperatura PT100 (TE/TT-2001) ed ad un trasmettitore di pressione differenziale (PDI/PDT-2001).

Il valore della pressione relativa del fluido verrà anch'esso inviato al pannello di controllo che provvederà a registrarlo ed a restituire un segnale di allarme nel caso questo sia o troppo alto o troppo basso.

Sulla base del valore di pressione rilevato, verrà fatto un secondo livello di regolazione della pressione nel sistema. Tale regolazione si aggiungerà alla regolazione della pressione sulle singole linee eseguita grazie alla valvola a sfera di regolazione e se ne differenzia in quanto opererà a livello globale del sistema. In particolare la regolazione avverrà agendo direttamente sull'inverter del compressore volumetrico in funzione.

L'allontanamento delle condense sarà affidato al bocchello DN40 posto sul fondo del separatore. La linea di tubazione relativa alle condense (acciaio AISI 304, DN40) sarà dotata di due valvole di sezionamento: una valvola a sfera manuale DN40 (HV-2009) ed una valvola a farfalla ad azionamento pneumatico DN40 (XV-2008).

Il separatore di condense SC-01 sarà dotato di un interruttore di livello LSH-2001. Quando il livello di condensa nel separatore raggiungerà il valore impostato, l'interruttore invierà un segnale al PLC di separatore di condensa pieno. Il PLC manderà quindi un segnale di apertura della valvola a farfalla XV-2008, che svuoterà il serbatoio. Per i dettagli sulle logiche di controllo, si consulti l'elaborato E2.4.

La condensa verrà convogliata al serbatoio di accumulo condense TC-01. Il serbatoio di accumulo condense avrà una capacità di 1.120 litri, sarà posto interrato all'interno di una vasca di contenimento in c.a. di dimensioni interne di circa 1,30x1,30x2,30(h) m, con pareti aventi uno spessore di 15 cm, coperta con soletta in calcestruzzo armato carrabile e chiusino in ghisa sferoidale classe C250; internamente il serbatoio sarà rinfiancato con sabbia.

La cisterna raccoglierà la condensa che verrà scaricata dal separatore di condensa e dalle tubazioni di aspirazione dei pozzi; tali scarichi raggiungeranno la cisterna di raccolta mediante tubo in PEAD DN 50 PN 10. Per ulteriori informazioni sul serbatoio di accumulo condense e sulla corrispondente vasca di contenimento si consulti Tav.09.3.

Il serbatoio di accumulo condense sarà dotato di un interruttore di livello a galleggiante a doppia soglia LSH-2002 e LSHH-2002.

Questo strumento invierà al PLC due segnali: il primo di livello di guardia ed il secondo di livello di allarme. Il livello di guardia sarà necessario al gestore dell'impianto per avere il tempo necessario al corretto smaltimento delle condense. Nel caso venga raggiunto il livello di allarme, onde evitare che vengano sversate le condense, il PLC invierà un segnale di chiusura alla valvola a farfalla XV-2008.

Il separatore di condense è stato dimensionato sulla velocità massima del fluido ed i calcoli eseguiti sono riportati nell'elaborato E4.2.

La perdita di carico del gas all'interno del separatore di condense è stata considerata pari a 10 mbar. Le perdite di carico di questa sezione fanno parte del tratto chiamato CD che include anche la filtrazione a mezzo dei carboni attivi, di conseguenza si riportano tali dettagli nel paragrafo 7.4.

Per i dettagli relativi ai calcoli ed ai tratti considerati si consulti l'elaborato E4.2 "Calcoli esecutivi impianti".

7.4 SEZIONE FILTRAZIONE DEI VAPORI

Detta sezione sarà fondamentalmente costituita da due filtri a carboni attivi FC-01 ed FC-02 che consentiranno di filtrare e depurare i vapori estratti tramite adsorbimento.

I filtri saranno posizionati in parallelo e potranno essere intercettati tramite apposite valvole automatiche, inoltre una tubazione di collegamento a valle dei filtri consentirà di poter aspirare da un unico filtro l'intera portata massima aspirabile con entrambi compressori.

La sezione si completerà con la strumentazione di monitoraggio dei filtri, quali i pressostati differenziali e le sonde di temperatura.

Il collettore DN400, in uscita dal separatore di condensa, si diramerà in due rispettive tubazioni DN400 grazie ad un raccordo a "T" DN 400. Le due tubazioni verranno collegate rispettivamente a due filtri a carbone attivo (FC-01, FC-02).

I due filtri a carbone attivo previsti saranno uno di riserva all'altro: sarà sufficiente, infatti, un solo filtro a garantire il trattamento della portata massima totale di aria aspirata, in quanto la portata massima in ingresso a ciascun filtro sarà pari a 4.800 m³/h. Di conseguenza ciascun filtro sarà in grado di coprire entrambi i compressori che aspireranno una portata di aria massima pari 2.400 m³/h ciascuno.

Ciascun filtro dovrà essere caricato con circa 2.150 kg di carbone attivo granulare, idoneo all'abbattimento degli organoalogenati.

Nella tabella sottostante si riportano le caratteristiche principali del carbone attivo richiesto:

Massa volumica apparente	ASTM D 2854	500	kg/m ³
Umidità all'insacco	ASTM D 2867	max 5	%
Indice di CCl ₄	ASTM D 3467	>60	%
Ceneri	ASTM D 2866	10	%
Superficie	N2 BET	920	m ² /g
Diametro pellet	-	4	mm

Figura 13. Caratteristiche principali del carbone attivo scelto

Il dimensionamento dei filtri a carboni attivi è stato eseguito considerando una portata massima di 4800 m³/h di vapori da trattare, un tempo tra gas e carbone di contatto di 3,5 secondi ed una velocità di apparente del fluido attraverso i carboni di 0,4 m/s. A partire da questi dati progettuali è stato quindi possibile dimensionare il volume di carbone attivo necessario e, tramite la massa volumica apparente, la massa effettiva.

La perdita di carico è stata calcolata considerando una caduta di pressione pari a 1,1 kPa/m alla velocità di attraversamento massimo del letto filtrante (0,4 m/s).

Considerando un'altezza di letto utile del filtro di 1,4 m, la perdita di carico a portata massima è pari a 15,4 mbar. Per i dettagli di calcolo si consulti l'elaborato E4.2.

Ciascun filtro sarà costituito da una struttura cilindrica saldata e bombata in lamiera AISI 304, spessore 4 mm, racchiudente un vano da caricare con carbone attivo, possibilità di scarico a gravità tramite bocchello posizionato sul fondo e valvola a tenuta e carico dall'alto per caduta. Le dimensioni del fasciame con bombatura saranno pari a 2.300 mm di altezza e 1.910 mm di diametro, entrambe le bombature avranno altezza 400 mm.

Le dimensioni d'ingombro, considerando anche i profilati di sostegno ed il bocchello posto superiormente di sostegno saranno 1.910 mm di diametro ed altezza di 4.466 mm. Il filtro sarà completo di 4 attacchi flangiati DN 400 utili all'entrata/uscita del gas ed al carico/scarico del filtro e n° 2 attacchi flangiati DN 50 dotati di flangiatura cieca.

Il filtro sarà inoltre completo di saldature continue interne ed esterne, flange e n.° 4 golfari.

Inoltre ogni filtro è sorretto da n.° 4 profilati ad "L" S275 di dimensioni 150x150x16 mm, saldati superiormente al filtri ed inferiormente alle piastre di ancoraggio. Tali piastre in acciaio S275, dimensioni 400x400x10 mm saranno ancorate con tirafondi alla platea di fondazione.

Il gas verrà immesso lateralmente da un bocchello DN 400 ed il tubo di immissione proseguirà all'interno del filtro fino ad una distanza di 1.500 mm dalla superficie laterale. Per poter ottimizzare l'utilizzo dei carboni attivi tale tubo risulterà aperto nella parte inferiore: in questo

modo si obbligherà il vapore ad attraversare la parte di carbone occupante la zona sottostante il bocchello di immissione.

La rimozione dei carboni attivi esausti avverrà aprendo la valvola manuale a farfalla DN 400 (HV-2007 e HV-2008) posta sul di fondo del filtro, facendo scaricare a gravità dei carboni esausti da inviare alla rigenerazione o smaltimento. Una volta scaricato, il filtro dovrà essere riempito con una nuova partita di carboni dal bocchello DN 400 posto superiormente.

La parte superiore del filtro sarà resa accessibile da una passerella protetta con idoneo parapetto, il cui accesso sarà garantito tramite due scale alla marinara.

Si sottolinea che entrambi i filtri dovranno essere sempre pieni di carbone e mai lasciati vuoti.

I filtri potranno essere sezionati a mezzo di valvole a farfalla di tipo pneumatico (XV-2001, XV-2002, XV-2003, XV-2004).

Ciascun filtro sarà dotato di un trasmettitore di pressione differenziale (PDI/PDT-2002, PDI/PDT-2003) che misurerà la caduta di pressione causata dal filtro e nel caso questa superi un valore limite opportunamente settato, lo strumento invierà un segnale al PLC che attiverà un allarme di filtro intasato.

La temperatura dei vapori in uscita dai filtri sarà monitorata grazie a due sensori di temperatura PT100 (TE/TT-2002, TE/TT-2003).

La valvola a farfalla di tipo pneumatico XV-2007 sarà posta sulla tubazione DN 400 che collegherà le uscite dei due filtri in condizione normalmente chiusa. Aprendo tale valvola risulterà possibile aspirare con entrambi i compressori i vapori trattati con un unico filtro.

Le perdite di carico di questa sezione fanno parte del tratto chiamato CD che include anche la sezione di trattamento condense. In questa sezione la tubazione ha DN 400 e portata massima pari a 4800 m³/h. La massima perdita di carico calcolata, considerando anche le perdite concentrate del separatore di condensa e dei filtri a carboni attivi, è pari a 28 mbar.

Per le caratteristiche tecniche dei filtri si faccia riferimento all'elaborato E2.3 ("Specifiche tecniche") e alla Tav.10.2 ("Costruttivo filtro carboni attivi").

Per quanto riguarda i dettagli di calcolo di dimensionamento dei filtri e delle perdite di carico si consulti l'elaborato E4.2. Per i calcoli strutturali si faccia invece riferimento all'elaborato E4.1.

Per i dettagli relativi alle opere accessorie costituenti il filtro (scale, parapetti, ...) si faccia riferimento alla Tav.9.3.

7.5 COMPRESSIONE ED EMISSIONE IN ATMOSFERA

Detta sezione sarà costituita da due compressori operanti in parallelo K-01 e K-02 che aspireranno l'aria dalle sezioni precedentemente descritte e invieranno l'aria trattata verso il punto di emissione costituito da un camino.

I compressori saranno intercettabili mediante valvola automatica; la sezione si completerà con la strumentazione di controllo necessaria alla verifica del corretto funzionamento dell'impianto, quali un sistema elettronico integrato di monitoraggio dei compressori e la sonda di temperatura e l'analizzatore delle sostanze organiche volatili posti al camino.

La tubazione DN 400 in acciaio AISI 304, spessore 3 mm, adibita al trasporto dei gas trattati tramite filtri a carboni attivi prevedrà, a monte del compressore, un bocchello di presa campione DN 15 con annessa valvola manuale a sfera di sezionamento (HV-2003, HV-2004). A valle sarà presente una riduzione DN 400/DN 200 utile al restringimento della tubazione prima che questa venga connessa al compressore. Dopo il restringimento il sistema prevede una valvola a farfalla di tipo pneumatico DN 200 (XV-2005, XV-2006) finalizzata al sezionamento dei compressori.

A protezione dell'impianto sarà poi presente una valvola rompi vuoto (PSV). Tale, valvola inclusa nell'aspirazione di ciascun compressore, lascerà entrare aria dall'esterno nel caso la pressione del sistema scenda al di sotto i 400 mbar assoluti.

In aspirazione i due compressori K-01 e K-02 saranno raccordati all'impianto a mezzo di altrettanti giunti elastici.

Da progetto i compressori manterranno i vapori ad una prevalenza di -460 mbar (r) in aspirazione e +15 mbar (r) in mandata. Comunque è opportuno sottolineare come tali macchine siano state scelte attraverso un adeguato dimensionamento: inoltre, per poter rendere la gestione dell'impianto il più flessibile possibile, ciascun compressore a lobi sarà dotato di inverter.

In aggiunta entrambi i compressori saranno dotati di un sistema di controllo elettronico integrato che monitorerà i principali parametri di processo e restituirà determinati allarmi.

I parametri monitorati saranno la pressione e la temperatura in aspirazione ed in mandata, la temperatura dell'olio lato comando e lato ingranaggi, la temperatura all'interno della cabina, la velocità ed il senso di rotazione, la presenza dell'olio nel carter lato comando o lato ingranaggi.

Il sistema effettuerà i controlli di intasamento del filtro di aspirazione, temperatura del soffiatore, pressione di lavoro, temperatura dell'olio di lubrificazione, corretto senso di rotazione, usura delle cinghie, limiti ammissibili di velocità, perdite e livello dell'olio, temperatura in cabina.

Questa dotazione renderà possibile la visualizzazione contemporanea nel display di due parametri a scelta, la segnalazione locale tramite spie a LED di due livelli di allarme, la segnalazione remota,

tramite contatti relè, di due livelli di allarme; il relè collegato al secondo livello di allarme fermerà il motore. Inoltre il sistema rileverà i dati ogni 15 minuti e memorizzerà i parametri e le fermate dell'ultimo mese di funzionamento.

I compressori risulteranno essere le apparecchiature che presenteranno il più elevato impatto acustico potenziale, pertanto, per limitare tale impatto, si prevede di utilizzare compressori volumetrici equipaggiati di silenziatore di mandata e di aspirazione ed ubicando i compressori all'interno di un apposito box silenziato.

Sulla mandata del compressore sarà presente una valvola di non ritorno (NR) che impedirà il reflusso dell'aria, a valle di questa sarà presente il giunto elastico di mandata ed il silenziatore di mandata (SI-01, SI-02).

Le mandate dei compressori, in acciaio AISI 304 DN200 spessore 3 mm, confluiranno nel camino CA-01.

Il camino sarà realizzato in acciaio inox AISI 304, completo di cappello biconico attacco flangiato DN 400, verga tubo DN 400 (L=3.750 mm), braga a Y DN400/300, riduzione lunga maschio femmina DN300/200, manicotto femmina DN200, curva BU 45° DN200, nipplo cartellato maschio DN200 e flangia cartellato maschio DN 200, come da disegni di progetto (Tav. 09.3).

Il camino sarà corredato di sensore di temperatura PT100 (TE/TT-2004), bocchello DN15 di presa campione con annessa valvola (HV-2005) e sonda di aspirazione collegata ad un analizzatore in continuo di SOV/VOC di tipo FID (AI/AT-2001) necessario al monitoraggio delle emissioni.

L'analizzatore FID monitorerà in continuo la presenza di composti organici volatili nell'effluente gassoso e restituirà un segnale di guardia nel caso la concentrazione di VOC superi i 5 mg/Nm³ ed un segnale di allarme nel caso la concentrazione superi i 10 mg/Nm³. Per i dettagli riguardanti le logiche di funzionamento inerenti alle concentrazioni di inquinanti al camino, si consulti l'elaborato E2.4.

Le perdite di carico in aspirazione inerenti a questa sezione sono suddivise in due tratti: tratto DE e tratto EF. Il tratto DE ha un diametro nominale di 400 mm mentre il tratto EF ha un diametro nominale di 200 mm.

Inoltre nel tratto EF sono state considerate le perdite di carico causate dalla presenza del filtro e del silenziatore di aspirazione in dotazione con la pompa. Alla luce dei calcoli, consultabili in elaborato E4.2, il tratto DE presenta una perdita di trascurabile, mentre il tratto EF causa una perdita di carico di 35 mbar.

Le perdite di carico relative alle tubazioni interne all'impianto di trattamento (Tratti AB, BC, CD, ED, DE, EF) sono quindi complessivamente pari a 119 mbar.

Sommando a questo valore le perdite di carico dalla testa pozzo fino all'impianto di trattamento (41 mbar) con la depressione da mantenere a testa pozzo (300 mbar relativi) si ricava la depressione che la pompa volumetrica deve dare in aspirazione: 460 mbar relativi circa. Per quanto riguarda la prevalenza da dare in mandata questa è stata calcolata suddividendo la mandata in due tratti FG (ossia il tratto in uscita dal compressore avente DN 200) e GH (ossia il tratto relativo al camino) ed è pari a circa 15mbar, considerando una perdita di carico dovuta al silenziatore di mandata di 10 mbar. Il calcolo è stato effettuato considerando pressione atmosferica ed un incremento di temperatura dovuto al compressore di 100 °C, portando quindi i vapori a 115°C. La portata massima emessa passa in questo modo a 3.913 m³/h avente una densità di 0,898 kg/m³ ed una viscosità di 2,2*10⁻⁵ Pa*s. Per i dettagli di calcolo si consulti l'elaborato E4.2.